

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav technologie potravin



Možnosti vývoje nových receptur pro létající pivovar

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Nikola Baráková

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

.....
vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu Ing. Tomáši Gregorovi, Ph.D., za trpělivost, vedení, rady a pomoc při zpracování této práce. Díky patří i mým blízkým.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá tematikou „létajících pivovarů“ a vývojem a realizací nových pivních receptur.

Teoretická část analyzuje pomocí dostupných zdrojů pozici létajících pivovarů na českém pivním trhu a dále se zabývá jednotlivými kroky při výrobě piva a jejich vlivem na výsledný produkt, stejným způsobem se věnuje i surovinám používaným při varném procesu. V závěru teoretické části jsou uvedeny vybrané vlastnosti piva a možnosti jejich ovlivnění pro získání požadovaného typu piva. Tato část může být vnímána jako možný „návod“ při snaze vyrobit své pivo.

Další části práce jsou věnovány samotným devíti vyvinutým pivním recepturám a způsobům chemické a sensorické analýzy vyrobených piv. Výsledky analýz jsou zpracovány a interpretovány.

Klíčová slova

létající pivovar, výroba piva, pivní receptury, vlastnosti piva

Abstract

This diploma theses deals with the topic of gypsy (contract) breweries and development and realization of new beer recipes. Gypsy breweries mean breweries not possessing their own building and brewing technology, which are using free capacities of other breweries.

Theoretical part of the theses analyses the position of „gypsy“ breweries on the Czech beer market and also deals with the individual steps of brewing and raw materials and their impact on the final product. In the end of the theoretical part, selected properties of beer are listed, along with the possibilities of affecting them to get a required type of beer. This part of theses may be looked at like sort of an „instruction“ on how to make a desired type of beer.

Next parts of the theses handle 9 invented beer recipes and means of analysis of produced beer. The results of analysis are summarized and interpreted in the last part of work.

Key words:

gypsy brewery, contract brewery, beer-making, beer recipes, beer properties

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Definice piva	10
3.2	Létající pivovary	10
3.2.1	Typy létajících pivovarů	11
3.2.2	Výhody a nevýhody LP	11
3.2.3	Létající pivovary v ČR.....	12
3.3	Legislativa týkající se piva	12
3.3.1	Označování piva	12
3.3.2	Připravovaná novela	13
3.3.3	Spotřební daň z piva	13
3.4	Kroky výroby piva a jejich vliv na produkt	16
3.4.1	Šrotování.....	16
3.4.2	Vystírání.....	16
3.4.3	Rmutování.....	17
3.4.4	Scezování a vyslazování	22
3.4.5	Chmelovar.....	23
3.4.6	Oddělení kalů a chlazení.....	25
3.4.7	Provzdušňování mladiny.....	26
3.4.8	Hlavní kvašení	26
3.4.9	Dokvašování	29
3.4.10	Filtrace a pastérace.....	29
3.5	Suroviny a jejich vliv	30
3.5.1	Voda.....	30

3.5.2	Slady	35
3.5.3	Kvasnice.....	40
3.5.4	Chmel.....	40
3.6	Vybrané vlastnosti piva a jejich ovlivnění	45
3.6.1	Hořkost.....	45
3.6.2	Pitelnost piva.....	46
3.6.3	Říz.....	46
3.6.4	Pěnovost.....	47
3.6.5	Barva	47
3.6.6	Obsah esterů.....	48
3.6.7	Vlastnosti nežádoucí, jak vznikají	49
3.7	Charakteristika některých pivních stylů.....	49
3.7.1	Ležák.....	49
3.7.2	IPA	50
3.7.3	APA	50
3.7.4	Stout.....	50
3.7.5	Pšeničné pivo	51
4	MATERIÁL A METODIKA	52
4.1	Vaření pokusných piv v malém množství.....	52
4.1.1	Postup výroby piva	52
4.1.2	Použité chmely:.....	54
4.1.3	Použité kvasnice:	55
4.2	Receptury jednotlivých piv	55
4.3	Výpočet IBU	59
4.4	Analýza piv pomocí analyzátoru piva FermentoFlash.....	59
4.4.1	Příprava vzorků a vlastní analýza	60
4.5	Analýza piv HPLC metodou	60

4.5.1	Podmínky analýzy.....	61
4.5.2	Příprava vzorků a vlastní analýza	62
4.6	Senzorická analýza pív.....	62
4.6.1	Metodika sensorické analýzy.....	63
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	64
5.1	IBU - hořkost.....	64
	Analýza pív pomocí analyzátoru FermentoFlash	66
5.1.1	Zbytkový (reálný) extrakt	66
5.1.2	Prokvašení.....	66
5.2	Analýza pív HPLC metodou	67
5.2.1	Oligosacharidy	69
5.2.2	Glycerol	70
5.3	Senzorická analýza.....	71
5.3.1	Spodně kvašená piva.....	71
5.3.2	Pšeničná piva	72
5.3.3	Piva typu ALE (White IPA, APA, Tmavá IPA).....	73
5.3.4	Speciální Vánoční pivo	74
6	ZÁVĚR	76
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	78
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
9	SEZNAM TABULEK	86
10	PŘÍLOHY	87
11	SEZNAM PŘÍLOH	101

1 ÚVOD

Termín *létající pivovar*, v České republice před jedním až dvěma desetiletími zcela neznámý, budí dodnes tázavé pohledy u obyvatelstva pivem se hlouběji nezabývajícím. Přitom slovo *létající* neznámá nic jiného než kočovný. Jedná se tedy o pivovary, které nevlastní prostory pro vaření piva a pivovarskou technologii, mají však vlastní receptury, mnohdy i sládka a suroviny, a své pivo si nechávají smluvně vařit v jiných pivovarech, tolik nevytížených, které tím využijí svoji nevyužitou kapacitu.

Létající pivovary jsou ideální možností pro začínající pivovarníky a sládky, kteří dosud nemají prostředky, odvahu nebo čas pořídit si a věnovat se pravidelnému vaření piva. „Létající pivovarníci“ se většinou rekrutují z tzv. *homebrewerů*, tedy domovařičů neboli domácích pivovarníků, kteří tím svojí zálibu ve výrobě pěnivého moku povyšují na další úroveň se snahou prosadit své pivo na trhu.

Svoboda v experimentování se surovinami a recepturami je předností létajících pivovarů. Jelikož jejich pivo kvůli více maržím patří mezi dražší až nejdražší na trhu, snaží se spotřebitele zaujmout dosud příliš neznámými či nepříliš rozšířenými pivními styly a zajímavými chutěmi, čímž obohacují českou pivní kulturu.

Na druhou stranu už v dnešní době bohužel není pravdou dříve rozšířený názor, že pivo z pivovaru malého, nezávislého a nového je automaticky kvalitní a dobré. S markantním nárůstem počtu minipivovarů a létajících pivovarů v České republice narůstá i počet těch, jejichž produkty kvalitou nedostačují. Kvůli široké konkurenci mají nově vznikající pivovary před sebou těžký úkol zaujmout a úkol ještě těžší; udržet kvalitu svých piv. Nejsou to ovšem úkoly nemožné.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce na téma *Možnosti vývoje nových receptur pro létající pivovar* je vypracování literární rešerše o problematice létajících pivovarů se zaměřením na možnosti a způsoby vývoje jejich receptur.

Využitím znalostí z teoretické části práce má být navrženo několik receptur na různé druhy piv; spodně i svrchně kvašených, a tyto receptury následně zrealizovány. Na jednotlivých pivech jsou provedeny dostupné analýzy a sensorické zhodnocení, výstupem těchto hodnocení je statistické zpracování v části *Výsledky a diskuze*.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Definice piva

Dle vyhlášky ministerstva zemědělství 335/1997 Sb., která doplňuje a upravuje zákon 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích, a která se týká alkoholických a nealkoholických nápojů a dále produktů kvasného průmyslu, je pivo pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových produktů, který vedle kvasným procesem vzniklého alkoholu (ethylalkoholu) a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu; slad lze do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem, zejména cukru, obilného škrobu, ječmene, pšenice nebo rýže; u piv ochucených může být obsah alkoholu zvýšen přidávkem lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů. (Vyhláška 335/1997 Sb.)

Sladem se poté rozumí obilná zrna ječmene, pšenice nebo jiných obilovin, u nichž sladováním došlo k enzymatickým přeměnám endospermu a k vytvoření typických chuťových, aromatických látek a barvicích látek. (Vyhláška 335/1997 Sb.)

3.2 Létající pivovary

Létající pivovary jsou takové pivovary, které nemají svůj vlastní pivovar ani technologii k vaření piva. Jde o podnikatele, kteří využívají volných kapacit jiných pivovarů, kde vaří nebo si nechávají vařit své vlastní pivo. Krom přízviska *létající* se jim také říká *kočovní pivovar*, v angličtině je to např. *gypsy brewery* nebo *contract brewing*. Současný boom létajících pivovarů jde ruku v ruce s rozvojem minipivovarů, které mají nevyváženou produkci a vznikají jim volné kapacity, které nabídkou pivovarům létajícím vhodně využijí.

Pivo z létajících pivovarů (dále LP) bývá dražší než pivo z pivovarů s vlastním zázemím. Důvodem jsou tři marže – domovskému pivovaru, vlastní marže pivovaru létajícímu a do třetice marže hospod.

3.2.1 Typy létajících pivovarů

- Pivovarníci bez kapacit – jedná se o podnikatele, který ovládá celý pivovarský proces a má svou vlastní recepturu, případně i suroviny, což ale není nezbytné. Sládek tohoto pivovaru je osobně přítomen procesu a aktivně se ho účastní, což mu dává nejvyšší možnou kontrolu nad produktem. S domovským pivovarem je smluvně dohodnut pronájem technologií, kapacita sklepa a péče při ležení, případně i pronájem sudů a prodej spotřebitelských obalů.
- V případě velkého výstavu LP je možný i masivnější způsob výroby. Velké LP spolupracují s velkými, osvědčenými výrobci, spolupráce se domlouvá s důrazem na stabilitu výroby. Výsledkem je produkt pod značkou LP, pod kterým bývá podepsán i pivovar domovský.
- Jednoduchým způsobem je výroba piva na zakázku bez vlastní účasti. Jedná se o produkt vyrobený domovským pivovarem, ovšem pod jménem LP a nesoucí jeho jméno. Takovýto LP se stará pouze o distribuci piva a marketing. To je časté např. u piv pro restaurace, hotely, firmy. V tomto případě se může jednat i o levná piva z marketových řetězců. (www.beerweb.cz)

3.2.2 Výhody a nevýhody LP

- + Pestrost nabídky – LP mají skvělý prostor pro prodej nových druhů piv díky rychlé cirkulaci malých várek
- + Oproti klasickému minipivovaru nízké vstupní náklady
- + Výrobní svoboda
- Vysoká cena piva kvůli vysokým nákladům
- Není zde 100% kontrola nad produktem

President Českomoravského svazu minipivovarů Ing. Jan Šuráň o létajících pivovarech říká: „Létající pivovary jsou v českých podmínkách většinou předstupněm regulárního pivovaru do doby, než investor shromáždí prostředky na vlastní podnik... Létající pivovary se snaží zaujmout, přicházejí na trh s velmi netradičními pivy, a tím rozšiřují povědomí českých pivních fandů o pivní pestrosti. I proto má Českomoravský svaz minipivovarů k létajícím pivovarům vcelku kladný vztah... Létající pivovary se mohou

tedy stát členy Svazu (Českomoravského svazu minipivovarů) a zúčastňují se svazových akcí, jako jsou Jarní cena sládků na Zvíkově, Festival minipivovarů na Pražském hradě apod.“ „Létající pivovary využívají volné kapacity stávajících pivovarů, a tím přispívají k jejich udržení na trhu. Jejich majitelé mají většinou zcela jasnou představu, co a jak chtějí uvařit, a nebojí se riskovat. Horší je to už s možností skloubit tyto představy s technickou realitou pivovaru. Na druhou stranu odhalují naše technické i technologické rezervy.“(www.pratelepora.cz)

3.2.3 Létající pivovary v ČR

Dle portálu česképivo-českézlato.cz působí na českém trhu k 22. 2. 2017 celkem 47 létajících pivovarů. Ze známějších z nich lze jmenovat např. Létající pivovar Nomád, Falkon, brněnský Dragonfly a CrazyClown Brewery či Albert. (www.ceskepivo-ceskezlato.cz)

3.3 Legislativa týkající se piva

3.3.1 Označování piva

Mimo údajů uvedených v Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, se na pivním obalu uvede:

- a) název druhu a skupiny, popřípadě také podskupiny (tedy *pivo*, skupina znamená rozdělení na piva *stolní, výčepní, ležák, speciál, porter, pivo se sníženým obsahem alkoholu, nealkoholické pivo*)
- b) obsah alkoholu v procentech objemových vyjádřený číslem s nejvýše jedním desetinným místem; dále následuje symbol „%“ doplněný slovem „objemových“ nebo zkratkou „obj.“ nebo „vol.“; před číselným údajem může být uvedeno „alkohol“ nebo „alk.“ nebo „alc.“,
- c) způsob kvašení, jde-li o pivo vyrobené svrchním kvašením nebo kvašením v lahvi, spodní kvašení se uvádět nemusí
- d) údaj "nefiltrované", pokud nebyla provedena filtrace,
- e) údaj, zda jde o pivo světlé, tmavé, polotmavé nebo řezané,
- f) údaj o použití přírodní minerální vody, pokud byla k výrobě použita.

(Vyhláška 335/1997 Sb.)

Dle výše zmíněné vyhlášky 335/1997 Sb. v současnosti platí dělení piva na piva výčepní (7-10% EPM¹), ležáky (11-12% EPM), piva speciální (EPM nad 13%) a dále portery (EPM nad 18%).

V tomto způsobu označování piv vzniká rozpor mezi platnou legislativou a reálným označováním pivních stylů. V důsledku tohoto zákona musí být například svrchně kvašená piva typu *ale* o stupňovitosti např. 12% EPM označována jako *ležák*, i když ležákem toto pivo samozřejmě není. Vyhláška nereflektuje současný stav na pivním trhu a reflektuje dobu, kdy v České republice jiné pivo než ležák neexistovalo.

(Vyhláška 335/1997 Sb., Pivo, Bier&Ale, 2016)

3.3.2 Připravovaná novela

Ministr zemědělství Marian Jurečka v únoru roku 2016 ohlásil připravování novely vyhlášky o označování piva, která má reagovat na měnící se sortiment piva a nové pivní styly převážně menších pivovarů.

Označení „*výčepní pivo*“ tak i nadále ponese piva o stupňovitosti 7 až 10 % EPM. Spodně kvašené pivo o 11 až 12 % stupňovitosti zůstane označeno jako „*ležák*.“ Do stávající vyhlášky se tak doplňuje, že ležák musí být spodně kvašené pivo.

Novinkou je kategorie svrchně kvašených piv o 11 až 12 % stupňovitosti, která se nově budou značit jako „*plná piva*.“ Původní piva speciální o stupňovitosti nad 13% EPM se nově budou označovat jako „*silná piva*“.

Novela vyhlášky by po schválení v Legislativní radě vlády měla vejít v platnost přibližně do dvou let.

(www.eagri.cz, Pivo, Bier&Ale, 2016)

3.3.3 Spotřební daň z piva

Problematika spotřební daně z piva a spotřební daně z vína a meziproductů je upravena zákonem č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních.

3.3.3.1 Osvobození od spotřební daně z piva

Plátcem spotřební daně z piva není fyzická osoba, která v zařízení pro domácí výrobu piva, pro vlastní spotřebu a pro spotřebu osob jí blízkých nebo jejích hostů, vyrobí pivo

¹ EPM = extrakt původní mladiny

v celkovém množství nepřesahujícím 200 l za kalendářní rok, za podmínky, že nedojde k jeho prodeji. Tato osoba je zároveň povinna bezodkladně oznámit správci daně datum zahájení výroby, místo výroby a předpokládané množství vyrobeného piva za kalendářní rok. (Zákon 353/2003 Sb.)

a) Od daně je dále osvobozeno pivo

- pro výrobu octa
- pro výrobu a přípravu léčiv,
- pro výrobu přísad při výrobě potravin a nápojů, jejichž obsah alkoholu nepřesahuje 1,2 % objemových, nebo
- pro výrobu potravinářských výrobků, pokud obsah alkoholu v nich nepřekročí 8,5 litru alkoholu ve 100 kg výrobku u čokoládových výrobků nebo 5 litrů alkoholu ve 100 kg výrobku u ostatních výrobků.

b) Pivo ve výši technicky zdůvodněných skutečných výrobních ztrát.

c) Pivo, které bylo v odůvodněných případech zničeno za přítomnosti úředních osob správce daně.

d) Pivo určené k použití jako vzorky pro povinné rozbory, nezbytné výrobní zkoušky nebo jako vzorky odebrané správcem daně. (Zákon 353/2003 Sb.)

3.3.3.2 Sazby daní z piva

Pivo, jakožto alkoholický nápoj, podléhá spotřební dani. Je daněno buď v základní sazbě, která činí 32 Kč za hl za každé celé hmotnostní procento extraktu původní mladiny. Snížená sazba platí pro malé nezávislé pivovary. Malým nezávislým pivovarem je pivovar, jehož roční výroba piva, včetně piva vyrobeného v licenci, není větší než 200 000 hl a dále splňuje tyto podmínky:

- není právně ani hospodářsky závislý na jiném pivovaru
- nadzemní ani podzemní provozní a skladovací prostory nejsou technologicky, či jinak propojeny s prostory jiného pivovaru

(Zákon 353/2003 Sb.)

Tabulka 1: Sazba daně v Kč/hl za každé celé hmotnostní procento extraktu původní mladiny

Velikostní skupina podle výstavu v hl/rok					
	Do 10 000 hl včetně	10 000 – 50 000 hl	50 000 – 100 000 hl	100 000 – 150 000 hl	150 000 – 200 000 hl
Daňová sazba	16 Kč	19,20 Kč	22,40 Kč	25,60 Kč	28,80 Kč

(www.finance.cz)

Létající pivovary nejsou plátcí spotřební daně, de facto jsou, ale nepřímo. Nakupují hotový produkt od pivovaru, kde bylo pivo fyzicky uvařeno, a ten si spotřební daň započítává do ceny. Dále se na létající pivovary vztahuje základní sazba DPH 21% při obratu převyšujícím 1 000 000 Kč za rok, nebo pokud jsou plátcem DPH na vlastní žádost.

3.3.3.3 „České pivo“

V roce 2008 EU uznala celoevropsky chráněné označení České pivo. Cílem zápisu do rejstříku je chránit tradici českého pivovarnictví, technologii výroby, kvalitu piva a předcházet vzniku napodobenin, které by se za české pivo mohly vydávat a zneužívat tak jeho jedinečných vlastností. Označení České pivo se nevztahuje na výrobky, které jsou vyrobeny licenčně v zahraničí, i když tradičně a z tradičních surovin. (Basařová, 2010, www.ceskepivo.cz)

Specifikace Českého piva je zveřejněna v *Narřízení Rady (ES) č. 510/2006 „České pivo“*, kde je stanoveno, že výroba Českého piva je pozoruhodná díky užití dekokční metody rmutovacího procesu, vařením mladiny a dvojstupňovým kvašením. Pivo je rozpoznatelné díky tomu, že mu dominuje slad a chmel, je přijatelná pouze slabá příchut' pasterizace, kvasnic či esterů, cizí vůně či příchutě nejsou přípustné. Pivo má střední až silný říz s pomalým uvolňováním oxidu uhličitého. Podobně i plnost je střední až vysoká, zejména díky obsahu nezkvašených zbytků extraktu. Nižší míra prokvašení znamená rovněž nižší obsah alkoholu. Velmi důležitou vlastností Českého piva je jeho hořkost. Míra hořkosti piva je střední až vyšší, s mírnou až lehkou trpkostí, která déle odeznívá. Hořkost zůstává v ústech déle a déle tedy působí i na chuťové buňky. Vyšší míra hořkosti rovněž podporuje proces trávení. Pro České pivo je rovněž charakteristická vyšší koncentrace polyfenolů a vyšší hodnota pH. (www.eur-lex.europa.eu)

3.4 Kroky výroby piva a jejich vliv na produkt

3.4.1 Šrotování

Cílem šrotování je dokonalé vymletí endospermu ze sladových zrn při zachování co největšího podílu neporušených pluch. Jedná se o fyzikální proces, jehož účelem je zpřístupnění endospermu pro další reakce. (Basařová, 2010)

Šrotování musí být přizpůsobeno zpracovávanému sladu, technologickému postupu a zařízení ve varně. Pro zvolení způsobu šrotování je klíčový způsob scezování. Při používání sladinového filtru volíme šrotování na tzv. *kladivovém mlýnu*, kdy je slad rozemlet na prach. Jemným mletím se podstatně urychlují enzymové reakce a zkracuje čas potřebný k jednotlivým operacím. Jemnějším šrotováním se tedy zvyšuje varní výtěžek a obsah zkvasitelných cukrů v mladině, ale jen do určité hranice, při vysokém podílu mouky a rozdrcených pluchách je vrstva mláta při scezování hůře propustná, zadržuje extrakt, vyžaduje více vyslazovací vody a varní výtěžek opět klesá.

V současných provozech menších pivovarů je nejčastější scezování pomocí scezovacího dna, pro které je typické šrotování na větší frakce se zachováním celistvé pluchy.

Při suchém šrotování šrotovníky rozlišujeme podle počtu válců na dvouválcové až šestiválcové, které jsou v moderních provozech nejčastější. Můžeme si na nich nastavit veškeré parametry šrotování – podíly pluch, krupice i moučky. V malých provozech většinou dostačují šrotovníky dvouválcové rýhované. Šrotování za mokra, zvané kondicionování, je cestou k rychlejšímu uvolňování extraktu a umožňuje lepší zachování celistvosti pluch. (www.minibrewerysystem.com, Basařová, 2010, Klímeček, 2010)

3.4.2 Vystírání

Použitá teplota vystírání a hustota rmutu ovlivňuje budoucí charakter piva.

3.4.2.1 Hustota rmutu

Hustý rmut se skládá z přibližně 2,5 dílů vody či méně na 1 díl sypání. Málo vody a opravdu vysoká hustota rmutu skýtá výhodu v tom, že poskytuje ochranu enzymům; snižuje riziko jejich denaturace vysokou teplotou. To umožňuje společnou práci alfa i beta-amylázy, což je výhodné při jednostupňovém rmutování, kdy alfa-amyláza pracuje a beta-amyláza zůstává nezničená. Bez „ochrany“ hustým rmutem by beta-amyláza při

působení teploty vhodné pro alfa-amylázu (70-75 °C) rychle zdenaturovala. Výsledkem by byla sladina s převážujícím obsahem nezkvasitelných cukrů a tedy pivo velmi plné a s nízkým obsahem alkoholu.

Nevýhody hustého rmutu jsou ovšem nasnadě. Nedostatek vody způsobuje pomalejší rozkládání škrobu a snižuje výtěžnost extraktu.

Středně hustý rmut se pohybuje v hodnotách hustoty mezi 2,5:1 – 4:1. Tyto rmuty se snadněji míchají a lépe vedou teplo. Přestože enzymy jsou již náchylnější k denaturaci, stále lze s opatrností aplikovat jednostupňové rmutování při teplotě cca 67°C. Takto vyrobená sladina bude hluboce prokvašená, s dobrou výtěžností extraktu.

Řídký rmut obsahuje více než 4 díly vody na 1 díl sypání. Míchají se velmi snadno, snadno se přepouští a poskytují vysoké výtěžky extraktu. Enzymy jsou zde ale velmi náchylné k degradaci. Řídké rmuty se hodí na výrobu piv s nižším obsahem alkoholu a plnějším tělem.

Při jednostupňovém rmutování se vyplatí využít různých vlastností rmutů při různých hustotách a teplotách. Například pro snížení kvasící schopnosti může být efektivnější použití řídkého rmutu a teploty kolem 71°C, než rmutu hustého při teplotě 76°C. (www.byo.com)

V průměru se používá pro světlá piva 5-6 l vody na 1 kg sypání (pošrotovaného sladu), pro piva tmavá méně, 4-5 l na 1 kg sypání. Pro vaření Ale se obvykle doporučují hustší rmuty a používá se od 2,5 litru do 3,5 l na kg sladu. (www.diversity-pvo.blogspot.cz)

3.4.2.2 Teplota vystírání

Studené vystírání s teplotou vody kolem 20°C se používá pro špatně proteolyticky rozluštěné slady, které pomaleji uvolňují dusíkaté látky. Teplé vystírání s teplotou vody kolem 35-38°C je vhodné pro vaření typických českých ležáků dekokčním způsobem. Na 50°C se teplota zvýší tzv. zapařováním, čili přidáním vody o teplotě cca 80°C. Horké vystírání s teplotou vody 50-62°C je vhodné pro přelustěné slady. (Basařová, 2010)

3.4.3 Rmutování

Cílem rmutování je rozštěpit a převést optimální podíl extraktu surovin do roztoku. (Basařová, 2010)

Extraktom jsou myšleny zkvasitelné a nezskvasitelné cukry, které musí být přeměněny ze škrobu obsaženého ve sladovém zrně.

Štěpení škrobu má tři fáze - bobtnání a zmazovatění škrobu, ztekucení škrobu a zcukření škrobu. Zahřívá-li se škrobová emulze (nerozpuštěný škrob rozmíchaný ve vodě), dochází nejprve k bobtnání a mazovatění. Škrob přechází tímto fyzikálně chemickým dějem do roztoku a mění se v hustou viskózní kapalinu. Zmazovatělý škrob obsahuje vodou nabobtnalé částice, do nichž snadněji vnikají sladové enzymy. Teploty mazovatění u sladového škrobu jsou 50 až 57 °C, kdežto u kukuřičného 65 až 75 °C a u rýžového dokonce 80 až 85 °C, což je důležité při zpracování náhražek.

V další fázi dochází účinkem sladové α -amylasy ke ztekucení škrobu. V poslední fázi dochází účinkem komplexu více amylolytických enzymů, zejména však α - a β -amylasy, ke zcukření čili úplnému rozštěpení makromolekul škrobu za vzniku různých nižších cukrů a dextrinů.

Kromě štěpení škrobu je při rmutování důležité i štěpení vysokomolekulárních bílkovin. Bílkoviny jsou důležité pro pěnivost piva i plnost chuti a jejich štěpné produkty aminokyseliny jsou důležité pro kvašení. Štěpení bílkovin způsobené proteolytickými enzymy probíhá intenzivně při teplotách kolem 50 °C (peptonizační teplota). (www.ub.vscht.cz)

3.4.3.1 Infuzní způsob rmutování

Infuzní způsob je podstatně kratší než rmutování dekokční; trvá přibližně 180 minut, je méně energeticky náročný a stačí na něj jedna nádoba. Takto vyrobená piva jsou světlejší, mají nižší plnost. Hodí se především pro svrchně kvašená piva, pro piva s vyššími podíly škrobnatých surogátů a pro piva nízkoalkoholická.

Základní postup infuze začíná vystírkou při teplotě kolem 35°C, kdy jsou aktivní fosfatázy u méně rozluštěných sladů, více u sladů rozluštěnějších. Následuje bílkovinná prodleva při 50°C a dále vyhřátí na 62-65°C s prodlevou kolem 30 minut. Do dokonalého zcukření se drží prodleva při 72°C následovaná odrmutovací teplotou 78°C. (Basařová, 2010, Kryl, Gregor, Los 2012)

Ve výzkumu zveřejněném v časopise *Kvasný průmysl* srovnávajícím vlivy různých rmutovacích postupů, byla u infuze pozorována nejnižší barva, hořkost a obsahy celkových i oxidovatelných polyfenolů, koagulovatelného dusíku a studených kalů. Při

senzorické analýze byl tento postup hodnocen jako v pořadí třetí ze čtyř. (Kvasný průmysl, 2005)

3.4.3.2 Jednormutový postup

Různé varianty jednormutového postupu se používají pro dobře rozluštěné slady a spíše pro nízkoprocentní piva. Jednormutový postup v sobě zároveň zahrnuje infuzi, a to buď na počátku, nebo po povaření rmutu:

- a) S počátečním infuzním postupem: Tento způsob začíná vystírkou při 35°C, následuje infuzní zahřátí na 50°C s prodlevou dle stupně rozluštění sladu a následné zahřátí na 62-65°C. Poté se odebere asi třetina hustého rmutu, přivede se na 72°C a po zcukření se povaří. Po spojení rmutů se docílí odrmutovací teploty.
- b) S infuzí po povaření rmutu: Vystírka probíhá při peptonizační teplotě, poté se odebere 1/3 hustšího rmutu a zahřeje se na 62°C, drží se odpočinek, následuje dokonalé zcukření při 72°C a 20minutový var. Po spojení rmutů se dosáhne vyšší cukrotravné teploty, po dokonalém zcukření celého díla se přihřeje na teplotu odrmutovací. (Basařová, 2010)

U tohoto postupu nebyly zaznamenány žádné extrémní výsledky a při senzorické analýze, viz výzkum zmíněný výše, byl vyhodnocen jako nejhorší.

3.4.3.3 Dvourmutový postup

Tento postup je v České republice nejpoužívanější. Liší se teplotou vystírky a dobou jednotlivých prodlev. Vystírka se provádí buď při 37°C nebo 50°C, podle stupně rozluštění sladu. Při použití nižší teploty musí poté proběhnout zapárka na 50°C. Do rmutovacího kotle se spustí první hustý rmut, nejméně 1/3 celkového rmutu, a vyhřeje se na nižší cukrotravnou teplotu. Po různě dlouhé prodlevě se přivede na teplotu 72°C, kde se drží do dokonalého zcukření. Následuje cca 20minutový var. Tento rmut se za intenzivního míchání vrátí k celku (nyní se teplota celku zvýšila na 62°C) a odebere se rmut druhý, řidší (1:4). Ten je dokonale zcukřen při vyšší cukrotravné teplotě a povařen. Po spojení rmutů se dosáhne odrmutovací teploty. (Basařová, 2010)

U tohoto postupu byly pozorovány nejvyšší obsahy celkového rozpustného dusíku, celkových polyfenolů a oxidovatelných i oxidovaných polyfenolů. Při senzorické analýze se tento postup umístil na druhém místě. (Kvasný průmysl, 2005)

3.4.3.4 *Třířmutový postup*

Tento postup byl při senzorické analýze ve výzkumu Jana Engeho a spol. uveřejněném v časopise *Kvasný průmysl* vyhodnocen jako nejlepší pro spodně kvašená piva. Je jím zajišťována vyšší barva, hořkost a pitelnost. Je nejvhodnější pro klasický český ležák a také pro výrobu piv tmavých. Je ale časově a energeticky nejnáročnější.

Třířmutový postup se od dvourmutového liší tím, že všech teplotních zvýšení je dosaženo povařováním rmutu, přibývá jedno rmutování. Vystírka probíhá při 35-38°C a už při této teplotě se bere první rmut, opět třetinový. Po navrácení prvního rmutu dojde ke zvýšení teploty na peptonizační teplotu, po vrácení druhého na nižší cukrotvornou teplotu a po vrácení třetího na teplotu odrmutovací. Třetí rmut bývá řidší, cca 1:4,5-5 a celý proces trvá kolem 4 hodin, pro tmavá piva až přes 5 hodin, protože u nich se prodlužuje doba povařování rmutů. (Basařová, 2010)

3.4.3.5 *Rozdíl mezi dekokčním a infuzním rmutováním*

Výše zmíněný výzkum hodnotil základní chuťové vlastnosti spodně kvašeného piva uvařeného 4 různými rmutovacími postupy.

- V řízu a ve sladové chuti a vůni byl rozdíl minimální, kvalita a intenzita hořkosti, chmelové vůně a chuti byla hodnocena s rostoucím trendem od infuze ke třířmutovému způsobu, který byl v těchto parametrech hodnocen nejlépe.
- Esterová chuť se snižovala v pořadí jednormut, dvourmut, infuze, třířmut.
- Karamelová chuť byla vyšší u jednormutu a třířmutu, nižší pak u infuze a dvourmutu.
- Připálená vůně se zvyšovala od infuze ke třířmutu (mezi dvourmutem a třířmutem byl velký rozdíl).
- Nejvíce připomínek bylo k dimethylsulfidu², u nějž klesala intenzita v pořadí infuze, jednormut a u dvou- a třířmutu byla srovnatelná.
- Pitelnost: Pitelnost odpovídala pořadí hodnocení vzorků a stoupala v pořadí jednormut, infuze, dvourmut, třířmut.

Analytickými parametry rozdílů mezi pivem vařeným infuzí a dekokcí se zabývá studie *Comparison of analytical parameters of beer brewed in two different technological ways at two pub breweries* P. Kryla, T. Gregora a J. Lose z roku 2012. Ta porov-

² Dimethylsulfid přichází do piva ze sladu, kde vzniká z dimethylsulfoxidu a S-methylmethioninu. V pivu je nežádoucí, způsobuje pachut' po vařené zelenině.

nává piva z pivovaru na MENDELU vařená infuzně s pivy z pivovaru Richard v Žebětíně, vznikajícími metodou dekokční. U vzorků byl pomocí automatického pivního analyzátoru měřen skutečný extrakt, obsah etanolu, stupeň prokvašení a extrakt původní mladiny. Další parametry, jako obsah oligosacharidů, maltózy a glycerolu byly zjišťovány pomocí plynového chromatografu.

Při porovnávání těchto dvou metod byl v souladu s jinými výzkumy prokázán vyšší obsah skutečného extraktu, nižší stupeň prokvašení a nižší obsah alkoholu u piv vyráběných metodou dekokční. U těchto piv se rovněž vyskytoval vyšší obsah oligosacharidů a maltózy. Toto je způsobeno odlišným teplotním schématem rmutování, kdy část rmutu je povařena, což ovlivňuje enzymatickou rovnováhu ve směru vzniku nezkvasitelných sacharidů, které dávají pivu vyšší plnost, žádoucí zejména u poctivého českého ležáku. (Kryl, Gregor, Los, 2012)

Vlastnosti hotového piva jsou výrazně ovlivněny rmutovacím procesem, a proto je pro udržení charakteru každého piva nutné zachovávat tradiční postup.

Tabulka 2: Parametry hlavních enzymů aktivních při rmutování

Optimální teplota [°C]	Inaktivační teplota [°C]	Optimální pH	Enzym	Štěpí	Vzniká
35-40	nad 40	6	maltáza	maltózu	glukóza
50	nad 55	5,5	sacharáza	sacharózu	glukóza a fruktóza
55-60	nad 65	5,1	hraniční dextrináza	v hraničních dextrinech vazby α -(1,6)	maltóza, maltotrióza, maltotetróza
60-65	nad 70	5,4-5-6	α -amyláza	amylózu a amylopektin z neredukujících konců řetězců	maltózové jednotky
72-75	nad 80	5,6-5,8	β -amyláza	amylózu a amylopektin nespecificky uprostřed řetězců	dextriny, maltóza, glukóza

(Basařová, 2010)

3.4.4 Scezování a vyslazování

Cílem scezování a vyslazování je získat čirou sladinu a vytěžit maximum extraktu. Scezování je děj fyzikálně-chemický a provedením bývá náročný.

Během procesu je nejdříve oddělen předek od mláta, následuje vyluhování zbylého extraktu horkou vodou, tzv. vyslazování. Vznikají výstřelky, spolu s předkem tvoří celkovou více či méně čirou sladinu.

V průběhu vyslazování se snižuje obsah získávaného extraktu, koncentrace předku by měla být o 4-6% vyšší než požadovaný extrakt sladiny (tedy v době před chmelovarem, kdy dojde k zahuštění o cca 3% extraktu). Proces vyslazování by ale s cílem vyloužit co nejvíce extraktu neměl trvat příliš dlouho za použití příliš vody; ke

konci přecházejí do roztoku látky nežádoucí, vyluhované především z pluch, a to polyfenoly a hořké látky, zhoršující sensorické vlastnosti piva.

Krom množství použité vody je podstatná její teplota, která by se měla pohybovat v mezích 75-78°C. Nižší teploty by nebyly dostatečně efektivní a teploty vyšší by zastavily zbytkovou aktivitu α -amylázy, která je potřebná pro doběhnutí zcukření díla; a zároveň by z mláta vyloučily nežádoucí hořké a svíravé látky. (Basařová, 2010)

Na průběh scezování má vliv kvalita sladu, kvalita rmutování, teplotní podmínky a používané zařízení. Scezování stěžuje vyšší obsah β -glukanů, které zvyšují viskozitu díla. (www.agronavigator.cz)

3.4.5 Chmelovar

Chmelovar je variabilní proces, který se může lišit intenzitou, dobou trvání a širokým spektrem přidávaných produktů. Jeho hlavními cíli je:

- Rozpustit a izomerovat hořké látky chmele
- Vytvořit produkty Maillardovy reakce
- Sterilovat mladinu
- Odpařit přebytečnou vodu a těkavé látky
- Inaktivovat enzymy
- Zajistit koagulaci dusíkatých látek – tvorba lomu mladiny

(Basařová, 2010)

3.4.5.1 Rozpustnost a izomerace

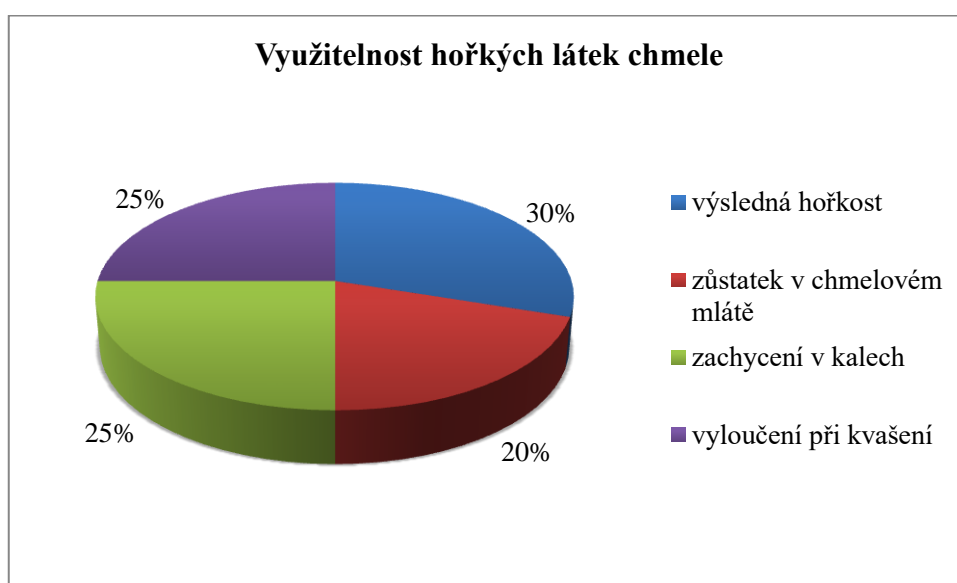
Na rozpustnost hořkých chmelových látek má vliv více faktorů. S klesajícím pH rozpustnost klesá. Vliv má i chemické složení varních vod; měkké vody vyžadují vyšší dávky chmele a poskytují hořkost lahodnější, tvrdé vody i při nižším chmelení dávají hořkost drsnou a hrubou. Roli hraje rovněž velikost přidávaných částic chmele, chmele drobně mleté rozpustnost podporují.

Z rozpuštěného množství α -hořkých kyselin přibližně 50% izomeruje (dojde ke kontrakci šestičlenného cyklu na pětičlenný a současně se izomeruje dvojná vazba v postranním řetězci). Na výslednou hořkost piva mají největší vliv právě vzniklé iso- α -hořké kyseliny, protože α -hořké látky v původní podobě se velmi snadno sráží a poté navazují na kaly a kvasinky a jsou hůře rozpustné při nižším pH a teplotě kvasící mladiny.

Na izomeraci a tím i výslednou hořkost má vliv:

- Dávka α -hořkých kyselin
- Doba chmelovaru – uváděná optimální doba je 90 min, kdy se stihne izomerovat dostatek hořkých kyselin. Lze i 120min, při delším chmelovaru se příliš zvyšuje barva mladiny a vznikají produkty způsobující starou chuť piva.
- Stáří chmele
- Složení mladiny – ztráty rostou s rostoucím obsahem koagulovatelných látek, polyfenolů a s klesajícím pH

(Basařová, 2010)



Obrázek 1: Graf využitelnosti hořkých látek chmele (Basařová, 2010)

3.4.5.2 Sterilace

Sterilace je zajišťována synergickým působením varu, snížením pH a antimikrobiálním působením látek v chmelu. Vyššího významu nabývá zejména u várek, kde byla kyselost zvyšována biologickým okyselením.

3.4.5.3 Odpar

Odpaření přebytečné vody zajistí odpovídající koncentraci mladiny. S odparem se musí počítat už při výpočtu sypání a množství chmele; odpar bývá za optimálních podmínek kolem 10%, čímž zvýší EPM o cca 3%

Během varu nedochází pouze k odparu vody, ale i těkavých látek. Proto se chmelí ve více dávkách a jemné, aromatické chmely se používají až k samotnému konci vaření, aby měly co nejméně času vypřchat. Důležité je i odpařování již zmíněného

DMS dávající mladinou, zeleninovou pachut' v pivu. Jeho odpařování je podporováno vyšší intenzitou varu a odvodem par.

3.4.5.4 Koagulace

Koagulace bílkovin je důležitým čířícím prvkem v pivovarské technologii. Při nedostatečném vytvoření lomu mladiny se přebytečné kaly vylučují až při snížení pH během kvašení, znečišťují kvasinky a zapříčiňují horší prokvašení, či v pivu zůstanou a způsobují nechtěný zákal. Ideální pH pro koagulaci bílkovin je 5,2. (Basařová, 2010)

3.4.6 Oddělení kalů a chlazení

Mladina se před zakvašením musí³ zchladit na správnou teplotu pro daný typ piva a druh kvašení. Pro klasické spodní kvašení je to 5-7°C, pro piva svrchně kvašená 12-18 °C.

Během chlazení se z mladiny vylučují jemné a hrubé kaly. Chlazením dochází ke smršťování, čili se méně zmenší objem a tím zvýší extrakt mladiny, zároveň dle používaného zařízení dochází k odparu, což opět zvyšuje extrakt, dohromady to ale nečiní více než 0,5% hm. V moderních provozech s deskovými chladiči je odpar minimální.

Při zchlazování mladiny pokračuje její přirozené číření, které započalo při chmelovaru. Pro odlučování kalů se používá sedimentace, rotační sedimentace, odstředování či filtrace. Společně s kaly se odlučuje i chmel, který ovlivňuje vlastnosti usazeninového kalu. Čím větší částičky chmele po chmelovaru zbydou, tím vyšší budou ztráty zachycené mladiny.

Komplikovanější je vylučování tzv. *jemných kalů*, kalů „*chladových*“. Ty vypadávají z roztoku až po dosažení zákvasné teploty, při zahřátí se opět rozpouštějí. Vysoký obsah jemných kalů způsobují příliš jemné šroty, čerstvé a špatně rozluštěné slady, krátký chmelovar a taky infuzní rmutování. Vliv rmutování na obsah jemných kalů ukazuje tabulka:

³ Piva kvašená spontánně (např. *lambik*) se nechladí ani nezakvašují; po chmelovaru se mladina přepustí do speciálních spilek a nechá se přirozeně vychladnout, zatímco je očkovaná bakteriemi ze vzduchu.

Tabulka 3: Obsah jemných kalů v mladině v závislosti na způsobu rmutování v g/hl

Teplota	Jednormut	Dvourmut	Třirmut	Infuze	Zkrácené rmutování	Jemný šrot
5°C	20,3	18,9	18,3	22,8	18,4	23,3
0°C	21,5	21,3	19,4	23,8	37,0	27,3

(Basařová, 2010)

Většina dnešních malých pivovarů používá na oddělování kalů a chmele tzv. *vířivou kád'*. Mladina je do válcové nádoby přiváděna tangenciálně tryskou umístěnou v jedné pětině výšky hladiny. Po dokončení čerpání se okrajové vrstvy kapaliny pomalu zastavují, zatímco prostředek pokračuje v pohybu. Působením dostředivé síly jsou kaly stahovány ke dnu do středu kádě.

Doba odlučování kalů se pohybuje mezi 20-60 minutami. Teplota tohoto procesu je kolem 95°C a probíhá v uzavřeném systému, tudíž téměř bez odparu.

Následný krok chlazení mladiny v chladiči a přepuštění na spilku se nazývá *spíláním*. To dle výkonu chladiče trvá kolem jedné hodiny a více. Ke konci se rychlost musí zpomalit, aby se nestrhly kaly ze dna kádě. (Basařová, 2010)

3.4.7 Provzdušňování mladiny

Důležitým jevem probíhajícím před zakvašením je provzdušnění mladiny, zejména nasycení kyslíkem, který je důležitý pro pomnožení kvasinek. Rozpustnost kyslíku v mladině roste s klesající teplotou a klesající koncentrací mladiny. Je rychlejší při intenzivním promíchávání a menších bublinkách vzduchu. Pro optimální průběh kvašení se uvádí hodnoty obsahu rozpuštěného kyslíku 8-10 mg/l. Tento údaj byl ale v posledních letech zpochybněn s tím, že nadbytečné provzdušnění podporuje vznik staré chuti piva a snižuje antioxidační vlastnosti mladiny, proto byl snížen na 5-7 mg/l.

Provzdušnění může probíhat různými způsoby. Nejprostším je pouštění mladiny z výšky do spilky, kdy se vzduchem nasatí rozpěněním při nárazu na hladinu. Kontrolovanějšího nasycení se docílí dávkováním vzduchu k mladině během uzavřené cesty z chladiče do spilky. (Basařová, 2010)

3.4.8 Hlavní kvašení

Cílem hlavního kvašení je neúplné zkvašení extraktu mladiny za vzniku hlavních produktů – etanolu a oxid uhličitýho, se současným pomnožením kvasničného zákvasu,

zároveň se tvoří i další metabolity, viz níže, jejichž vzájemný poměr vytváří chuť a aroma piva. (Basařová, 2010, www.ub.vscht.cz)

Kvašení mladiny je při klasické technologii rozděleno do dvou fází: na hlavní kvašení a dokvašování. Hlavní kvašení se v tradičních provozech provádí obvykle v otevřených kvasných kádích, tzv. spilkách, pro spodně kvašená piva, jinde byly spilky nahrazeny cylindrokónickými tanky (CKT), které se používají pro spodní i svrchní kvašení.

V průběhu hlavního kvašení rozlišujeme několik fází. Krátce po zakvašení dochází k *zprašování*, kdy se objevuje první bílá pěna na povrchu kvasící mladiny. Následně je pěna odrážena ke středu kádě. *Nízké bílé kroužky* představují hustou smetanovou pěnu s kučeravým povrchem a jsou stádiem nejintenzivnějšího kvašení. *Vysoké hnědé kroužky* jsou způsobeny poklesem pH a vylučováním chmelových a tříslobílkovinných sloučenin k hladině. Následuje *propadání deky*, která se sbírá, aby při propadnutí nezhoršila chuť piva, zejména aby nedodala nepříjemnou hořkost. Ke konci hlavního kvašení spodní kvasinky sedimentují na dnu, sbírají se, propírají, a dokud neskončí jejich životnost, používají se znovu (přibližně 5-7krát). Hlavní kvašení trvá 6 až 8 dní podle druhu vyráběného piva. (www.ub.vscht.cz)

3.4.8.1 Tvorba metabolitů při kvašení

Kvašení je anaerobní proces, kdy kvasničné buňky získávají energii oxidací sacharidů bez přístupu kyslíku.

Hlavními kvasnými metabolity je *etanol a oxid uhličitý*, vznikající podle souhrnné rovnice: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CO_2 + 2 C_2H_5OH + \text{vedlejší metabolity} + \text{teplo}$, kde $C_6H_{12}O_6$ je zkvasitelná hexosa. Při výpočtu původního extraktu se vedlejší metabolity neuvažují a předpokládá se, že z 2,0665 g extraktu vznikne 1 g etanolu, 0,9565 g CO_2 a 0,11 g kvasnic. (Basařová, 2010)

Vyšší alkoholy vznikají jako vedlejší produkty metabolismu aminokyselin. Jejich celkové množství kolísá mezi 50-150 mg/l. Vzniká také glycerol, kterého pivo může obsahovat až 1 g/l. *Estery* jsou sensoricky významné metabolity. Jejich množství vzrůstá s koncentrací původního extraktu, zákalem mladiny a množstvím zkvasitelných sacharidů. (Basařová, 2010)

Nejsilnějším zástupcem *karbonylových látek* v pivu je acetaldehyd. Je cítit po zelených jablkách či zelenině. Po svém vzniku je acetaldehyd postupně odbouráván na

etanol. Tento proces může být zpomalen či úplně zastaven při použití kvasnic ve špatné kondici, použitím malé zákvasné dávky nebo kontaminací při kvašení. V těchto případech se jeho zvýšená hladina v produktu projevuje jako vada piva. (Pivo, Bier&Ale, 2016)

Diketon diacetyl je pro kulturní kvasinky extrémně toxický, je proto odstraňován jejich reduktasami. Při slabém redukčním účinku kvasinek zůstává v pivu, kterému dává specifickou máslovou chuť, sensoricky zjiitelnou při obsahu pouhých 0,1-0,2 mg/l. (Basařová, 2010)

Diacetyl, který je považován za vadu (ačkoliv u některých pivních stylů se může tolerovat) je lépe odbouráván za vyšších teplot, proto je častějším problémem u ležáků; dozrávajících při nízkých teplotách, kde je také pro jejich jemnější chuť snáze odhalen. Pro správné odbourání diacetylu jsou třeba kvalitní kvasinky a dostatečný čas ležení. (Pivo, Bier&Ale, 2016)

Ze sirných sloučenin se nejvíce vyskytuje sulfan a oxid siřičitý, následovaný dimethylsulfidem (DMS). Zdrojem těchto prvků jsou sírany nebo methionin. Sulfan dává mladému pivu nepříjemnou chuť, je z něj ale vymýván vznikajícím a stoupajícím CO₂. Vysoký obsah DMS je považován za další vadu piva. Chutná po vařené zelenině, hlavně kukuřici, celeru, zelí, kapustě. Pro nízký obsah DMS v pivu je zásadní bouřlivý a dostatečně dlouhý var (90 min), který zajistí vytěkaní většiny DMS. Důležitý je odvod par, aby nezkondenzovaly a nepřivedly DMS zpět do díla. Nízký obsah DMS je podporován i co nejrychlejší zchlazením po chmelovaru a intenzivním kvašením, kdy CO₂ opět vynáší sloučeninu vzhůru. (www.pivnirecenze.cz)

Vznikající organické kyseliny (mléčná, jablečná, pyrohroznová, citronová ...) výrazně ovlivňují pH piva. pH piva se pohybuje v rozmezí od 4 do 5. Hodnoty mimo znamenají vadu piva, piva s pH pod 4 chutnají příliš kyselě a většinou je na vině infekce octovými bakteriemi. Pivu se přisuzuje schopnost neutralizovat překyselení žaludku, což je dáno jeho pufrací schopností. Některá piva jsou na bolesti žaludku přímo doporučována (piva plzeňská, s o něco nižší kyselostí). (Basařová, 2010, www.bezpecnostpotravin.cz)

3.4.9 Dokvašování

Cílem dokvašování je pomalé zkvašování sacharidů při nízkých teplotách, sycení a fixace oxidu uhličitého se současným vyčiřením a zajištěním optimálních sensorických vlastností hotového piva. (Basařová, 2010)

Sycení piva oxidem uhličitým závisí na hradicím tlaku a teplotě. Hradicí přístroje se seřizují na požadovaný přetlak a při překročení nastavené hodnoty je „přebytečný“ přetlak vypuštěn. Při tradičním kvašení obsahuje mladé pivo ještě 1-2% zkvasitelného extraktu, který bude přeměněn. Během prvních 14 dnů dokvašování se tvoří oxid uhličitý, následující doba ležení je nezbytná pro jeho fixaci v pivu. Fixace CO₂ je účinnější při nižším pH, nižších teplotách a vyšším nastaveném tlaku.

Spodně kvašené pivo má po přepuštění do ležáckého tanku teplotu kolem 5°C, během následujících dní je zchlazeno na teplotu blízkou 0°C. Zpočátku se hradicí tlak nastavuje na hodnotu 0,3 baru, během doby dokvašování se zvýší na 0,5-0,8 baru. U piv svrchně kvašených je teplota i tlak o něco vyšší. (Basařová, 2010)

Doba dokvašování záleží na druhu a síle piva. U desetistupňového piva je obvyklá doba zrání 21 dnů, dvanáctistupňové ležáky potřebují a 70 dnů. Optimální doba zrání silných, speciálních piv, např. *stoutů* nebo *porterů*, je klidně kolem půl roku i více.

3.4.10 Filtrace a pasterace

Trend nefiltrovaných a nepasterizovaných piv je v poslední době lákadlem pro konzumenty. Tyto výrazy ale nejsou automatickým předpokladem kvality a výjimečného chuťového požitku, při prodeji takového piva je nezbytné dodržování zejména chladicího řetězce ve všech fázích distribuce. Při porušování těchto zásad se z původní přednosti piva může stát spíše problém.

Filtrace vstoupila do pivovarnictví počátkem 20. století, za používání celulózy a bavlněných vláken. Tento nejjednodušší způsob filtrace je dnes dostupný v podobě deskových filtrů, které ale mají hodně nevýhod. Takováto filtrace je nákladná, komplikovaná na sanitaci a snižuje barvu a tělo piva. Naopak křemelinová filtrace důležité sensorické vlastnosti piva zachovává. V dnešní době se používá filtr v podobě svíčky. Tento způsob filtrace je často používán v kombinaci s pasterací.

Filtry s využitím membrán jsou dnes schopny pasteraci nahradit. Při koncové filtraci těmito filtry je zajištěna mikrobiologická stabilita piva, tedy zachycení veškerých kvasinek a bakterií, a to za studena. (Pivo, Bier&Ale, 2015, www.byo.com)

3.5 Suroviny a jejich vliv

3.5.1 Voda

Voda je základní složkou piva, pivo jí obsahuje 91-98% a na výrobu 1 hl tohoto nápoje je jí potřeba 4-12 hl dle velikosti pivovaru. Z celkové spotřeby vody připadá 20-30% na varní vodu. (www.web2.mendelu.cz)

Pivovary pro výrobu piva používají buď vodu spodní, tedy ze studní nebo vrtů nebo vodu z vodovodního řádu nebo vodu povrchovou. Spodní vody v porovnání s povrchovými obsahují méně organických látek a mikroorganismů, obsah iontových příměsí je vesměs vyšší.

Povrchové vody, tedy vody z řek, potoků a jezer, jsou z hlediska čistoty horší; obsahují více suspendovaných látek a mnohdy anorganické a organické kontaminanty. Pokud pivovar tyto vody používá a sám si je upravuje, jsou vyžadovány vyšší nároky na jejich úpravu. (Basařová, 2010)

3.5.1.1 Varní voda

Základním požadavkem na vodu používanou v pivovarství je zdravotní nezávadnost, voda musí splňovat požadavky na vodu pitnou dle Vyhlášky č. 252/2004 Sb. Ovšem ne každá voda s klasifikací pitná je vhodná pro vaření piva. Různé druhy piva totiž vyžadují různé složení varní vody, viz dále. (www.mobilnipivovary.cz)

3.5.1.2 Základní parametry varní vody

Tvrdost vody

Voda v přírodě obsahuje minerální soli. Podle množství vápníku a hořčíku obsaženého ve vodě je voda měkká nebo tvrdá. Tvrdost vody záleží na charakteru půdy, kterou voda protéká – vápenatá půda dává vodu tvrdou, písčité a žulová půda dává vodu měkkou.

Tvrdost vody odpovídá hodnotě hořčík a vápník v mmol/l. V současné době je možné se setkat i s jinými jednotkami, jako jsou např. stupně německé, anglické, americké, francouzské a jiné.

Přepočet pro další stupnice je: $1 \text{ mmol/l} = 5,61^\circ\text{N} = 7,02^\circ\text{angl} = 5,83^\circ\text{am} = 10,01^\circ\text{F} = 100,09 \text{ mg/l} = 2 \text{ mval/l}$

Tabulka 4: Stupnice tvrdosti vody

Stupnice tvrdosti vod:	
velmi měkká	0 – 0,7 mmol/l
měkká	0,7 – 1,4 mmol/l
středně tvrdá	1,4 – 2,1 mmol/l
tvrdá	2,1 – 3,2 mmol/l
značně tvrdá	3,2 – 5,3 mmol/l
velmi tvrdá	> 5,3 mmol/l

(<http://www.vodarenska.cz>)

Druhy tvrdosti

U vody se rozlišuje tvrdost stálá (neuhličitanová) a tvrdost přechodná (uhličitanová). Tvrdost přechodná se varem snižuje (hydrogenuhličitan se mění odštěpením CO_2 na více či méně rozpustné uhličitan), uhličitan hořecnatý při delším varu může být odstraněn zcela. Tvrdost stálá nikoliv. Tvrdost stálou způsobují vápenaté a hořecnaté soli kyselin sírové, chlorovodíkové, dusičné a jiných. (Basařová, 2010)

Alkalita vody

Celková alkalita je jinak řečeno neutralizační kapacita (kyselinová kapacita), kterou je myšleno látkové množství silné jednosytné kyseliny v mmol, které se spotřebuje na 1 l vody k dosažení určité hodnoty pH. Celková alkalita vody (KNK = kyselinová kapacita) odpovídá hodnotě $\text{KNK}_{4,5}$, tedy spotřebě při titraci do pH 4,5, kdy je ve vodě přítomen převážně CO_2 . (Basařová, 2010)

3.5.1.3 Druhy pivovarských vod

Pro různé typy piv je známé základní ideální složení vody. V současnosti lze s těmito znalostmi využít moderních metod a vodu si upravit „na míru“ požadovanému pivu. I s těmito úpravami ovšem nelze docílit kompletní rovnováhy mikroelementů, plynů apod., které se vyskytují pouze na původním místě.

- Plzeňská voda - měkká voda, málo anorganických složek, vhodná pro silně chmele-
ná spodně kvašená piva.
- Mnichovská voda - střední až tvrdá voda s nízkým obsahem síranů a chloridů, více
uhličitanů a vápníku
- Dortmundská voda - velmi tvrdá voda, stálá tvrdost převažuje nad přechodnou
- Vídeňská voda - velmi tvrdá voda pro piva na pomezí světlých a tmavých.
- Voda typu Burton-upon-Trent - velmi tvrdá voda, vysoký obsah síranů, vhodná pro
svrchně kvašená, silně chmelená piva typu *ale*

(Basařová, 2010)

Tabulka 5: Složení pitných vod v některých pivovarských oblastech v mg/l

Složka	Plzeň	Mnichov	Londýn	Burton
Ca ²⁺	7	80	90	268
Mg ²⁺	1	19	4	62
Na ⁺	3	1	24	30
HCO ³⁻	9	164	123	141
SO ₄ ²⁻	6	5	58	638
Cl ⁻	5	1	18	36
NO ₃ ⁻	6	3	3	31

(www.mobilnipiovary.cz)

3.5.1.4 Vliv složení varní vody na pivo

- **Celková tvrdost** má vliv na pH sladiny (reakce Ca a Mg solí s fosfáty uvolně-
nými extrakcí sladu)
 - vyšší obsah Mg²⁺ (> 70 mg/l) → hořká a nakyslá chuť piva (Mg²⁺ působí jako aktivá-
tor enzymů)
 - nízký obsah Ca²⁺ částečně kompenzuje nepříznivý chuťový efekt hořčíku
- **Vápenaté ionty** reagují se šťavelany za vzniku nebiologických zákalů. Šťavelan
vápenatý je zodpovědný za tzv. *gushing*, tedy přepěňování piva při otevření. Na
druhou stranu vápník stimuluje činnost některých sladových enzymů podporují-
cích stabilitu α-amylázy a její ochranu proti tepelné denaturaci. Přidaný chlorid

nebo uhličitán vápenatý tlumí nechtěné zvyšování barvy sladiny a mladiny, omezuje vyluhování barevných látek a polyfenolů při vyslazování.

- **Hořečnaté ionty** ze dvou třetin pocházejí ze sladu, třetina je z varní vody. Vysoký obsah síranu hořečnatého nepříznivě ovlivňuje chuť piva.
- **Sodné ionty** – slanou chuť vyvolávají koncentrace nad 150 mg/l. Uhličitán a hydrogenuhličitán sodný nepříznivě zvyšují pH rmutů a mladin, protože reagují za vzniku fosforečnanů, které mají zásaditou reakci a pivu dávají drsnou příchut'. Obdobně působí **ionty draselné**, které se ale více tolerují, kvůli příznivým účinkům na fyziologii kvasnic a člověka.
- **Železnaté a železité ionty** – obsah železa ve vodě nad 0,2 mg/l zhoršuje zcu-křování rmutů a zvyšuje jejich barvu, tím i barvu mladiny a pěny piva (ovšem zlepšuje její trvanlivost). Způsobuje svíravou chuť. Železnaté ionty se částečně vyloučí v mlátě a kalech, ale způsobují nežádoucí nebiologický zákal. Při koncentraci Fe ve vodě přesahující 0,2 mg/l (někdy i 0,1 mg/l) se v pivovarech voda často odželežňuje, viz Úprava varní vody. **Manganaté ionty** působí podobně jako ionty železnaté, ale v malých koncentracích jsou nezbytné pro množení a lákovou výměnu kvasinek, působí jako kofaktory enzymů. **Ionty měďnaté** mají také podobné negativní účinky jako Fe^{2+} ionty, ale pro kvasinky jsou toxickejší.
- **Sírany** – jsou při fermentaci zdrojem oxidu siřičitého, který je přirozený antioxidant a podporuje koloidní stabilitu piva, zároveň je ale zdrojem pro tvorbu sulfanu. Při vyšších koncentracích mají negativní vliv na chuť piva.
- **Chloridové ionty** – chloridy podporují aktivitu sladových amylas, v koncentracích nad 100 mg/l způsobují korozi oceli. Chlorid sodný zvyšuje plnost piva, ale v koncentracích nad 400 mg/l má pivo slanou a drsnou chuť.
- **Dusitany** – limit pro obsah v pivu je stejný jako pro pitnou vodu, tedy do 0,5 mg/l. Jsou toxické pro kvasinky a v reakci s polyfenoly vzniká červené zbarvení a fenolová příchut'.
- **Dusičnany** – limit stejný jako pro pitnou vodu – 50 mg/l. Samy o sobě pivu nijak neškodí, nebezpečná je jejich redukce na dusitany.

(Basařová, 2010, www.mobilnipivovary.cz)

3.5.1.5 Úprava varní vody

Úprava pivovarské vody se dle stupně znečištění provádí prostřednictvím:

- odstranění suspendovaných látek
- odstraněním nebo snížením obsahu nežádoucích látek
- odstraněním mikrobiální kontaminace

Dle způsobu technického provedení tyto operace provádíme

- mechanickými postupy – usazování, filtrace, provzdušnění...
- fyzikálními postupy – adsorpce, destilace, elektrodialýza...
- chemickými postupy – srážení, oxidační a redukční reakce...
- biologickými postupy – při úpravě odpadních vod.

V pivovarských provozech se obvykle používá postupně několik operací dle požadavku na kvalitu. Mezi základní úpravy patří.

- Odstranění pevných nečistot – větší nečistoty z povrchových vod se usazují mechanicky na sítích, jemné kalící částice se odstraňují čířením (jako čířidlo se používá síran hlinitý a železitý, hlinitan sodný), kal se odstraní filtrací (většinou pískové filtry). Následuje dechlorace a dezodorace aktivním uhlím.
- Odželezování – železo se ve vodě vyskytuje nejčastěji v dvojmocné podobě a jako hydrogenuhličitan nebo síran. Při aereaci se v reakci s kyslíkem přemění na hydroxid železitý, který tvoří zákal a odfiltruje se.
- Odstraňování dusičnanů – vyšší obsah dusičnanů se vyskytuje hlavně u spodních vod, kam se dostává z dusíkatých hnojiv. Používají se metody reverzní osmózy, elektrodialýzy a zařízení se semipermeabilními membránami.
- Burtonizace - Přidávání síranu vápenatého neboli sádrovce do varní vody se nazývá *burtonizace*. Přídavek 300 g CaSO₄ na 100 kg sladu sníží pH vody pro rmutování a vyslazování o 0,1 stupně pH, pro stejné snížení pH u mladiny stačí 250 g sádrovce. Sádrovec může podtrhnout hořkou chuť piva, což je vhodné hlavně pro styly některé typy svrchně kvašených piv, hlavně *ale* a *stout*. Přidávání sádrovce do ležáků není časté. Proces dostal název podle města Burton, známého svou velmi tvrdou vodou vhodnou pro výše zmíněné typy piv.
- Dekarbonizace a odsolení vody – bývá nutné provádět i u dobré pitné vody. CO₂, který je buď přírodního původu, nebo ve vodě vznikl v průběhu některé z úprav, se musí z vody odstranit z důvodu ochrany vodní sítě a nádrží před korozi. To se děje větráním, zahříváním nebo chemicky za použití vápenného mléka či vod a mramorovými filtry.

- Přídavek kyselin - v praxi je vhodnější okyselovat rmuty nebo až sladinu. Přidává se kyselina sírová, chlorovodíková, mléčná.
- Odvzdušnění – musí se provádět u vody používané pro naředění HGB várek či při ředění nealkoholických a nízkoalkoholických piv na výchozí hodnotu extraktu po jejich zakoncentrování po vakuovém odpařování etanolu. Deaerace se provádí zahříváním, vakuovým odparem, za použití membránové techniky, odvětráváním oxidem uhličitým, dusíkem či vodní parou (tzv. stripování)
- Sterilace vody – sterilovat vodu je v pivovaru důležitá tam, kde by mikrobiologicky znečištěná voda mohla ovlivnit činnost kvasinek, tedy při manipulaci s nimi, na úseku kvašení a dokvašování. Mikrobiologicky čistá voda je potřeba i pro výplachy transportních sudů, do kterých se plní již pasterované pivo. Senzoricky nepříliš vhodnou, ale účinnou a často používanou metodou je přidávání chloru, v kapalně i plynné formě. Jeho baktericidní účinek spočívá v účinku kyslíku, vznikajícím rozkladem kyseliny chlorné (vznikne reakcí vody a chloru) na chlorovodíkovou. Ozonizace vody a ozařování UV-zářením jsou sterilační metody, které nezanechávají sensorické stopy (Basařová, 2010, www.diversity-pivo.blogspot.cz)

3.5.2 Slady

Základním typem sladů vyráběným ze sladovnického ječmene je světlý slad plzeňského typu a tmavý slad mnichovského typu, barvou někde mezi nimi leží slad vídeňský.

3.5.2.1 Světlé slady plzeňského typu

Slady tohoto typu dávají nízkou barvu a poskytují dostatek aktivních amylolytických enzymů. Barva těchto sladů se pohybuje v rozmezí 3-4,2 jednotek EBC. (Basařová, 2010)

3.5.2.2 Vídeňský slad

Vídeňský slad má asi dvakrát vyšší hodnotu barvy než slad plzeňský. Dnes se už nevyrábí tolik jako v minulosti, kdy se používal na zvýšení sytosti barvy ležáků. (Basařová, 2015)

3.5.2.3 *Tmavé mnichovské (bavorské slady)*

Tyto slady dávají barvu v rozmezí 11-17 EBC a používají se pro výrobu tmavých piv nebo jako přídavek ke sladu světlému. Má nižší extraktivnost a aktivitu amylolytických enzymů, zato obsahuje více bílkovin než slad světlý, což příznivě působí na stabilitu pěny.

Speciální slady

3.5.2.4 *Melanoidní slad*

Melanoidní slady mají čistě sladovou chuť a vůni bez karamelových, nahořklých nebo připálených tónů. Používají se k výrobě tmavých piv, přídavek do sypání je kolem 20%. (Basařová, 2010)

3.5.2.5 *Karamelové slady*

Tyto slady mají dle intenzity a doby pražení slabou nebo vůbec žádnou enzymatickou aktivitu a nejsou schopny samostatně zcukřit, proto mohou představovat pouze 4-8% v sypání. Komerční sladovny uvádějí možný podíl až 20-30% dle intenzity pražení. Mají výrazné aroma; způsobené hlavně dusíkatými složkami, které se projeví i v pivu. Zrno je křehčí než u světlých sladů a proto se doporučuje oddělené hrubší šrotování, aby nebyly rozemlety na mouku. (Basařová, 2015)

Dle Basařové a Čepičky (1985) se karamelové slady dělí na následující druhy:

Světlý karamel – též plzeňský nebo *carapils* se používá ke zlepšení pěnivosti a chuti světlých piv, EBC 3,5-6 j.

Střední karamel – 20-40 j. EBC, dodává sladkou, plnou chuť

Normální karamel – používaný pro výrobu tmavých piv, pluchy jsou hnědé, EBC 50-70 j.

Porterový karamel – pro speciální silná, tmavá piva. Pluchy jsou tmavě hnědé až černé, barva 100-120 j. EBC, chuť karamelová až nahořklá.

Z komerčního hlediska jsou karamelové slady děleny do několika druhů dle různých parametrů, z nichž nejdůležitější je barva, charakter vůně, vliv na pěnu a plnost chuti. Zde jsou uvedeny příklady sladů z nabídky kounické Sladovny Klusáček s jejich velmi obecnou charakteristikou:

- Caraamber – dává načervenalou barvu

- Caraaroma – zintenzivňuje sladové aroma
 - Carabelge – pro belgická medově zbarvená piva
 - Carahell – lepší pěna, sytější barva, plná chuť
 - Carapils – pěna, plnost
 - Carared – zlepšení plnosti, tmavá, načervenalá barva
 - Karamelový slad I, II, III – zlepšení plnosti, aroma, liší se intenzitou barvy
- (www.eshop.sladovna-kounice.cz)

3.5.2.6 *Barvicí slady*

Též slady *barevné*, se používají pro výrobu velmi tmavých piv, jichž by nešlo dosáhnout za použití běžného tmavého sladu. Vyrábějí se z běžného sladu navlhčením a pražením při teplotách až 225 °. Mají drsnou a trpkou chuť, které se zmírní několikátýdenním odležením. Existují i pražené slady vyráběné z odpluchovaného ječmene. Díky nepřítomnosti opražených pluch jsou piva z těchto sladů méně drsně hořká, trpká. Jsou tmavě hnědé, enzymaticky neaktivní a do sypání se dávkuje v množství max. do 5 %. Barva barvicích sladů se pohybuje mezi hodnotami 800-1500 EBC (pro srovnání: slad pšeničný má hodnotu EBC 3-5). (Basařová, 2015)

3.5.2.7 *Nakuřované slady*

Slady nakuřované se vyrábějí z ječného sladu sušeného přímými spalinami rašelinou nebo dřeva. Tento slad se používá zejména pro výrobu skotské whisky, ale také pro pivní speciály jako je německý *Rauchbier*, doslova kouřové pivo. Do sypání se nakuřovaný slad přidává v různém množství, může představovat i 100% podíl. Pivo z tohoto sladu má, jak napovídá název, doslova kouřovou, uzenou chuť. (Basařová, 2015)

3.5.2.8 *Pšeničné slady*

Do přelomu 18. a 19. století se na českém území vyráběla piva převážně ze sladu pšeničného. Přejít na používání sladu ječného tehdejší pšeničná neboli *bílá piva* z Čech zcela vytlačil, na zdejší trh se začaly vracet v posledních dvou desetiletích, a to se střídavými úspěchy. (Basařová, 2015)

V České republice se dají piva nazývat pšeničná, pokud obsahují minimálně 1/3 pšeničného sladu, způsob kvašení se nezohledňuje. V cizích zemích s tradicí pšeničných piv se do piv přidává pšeničného sladu přes 50%, zbytek tvoří nesladovaná pšenice a ječný slad.

Pšeničný slad se může přidávat např. i do ležáku, kde podporuje pěnovost a stabilitu pěny.

3.5.2.9 Proteolytické (kyselé slady)

Kyselé slady slouží k úpravě kyselosti. Přidávají se v množství 2-10% na sypání. Vyrábějí se ze zeleného nebo hotového sladu skrácením kulturou mléčných bakterií ve sladince, tím se zajistí obsah kyseliny mléčné 0,7 – 4%.

Optimální hodnoty pH rmutů jsou 5,4 – 5,2, původní hodnota pH vstírky je 5,7-6, čili je požadován pokles pH průměrně o cca 0,3-0,4. V posledních letech se však zajištění tohoto poklesu stalo problémem. Vyvolaly ho změny ve složení vodních zdrojů, změny ve složení půdního fondu a další agrotechnické faktory.

Správný pokles pH během rmutování je důležitý pro podporu enzymových reakcí a intenzivnější štěpení vysokomolekulárních látek. To má za následek zkrácení doby rmutování, získání světlejší sladiny a mladiny, rychlejší scezování, rychlejší kvašení a zrání, zlepšení pěnovosti a stability pěny a získání jemnější chuti.

Kyselost rmutu se ovšem nesmí snížit přespříliš, protože velmi nízké pH může urychlovat reakce volných radikálů, což vede ke vzniku staré chuti v pivu. Snížení pH rmutu lze krom zmíněného použití kyselého sladu dosáhnout např. odkarbo-nizováním varní vody, okyselením kyselinou mléčnou nebo biologicky okyselováním kyselým rmutem. (Basařová, 2010)

3.5.2.10 Náhražky sladu – surogáty

Náhražkami sladu se rozumí všechny suroviny v pivu, které poskytují extrakt a nejsou sladem ani chmelem. Sladové náhražky se dělí na škrobnaté, jejichž škrob je nejprve potřeba enzymaticky rozštěpit na zkvasitelné cukry, nebo náhražky cukernaté, které poskytují sacharidy přímo zkvasitelné. Důvodem k používání surogátů bývá cena či dostupnost suroviny, v tomto případě je důležité, aby surogát co nejméně ovlivňoval smyslové vlastnosti piva. Z tohoto důvodu je v Americe často používanou surovinou kukuřice či rýže, které se začaly používat z důvodu nedostatku sladu během rapidního rozvoje pivovarství ke konci 19. století.

Nahrazování sladu v objemu do 10% sypání nezpůsobuje problémy, při jejich přidávání nad 30% sypání je nutno uměle dodat enzymy a i senzorické vlastnosti piva jsou jiné. V dnešní době, kdy z celkových výrobních nákladů slad činí kolem 5%, není

příliš časté používání surogátů z ekonomických důvodů, ale spíše kvůli odlišným senzorním a technologickým vlastnostem. (Basařová, 2015)

Škrobnaté náhražky sladu

- Ječmen – použití ječmene zachovává původní smyslové vlastnosti piva. Jeho použití přináší výhody jako lepší filtrovatelnost při membránové filtraci. Nevýhodou je jeho obtížné šrotování s rizikem vzniku příliš jemného šrotu. Častou používaným při výrobě tmavých piv je ječmen pražený.
- Pšenice – sladovaná pšenice je základem německých svrchně kvašených pšeničných piv, pšenice nesladovaná je zase dominantou piv belgických. V malém množství může být přidávána i do ležáků. Přínos pšenice spočívá ve zvýšení pěnivosti, nevýhodou je zhoršení průběhu svezování, filtrování.
- Oves a žito – tyto obilniny způsobují obtíže při svezování a čerění při dokvašování. Používají se pro výrobu některých speciálních piv, kde zvyšují jejich nutriční hodnotu. Použití ovesných vloček je typické pro *Oatmeal stout*.
- Kukuřice – před zpracováním kukuřice pro pivovarské použití je nezbytné odstranění klíčku s vysokým obsahem tuku, který by výrazně zhoršil pěnivost piva. Při použití kukuřice je důležité aplikovat dekokční rmutování.
- Rýže - piva obsahující rýži jsou vícesložková, z důvodu nízkého obsahu nezkvasitelných sacharidů, a také světlejší. Rýžový podíl sypání se přibližně hodinu vaří a poté se přidává ke sladovému rmutu, čímž zvýší jeho teplotu na teplotu nižší cukrovarnou. Používá se rovněž rýže sladovaná, a to pro výrobu piv s nízkým obsahem lepku.
- Čirok – je používán při výrobě piva v tropických oblastech. Obalové vrstvy čiroku obsahují velké množství polyfenolů tvořících trpkou chuť, čirok obsahuje i hodně betaglukanů zvyšujících viskozitu.
- Triticale – je hybrid pšenice a žita. Triticale obsahuje příznivou hladinu proteolytických a amylolytických enzymů, je možné ho přidávat až do podílu 30-50% sypání. Triticale přispívá k lepší pění, zároveň ale zvyšuje viskozitu a zhoršuje filtrovatelnost.
- Brambory – při výrobě piva lze využít i bramborový škrob, který je ale zatím příliš drahý. (Basařová, 2015)

Cukernaté náhražky sladu

Cukernaté náhražky se obvykle dávkují až při chmelovaru, v množství 5-10%. Jejich použitím se zvyšuje prokvašení a obsah alkoholu v pivu, snižuje se pěnivost a ve vyšších dávkách i plnost chuti. Používají se v krystalickém i tekutém stavu.

Použit se může krystalový cukr, cukr surový (vhodný do tmavších piv), invertní cukr (forma sirupu) a škrobový cukr (sirup z bramborového nebo obilného škrobu). (Basařová, 2010)

Pro výrobu speciálních medových piv se používá včelí med. V medu obsažené jednoduché monosacharidy zkvašují společně s maltózou, způsobují vyšší stupeň prokvašení a nižší obsah skutečného extraktu. (Klusák, 2009)

3.5.3 Kvasnice

Proces výroby piva předpokládá používání kvalitních kvasnic s dobře definovatelnými, pokud možno při opakovaném použití neměnnými, vlastnostmi. Z nekvalitních nebo starých kvasnic není možné vyrobit kvalitní nápoj. (Basařová, 2010)

Pivovarské kvasinky dělíme na *svrchní* a *spodní*. V jejich správném názvosloví panuje nesoulad, Prof. Basařová doporučuje pro spodní pivovarské kvasinky používat název *Saccharomyces carlsbergensis*, popř. *uvarum*, pro kvasinky svrchní *Saccharomyces cerevisiae*.

Napodobením provozních podmínek se testují vlastnosti kvasinek a poté se třídí do skupin, podle podstatných výrobních vlastností, jako je rychlost kvašení, stupeň dokvašení, rychlost sedimentace, dále např. dle úrovně tvorby a odbourávání diacetylu či schopnosti vázat hořké látky.

Výběr kvasnic a zvolení podmínek jejich působení je tedy řízen požadovaným produktem. Na trhu je dostupná široká škála kvasinek s různými teplotními rozmezími jejich metabolismu, s různými senzory aktivními produkty kvašení, s rozdílným stupněm prokvašení, s rozdílnou flokulací; a tak je možné výběr kvasinek přizpůsobit požadovanému výsledku.

3.5.4 Chmel

Chmel pro pivovarské účely se dělí do 4 skupin, a to na chmely jemné aromatické, aromatické, chmely hořké a chmely vysokoobsažné.

Mezi jemné aromatické odrůdy patří Žatecký poloraný červeňák, pro větší výnos z něho vyšlechtěný Saaz late, německý Tettang a Spalt, dále polský Lubin. Obsahují méně α -hořké kyseliny kohumulonu než ostatní odrůdy. Nižší podíl kohumulonu (cca 25 – 30% z α -hořkých kyselin) se považuje za záruku jemnější hořkosti, neboť isokohumulon je nositelem hořkosti hrubší vzhledem k odlišným fyzikálně-chemickým vlastnostem od ostatních dvou analogů (isohumulon a isoadhumulon). (www.mzv.cz)

Tyto jemné odrůdy jsou vhodné pro druhé, třetí, případně studené chmelení. Jsou to chmely drahé, je na uvážení jich užívat pro první chmelení; jak kvůli nízkému obsahu hořkých kyselin, čili je jich nutné použít větší množství, tak kvůli tomu, že dlouhou dobou varu se jejich jemné a ušlechtilé aroma zbytečně ztrácí.

Obsah α -hořkých kyselin je nižší, kolem 3% hmotnosti v sušině. (Basařová, 2010)

Aromatické chmely obsahují více α -hořkých kyselin, mezi 3-6%. Jsou rovněž vhodné ke druhému a třetímu chmelení. Dodávají příjemnou, nedrsnou hořkost, mají už ale o něco vyšší obsah kohumulonu (kolem 40%), čili nejsou tak jemné. (Basařová, 2010)

Z českých odrůd sem patří Sládek, kříženec odrůd Žateckého poloraného červeňáku s původně anglickou odrůdou Northern Brewer. Má znamenitý vliv na vyváženou hořkost a příjemné chmelové aroma piva. Dále odrůda Bohemie, vzniklá křížením Žatecké červeňáku se Sládkem a odrůda Harmonie. Ze zahraničních jsou to např. odrůdy Cascade, Citra, australské Galaxy, německý Hallertauer, Mandarina Bavaria s jemným mandarinkovo-citrusovým aroma nebo rovněž německý chmel Perle. (Písková, 2015, www.domovarnik.cz)

Hořké odrůdy s obsahem α -hořkých kyselin kolem 8% i výše se využívají zejména pro první chmelení, kde dodají potřebnou hořkost a zároveň díky delší době varu příliš neovlivní výslednou chuť piva svou drsnější chutí a aromatem. Typickým zástupcem této skupiny je např. český Agnus nebo Rubín s intenzivně hořkým, chmelovým aroma. Ze zahraničních je to např. Northern Brewer, původně chmel anglický, dnes považován za německý, protože se pěstuje zejména tam.

Do této skupiny se řadí i tzv. *dual-purpose* chmely neboli chmely dvouúčelové. Jsou to chmely silně hořké, ale zároveň výrazně aromatické. Mohou tedy být využívány jak při prvním chmelení, pro dodání hořkosti, tak pro další chmelení, kvůli aromatu. Z českých toto splňuje např. chmel Premiant, s příjemným chmelovým aroma, ale zároveň hořký. V současnosti jsou velmi populární zahraniční dual-purpose chmely, jako

např. americký Chinook s borovicovým, kořeněným aroma, El Dorado s nádechem tropického ovoce, ovocný a zároveň zemitý Simcoe, japonský citrusový Sorachi Ace, novozélandský angrešťový Nelson Sauvín a mnoho dalších. (Basařová, 2010, Písková, 2015, www.bohemiahop.cz, www.hopproducts.cz)

Vysokoobsažné odrůdy chmele obsahují i přes 15% α -hořkých kyselin a obvykle mají horší aroma. Jsou to vesměs hybridní odrůdy a jsou vhodné na zpracování na chmelové výrobky, zejména extrakty. Patří sem německý chmel Magnum, americký Nugget či Columbus. Tyto chmely mají průměrné až ostřejší aroma a hodí se pro první chmelení nebo v granulích či tekutém extraktu. (www.brelex.cz, Basařová, 2010)

3.5.4.1 Formy přidávaného chmele

Chmel je možné do chmelovaru přidávat jak ve své původní formě, a to buď v podobě hlávek sušených tak i čerstvých (tzv. *wet hop*), používaných v období sklizně. Pro usnadnění manipulace, stabilizaci či zlepšení některých jeho vlastností, zlepšení homogenity a zvýšení výtěžnosti byly od poloviny minulého století vyvíjeny různě chmelové výrobky. Jsou to:

Chmelové přípravky vyrobené mechanickou úpravou hlávkového chmele.

Tyto výrobky je třeba skladovat při teplotě pod 4 °C. Patří sem v inertní atmosféře balený mletý práškový chmel a častěji používané chmelové pelety. Na trhu jsou k dostání v těchto variantách:

- a) Granulovaný chmel – pelety 100, připravované z usušeného rozemletého chmele lisováním.
- b) Chmelové granule – pelety 90, kde ze 100 kg chmele vznikne 90 kg pelet. Mají obvykle standardizovanou hodnotu α -hořkých kyselin.
- c) Obohacené chmelové granule – pelety 45, vyráběné rozemletím usušeného chmele po odstranění nečistot a homogenizaci a koncentraci lupulinu při silném podchlazení za teplot cca -30°C. Ze 100 kg chmele se získá 45 kg granulí s dvojnásobným obsahem hořkých kyselin.
- d) Obohacené chmelové granule – pelety 30, připravované podobně jako pelety 45, pouze koncentrace lupulinu je zvýšena na trojnásobek oproti původní hodnotě v chmelu. (Basařová, 2010)

Chmelové přípravky vyrobené extrakcí hlávkového chmele.

Sem patří chmelové extrakty, vyrobené extrakcí hořkých látek různými rozpouštědly. Dnes se z ekologických důvodů používá pouze etanol a oxid uhličitý. Extrakty mohou být jednosložkové nebo dvousložkové. Jednosložkový extrakt obsahuje pouze hořké látky a má trvanlivost v řádu let. Extrakt dvousložkový obsahuje zároveň polyfenoly (se zdravím prospěšnými a dobrými sensorickými vlastnostmi), je ale méně stabilní (je to směs extraktu z organického rozpouštědla a vodného extraktu obsahujícího zmíněné polyfenoly). Extrakty se využívají hlavně pro první chmelení pro dodání hořkosti. (Basařová, 2010)

Přípravky z chmelových silic.

Oxidem uhličitým lze extrahovat chmelové silice, které se poté ve formě roztoků, emulzí nebo prášku přidávají po fermentaci k úpravě aroma piva.

Chmelové přípravky vyrobené chemickými úpravami hlávkového chmele.

V podstatě se jedná o přípravky, kde hořké kyseliny isomerovaly chemickou cestou (za pomoci alkalických katalyzátorů). Tyto přípravky nedisponují bakteriostatickými účinky pravého chmele a piva je obsahující inklinují k přepěňování. Používají se spíše k dodatečné úpravě míry hořkosti po kvašení.

Syntetické hořké látky.

Jsou to syntetické iso- α -hořké látky, které mají strukturu podobnou struktuře hořkých látek chmele. Jsou drahé a piva z nich vyrobená vykazovala sensorické odchylky, proto se v praxi neuplatnily. (Basařová, 2010)

3.5.4.2 Dávkování chmele

Při chmelení platí zásada, že nejdříve se dávkuje chmely vysokoobsažné a hořké, chmely aromatické a jemné aromatické se přidávají až ke konci varu. Při použití chmelu hlávkového platí doporučená doba varu 90-120 minut. Pro dnes hojně používaný chmel v peletách postačí doba mezi 70-90 minutami. (Basařová, 2010)

Chmel se přidává v jedné, dvou nebo třech dávkách (u speciálních receptur lze samozřejmě množství dávek chmelu zvolit i jinak). Časové rozložení přidávání jednotlivých dávek závisí na druhu piva. Pro piva s nižší hořkostí a slabším chmelovým aromatem stačí jedna dávka po začátku chmelovaru, pro hořčejší a aromatictější piva je třeba užít buď dvě dávky – první větší po zavaření a druhou 10 - 30 min před koncem

varu, nebo tři dávky, první po začátku varu, druhou v rozmezí 45-60 minut a třetí před koncem varu. Poměry jednotlivých várek jsou variabilní, Čepička a Basařová (1993) doporučují přidat 50% chmele v první várce, 35% v druhé a 15% ve třetí. Setkat se lze i s dávkováním 25% - 50% - 25%. (Kvasný průmysl, 1993)

3.5.4.3 *Studené chmelení*

Termín studené chmelení (*dry hopping*) znamená jakékoliv přidání chmelu poté, co byla mladina zchlazena. Chmel se takto může přidávat do hlavního kvašení, do sekundárního kvašení nebo dokonce do sudů. (www.byo.com)

Principem je extrakce chmele nízkoalkoholovým roztokem (pivem) zastudena. Čím je obsah alkoholu vyšší, tím se extrahuje více látek – nejen aromat (více látek se samozřejmě extrahuje při použití vyšší teploty). Extrakci ovlivňuje také obsah CO₂ a další složky piva. Významná je především extrakce linaloolu, který je základem chmelového aroma. (www.agronavigator.cz)

Výhody a nevýhody studeného chmelení

Díky tomu, že nedochází k žádným ztrátám silic varem, studeným chmelením lze získat maximum chuti a aroma z chmelu. Toho je využíváno při výrobě piv zejména stylu IPA, APA nebo pale ale, kde jsou požadovány intenzivní květinové, ovocné a kořeněné chmelové aroma.

Chmel přidávaný za studena tedy výrazně ovlivňuje chuť a vůni, hořkost je zvýšena jen nepatrně či vůbec. Chmel přidávaný za studena také může být; vzhledem k tomu, že není sanitován varem, zdrojem možné infekce. Pokud je přidán do hlavního kvašení, je toto riziko nižší, vzhledem ke kompetici nežádoucí mikroflóry s intenzivně pracujícími kvasinkami. Při přidání k sekundárnímu kvašení je růst nežádoucí mikroflóry omezován obsahem alkoholu a nižším pH.

Piva chmelená za studena mají sníženou senzoryckou stabilitu, jsou náchylnější k oxidaci. Tento způsob chmelení je využíván hlavně menšími pivovary, které mají lepší příležitost k experimentům a jejichž pivo má většinou výrazně kratší datum minimální trvanlivosti (www.vitalia.cz, www.byo.cz)

Na studené chmelení jsou vhodné jemné aromatické chmely s nižším obsahem α -hořkých kyselin. Vhodnými chmely ke studenému chmelení jsou např. americké odrůdy odrůdy *Cascade*, *Citra*, *Amarillo* s převážně citrusovým a tropickým aroma, z německých odrůd např. *Hallertau* s jemným, květinovým aroma či britský *Golding*

s jemným, chmelovým aroma, a spoustu dalších; dnes je na trhu nespočet chmelových odrůd a možnosti experimentování s nimi jsou bez hranic. Dávkování chmele je různé, hodnoty nad cca 400g chmelových pelet na 1 hl piva už ovšem mohou způsobovat trvanatou až olejnatou příchut'.

(www.eshop.sladovna-kounice.cz, www.byo.com)

3.6 Vybrané vlastnosti piva a jejich ovlivnění

3.6.1 Hořkost

Hořkost piva závisí na množství a kvalitě použitého chmele a následném rozpouštění a izomeraci hořkých kyselin. Jistý podíl na výsledné hořkosti mají i polyfenoly vyluhované z pluch v procesu vyslazování, tato hořkost je nežádoucí a lze jí zamezit správným postupem vyslazování. Vyšší stupeň vyluhování nepříjemně hořké chuti z pluch podporuje použití tvrdé, karbamátové vody⁴. Tvrdá voda obecně zhoršuje (zdrsňuje) charakter hořkosti, výrazný je vliv hořčíkových iontů.

Čerstvé chmely aromatických odrůd, u nás je nejznámějším Žatecký poloraný červeňák, dávají pivu příjemnou a jemnou hořkost. Naopak chmely vysokoobsažné hořké či staré a zoxidované hořkost drsnější až nepříjemnou.

V neposlední řadě mají na hořkost vliv použité kvasnice. Pokud jsou nekvalitní a ve špatném stavu, netvoří se dostatečná deka a tím se z mladiny vyloučí méně hořkých látek; výsledná hořkost tím bude vyšší, než bylo zamýšleno. Propadání deky rovněž zvyšuje hořkost a zároveň snižuje její jakost. (Němeček, 2011)

V Evropě se jako míra hořkosti piva užívá jednotka EBU (European Bitterness Unit), mimo Evropu a dnes i v Evropě je častěji užívána IBU (International Bitterness Unit). Jedna jednotka IBU znamená, že v jednom litru piva je jeden miligram iso- α -hořkých kyselin. (www.pivnirecenze.cz)

Hořkost piva se obvykle měří spektrofotometricky po vytřepání hořkých látek do isooktanu měřením absorpance při 275 nm. (Basařová, 2010)

Ne vždy vyšší IBU znamená automaticky i sensoricky více hořké pivo. Někdy se může stát, že piva s vyšší IBU se paradoxně jeví méně hořká než piva s IBU nižší. Vyšší obsah iso- α -hořkých kyselin může být zastřen například jinými výraznějšími chutěmi;

⁴ Karbamátová tvrdost vody je tvrdost přechodná, způsobená vysokým obsahem hydrogenuhličitanu vápenatého, jehož vysrážením vzniká uhličitan vápenatý – vodní kámen.

složky pív silných, výrazně sladových nebo alkoholových mohou hořkost zastřít, a ačkoliv je IBU vysoká, piva se jeví jako méně hořká. (www.pivnirecenze.cz)

Mezi nejvíce hořké pivní styly patří piva typu *IPA*, *APA*, *Russian Imperial Stout*, IBU se zde pohybuje kolem 80-120. Nejméně hořká bývají piva pšeničná a piva spontánně kvašená – *lambic* a *geuze*, IBU kolem 5-15. IBU u nás oblíbených hořčejších ležáků se pohybuje mezi 30 a 50.

3.6.2 Pitelnost piva

Pitelnost piva je všeobecně chápána jako vlastnost piva, která nabádá konzumenta k dalšímu napití. Spočívá v celkové harmonii chuti, vůně a vzhledu tohoto nápoje; zákazník se musí těšit na další sklenici. Lze předpokládat, že pivo pobízející k dalšímu napití (pitelnější pivo), bude konzumováno rychleji než pivo méně pitelné. (Kvasný průmysl, 2011)

Míra pitelnosti je u různých pivních stylů odlišná. Vysoká pitelnost se předpokládá u ležáků, kdy vypít tři, čtyři i více půllitrů není problém. Naopak u pív IPA (*India pale Ale*) není podstatnou vlastností stylu. Důraz je zde kladen na intenzitu chuťového zážitku. (Pivo, Bier&Ale, 2015)

3.6.3 Říz

Říz je způsoben uvolňováním bublinek oxidu uhličitého (ideálně vzniklého spontánně při dokvašení či dodaného umělou cestou) v ústní dutině při napití. Se stoupajícím řízem stoupá tzv. *osvěžující účinek* piva, ovšem piva řízná příliš snižují pitelnost kvůli svým nadýmavým účinkům.

Dosycení mladého piva oxidem uhličitým je jedním z hlavních cílů dokvašování. V podmínkách dnešních pivovarů není problém upravit finální množství CO₂ v pivu pomocí přetlačných tanků a proto v této práci není říz rozebírán dopodrobna.

V pivovarnictví existují jisté zvyklosti, jak moc řízný by zvolený pivní styl měl být. Například piva pšeničná, oblíbená pro svoje osvěžující vlastnosti, mají velmi vysoký říz, naopak piva typu *stout* či *porter*, čili piva těžká a silněji alkoholová, se vyznačují řízem nízkým. Říz českých ležáků se pohybuje v oblasti střední až vyšší.

Tabulka 6: Obvyklé nasycení pro různé pivní styly

	Vol. US	c _{CO2} [g/L]
British Style Ales	1,5 - 2,0	2,9 - 3,9
Belgian Ales	1,9 - 2,4	3,7 - 4,7
American Ales and Fruit Lambic	2,2 - 2,7	4,3 - 5,3
Porter, Stout	1,7 - 2,3	3,3 - 4,6
European Lagers	2,2 - 2,7	4,3 - 5,3
Lambic	2,4 - 2,8	4,7 - 5,5
German Wheat Beer	3,3 - 4,5	6,5 - 8,8

(www.diversity-pivo.blogspot.cz)

3.6.4 Pěnovost

Pěnovost piva souvisí s výše zmíněným řízem. Pozitivně koreluje s obsahem dusíkatých látek, především hydrofobních bílkovin ze sladu a chmele. Naopak lipidy pěnovost piva snižují. Dále je znám destabilizující vliv etanolu na pěnu, pěnovost klesá se stoupajícím obsahem alkoholů a esterů v pivu. Toto můžeme v praxi vidět na pivech typu *ale*, která se tradičně podávají s pěnou minimální.

Ve varním procesu pěnovost zvyšuje vyšší teplota vystírky či surogace obiloviny zvyšujícími obsah bílkovin, pozitivní vliv na pěnovost byl prokázán zejména u pšenice a amarantu.

Z tlačných médií pěnovost podporuje vzduch a dusík. (Basařová, 2010)

3.6.5 Barva

Barva piva je první znak, kterého si spotřebitel všimne a podle kterého identifikuje svůj oblíbený nápoj. Vychází ze surovin nebo je vytvářena během výrobního procesu. Uplatňuje se zde Maillardova reakce, karamelizace a oxidace polyfenolů. V dnešní době se barva piva hodnotí podle hodnoty absorpance při 430 nm v kyvetě o tloušťce 1 cm zfiltrovaného a 25x zředěného piva. Výsledek se uvádí v jednotkách EBC, což je zkratka pro European Beer Consortium.

Ležák českého typu mívá hodnotu EBC kolem 8, polotmavá piva mezi 20 až 50 a černý, zcela neprůhledný *stout* dosahuje hodnot EBC až přes 100. (Basařová)

O barvě výsledného piva rozhoduje hodnota EBC použitého sladu jen do určité míry. Barva piva krom použitých sladů závisí rovněž na technologii. Dekokční rmutování barvu zvyšuje, stejně tak je důležitá intenzita a délka varu. (Lehrl, 2014)

3.6.6 Obsah esterů

Pokud je řeč o nejoblíbenějším českém pivu – ležáku, je požadováno co nejmenší množství obsažených esterů, vnášejících cizí, nežádoucí chuť a aroma. U některých pivních stylů jsou ovšem estery žádoucí, dávají pivu ovocné, květinové, kořeněné vůně a chuti. Piva, kde je přítomnost esterů velmi výrazná a rozpoznatelná, jsou piva pšeničná. Typický je pro ně ester *isoamyl acetát*, dávající banánové aroma a *4-vinyl quajakol* s aroma hřebíčkovým.

Obsah esterů v pivu lze ovlivnit těmito faktory:

- Použít kmen kvasinek bohatě estery produkující
- Málo provzdušnit nebo neprovzdušnit mladinu – menší provzdušnění = více esterů
- Vhodně řídit teplotu kvašení – obecně vyšší teploty, přibližně mezi 12-25°C, dávají více esterů
- Zvolit rmutovací profil podporující vznik esterů

3.6.6.1 Rmutovací postup zvyšující množství esterů v pivu

Při snaze vyrobit výrazně esterové pivo je důležitý poměr glukózy a maltózy ve sladince. Čím více glukózy v poměru k maltóze bude obsahovat, tím více esterů kvasinky vyprodukují. Enzym *maltasa* (α -glukosidasa), který štěpí maltózu na dvě molekuly glukózy, má nízké teplotní minimum: 30-40°C.

Dle toho je upraven rmutovací postup:

- Teplota vstírky by měla být **30 °C**, aby se zvýšila aktivita enzymu maltázy a koncentrace glukózy při přípravě prvního rmutu
- **2/3** díla se nechají stát při teplotě 30°C, **1/3** díla se zahřívá na nižší cukrotvornou teplotu a nechá se přibližně 30 min zcukřovat
- Po spojení rmutů by mělo být dosaženo teploty maximálně 40 °C, která se nechá působit přibližně 30 min. Toto je nejdůležitější krok rmutování, kdy je **maltáza stále** aktivní a z maltózy vzniklé při nižší cukrotvorné teplotě vzniká glukóza
- Poté se rmutování dokončí při vyšší cukrotvorné **teplotě 72 °C**

(www.pivo-pivo.cz, Basařová, 2010, www.blotariandotcom.files.wordpress.com)

Vliv rmutování na obsah esterů byl potvrzen i výzkumem časopisu Kvasný průmysl z roku 2005, viz způsoby rmutování. Dle výzkumu se esterová chuť snižovala v pořadí: jednokrokové dekokční rmutování, dvourmutové, infuze, nejméně esterů zajišťuje postup třírmutový. (Kvasný průmysl, 2005)

3.6.7 Vlastnosti nežádoucí, jak vznikají

- Diacetylová vůně a chuť⁵
- Acetaldehydová vůně a chuť⁵
- Vůně a chuť po zelenině – dimethylsulfid⁵
- Esterová vůně chuť⁵⁶
- Připálená vůně a chuť – vzniká připálením při nedostatečném míchání během rmutování, při použití velkého množství pražených sladů
- Medicinální – chlorfenolová. Vyskytuje se u piva vařeného ze silně chlorované vody či při nedostatečném oplachu po sanitaci za použití prostředků obsahujících chlor. Při používání vody z vodovodního řádu je řešením nechat varní vodu odstát přes noc, aby chlor vyprchal či ho odstranit filtry nebo chemickou cestou.
- Oxidační chuť – projevuje se jako tzv. stařinka, vlhký karton, papír, drsná chuť. Tato chuť je způsobena kontaktem vzdušného kyslíku s pivem. Jediný krok, kdy má být dílo pořádně vystaveno působení kyslíku, je provzdušnění mladiny před zakvašením. Není vhodné nechávat mladinu před zakvašením příliš dlouho stát. Stáčet do lahví je dobré za použití protitlaku. (Pivo, Bier&Ale, 2016)

3.7 Charakteristika některých pivních stylů

3.7.1 Ležák

Ležák je čiré, žluto-zlaté pivo, s vyváženou plností a hořkostí, spodně kvašené. Používá se světlý plzeňský slad, doplněný např. karamelovým pro barvu nebo pšeničným pro pěnivost.

⁵ Viz kapitola *Tvorba metabolitů při kvašení*

⁶ Je třeba zmínit, že míra tolerance jednotlivých nežádoucích chutí a vůní závisí na daném pivním stylu. Jak již bylo zmíněno, u ležáků je např. tolerance esterů minimální, u svrchně kvašených piv jsou estery naopak žádoucí. Podobné je to s dalšími látkami, např. diacetyl.

Tradiční český ležák má být vyráběn dekokčním rmutováním, zajišťujícím správnou plnost a pitelnost. Tradičním chmelem v Česku používaným pro ležáky je Žatecký poloraný červeňák. Pro ležák je typický dlouhá doba zrání (kolem 5 týdnů) při teplotách kolem 0°C. Více o ležáku v kapitole *České pivo*.

3.7.2 IPA

India Pale Ale je svrchně kvašené pivo, s výrazným ovocným aroma pocházejícím jak z chmele, tak esterů. U stylu IPA se obecně netoleruje diacetyl, naopak je požadována výrazná esterovost. Tato piva jsou intenzivně aromatická, silně *hořká*, tělo mají středně plné. Barva piva je zlatá až měděná. U tohoto stylu je často používáno studené chmelení. Hořkost se pohybuje kolem 70 jednotek IBU. (Pivo, Bier&Ale, 2015)

Základní surovinou je slad *pale ale*, doplněný dalšími slady pro vyšší barvu, pěnovost či plnější chuť, např. různé karamelové, nízký přídavek pšeničného apod. Rmutuje se infuzním způsobem, který je typický pro svrchně kvašená piva. Používají se kvasnice svrchního kvašení, speciální pro styl *ale*, s vyšší tvorbou esterů.

3.7.3 APA

Linie dělicí styly *India Pale Ale* a *American Pale Ale* je více než tenká. Obecně lze říci, že piva stylu IPA dominují svojí hořkostí, zatímco APA je ve sladovém těle a hořkosti více vyvážená. Ačkoliv slovo *pale* znamená světlý, američtí sládci si tímto hlavu příliš nelámou. APA je tmavě zlatá, měděná i klidně dohněda zbarvená. Hořkost je o něco slabší než u stylu výše, 30 -50 IBU. Vůně je ovocná, borovicová, pryskyřičná. Diacetyl je přípustný na nízké úrovni, esterové vůně jsou střední. Na chmelení jsou používány americké odrůdy jako Cascade, Centennial, Columbus, Amarillo..

Poměry používaných sladů kolísají kolem 70% pro světlý ale, zbytek doplňuje slad mnichovský a karamelový. Používají se kvasnice určené pro tento styl. Varní voda má být tvrdá, minerální. (Pivo, Bier&Ale, 2016)

3.7.4 Stout

Stout je svrchně kvašené pivo se silnými praženými, kávovými a čokoládovými tóny. Typický je pro něho vyšší obsah alkoholu, který se běžně pohybuje i mezi 7-8%. Je velmi tmavé, proti světlu neprůhledné tmavohnědě-černé barvy a má mít hustou, krémovitou pěnu.

Na *stout* se obvykle používá světlý slad nebo slad mnichovský v kombinaci např. se slady karamelovými, barvicími; často se přidává nesladovaný pražený ječmen pro již zmíněné pražené tóny. Rmutování je infuzní. Široká je škála používaných chmelů, kde záleží čistě na výrobcí. Pražený ječmen dodá natolik intenzivní chuť, která zakryje jemné nuance mez různými chmely. Použit se může např. *Challenger*, *Fuggle*, *Cascade*, *Chinook*, *Columbus*, *Magnum* a další.

Různé variace *stoutu* dávají prostor experimentům. Zvolit můžeme např. *Dry stout*, který je sušší, slabší a kávový. Jeho opakem je *Imperial Stout* s obsahem alkoholu až 10% a s bohatou chutí. Zajímavostí je tzv. *Milk Stout*, kam je přidávána pro kvasinky nestravitelná laktóza, která v pivu zůstává a dodává mu plnou a nasládlou chuť. Rozšířený je rovněž *Oatmeal stout*, kam jsou přidávány ovesné vločky, které dávají pivu plnost a zároveň vyšší viskozitu kvůli vyššímu obsahu tuku a bílkovin. Dále je možné základní recept na stout obohacovat kávovými či kakaovými boby nebo např. kokosem. (www.alkoholium.cz)

3.7.5 Pšeničné pivo

Pšeničné svrchně kvašené pivo, neboli také *bílé pivo*, německy *Weissbier*, je v České republice opět populární. Toto pivo bylo u nás na trhu dominantou od 16. století, ve století 19. ale vymizelo s nástupem spodního kvašení. (www.vitalia.cz)

V základní variantě se jedná o světlé, středně zakalené pivo žluté barvy, silně nasycené, slabě chmelené a se silným esterovým aroma. Na jeho výrobu se používá 1/3 až 1/5 pšeničného sladu, zbytek tvoří např. slad plzeňský světlý, někdy doplněný dalšími slady dle požadovaných vlastností. Rmutuje se infuzně. Důležité jsou kvasinky, používají se speciální pro tento styl, dávající hřebíčkové a banánové vůně a chuti.

4 MATERIÁL A METODIKA

V praktické části práce bylo vyrobeno 9 vzorků pív; 3 piva spodně kvašená, 2 piva pšeničného typu, 3 piva typu ale a 1 pivo speciální. Po uplynutí doby zrání byla piva analyzována na automatickém analyzátoru FermentoFlash, HPLC metodou a dále posouzena senzoričky.

4.1 Vaření pokusných pív v malém množství

4.1.1 Postup výroby piva

Odvážený slad byl šrotován na univerzitním dvouválcovém mačkadle sladu ROMILL MS100. Pro rmutování a chmelovar byl použit hrnec zn. Bielmeier o objemu 20 l a dále dostupné laboratorní náčiní.



Obrázek 3: Šrotovník Romill
(www.utp.af.mendelu.cz)



Obrázek 2: Varný hrnec Bielmeier
(www.bielmeier.cz)

Použitá voda splňovala požadavky na vodu pitnou a byla brána z vodovodního řádu. Základem většiny pív byl pšeničný slad ze sladovny Bernard, dále byl použit slad mnichovský, slady karamelové, slad čokoládový, slad pšeničný, melanoidní slad a slad barvicí. Chmely a typy kvasnic jsou uvedeny u každé receptury a přiblíženy níže.

Po pošrotování sladu následovala vystírka při teplotách uvedených u jednotlivých receptur, poté byly aplikovány různé rmutovací postupy. Zda byl vzorek správně zcukřen, bylo zjišťováno jodovou zkouškou. Následovalo „přepuštění“ rmutu do scezovací nádoby s perforovaným dnem a odpočinek cca 20 minut, poté přišlo na řadu scezování a vyslazování.



Obrázek 5: Scezování



Obrázek 4: Jodová zkouška

Chmelovar probíhal při částečném zakrytí víkem, cílem bylo dosáhnout intenzivního bublavého varu. Po 90 minutách varu byla mladina zchlazena spirálovým chladičem na zákvasnou teplotu, která u piv spodně kvašených činila kolem 10 °C, u piv spodně kvašených kolem 20 °C. Následoval „whirlpool, v našem případě roztočení mladiny vařečkou a odpočinek kolem 15 minut pro usazení chmelových kalů a dalších usazenin uprostřed hrnce.



Obrázek 6: Chmelovar



Obrázek 7: Chlazení na zákvasnou teplotu

Zchlazená mladina byla opatrně přepuštěna do kvasné nádoby a ta v případě spodně kvašených piv dána kvasit do teploty kolem 8 °C, v případě piv svrchně kvašených nechána kvasit v laboratorní teplotě, čili kolem 24 °C. Po ukončení hlavního kvašení byla piva přepuštěna do lahví, většinou PET lahví o objemu 1l a nechala se dokvasit.



Obrázek 8: Přepouštění na hlavní kvašení



Obrázek 9: Hotové pivo

4.1.2 Použité chmely:

- *Agnes* - česká hořká odrůda chmele vyšlechtěná z hybridního potomstva odrůdy Žatecký červeňák, Sládek, Northern Brewer, Bor a Fuggle, jedná se o hořkou chmelovou odrůdu, která má výrazně chmelové až kořenité aroma. Obsah alfa kyselin 9-14%.
- *Žatecký poloraný červeňák* - tradiční česká jemná aromatická odrůda s širokým použitím, typická pro český ležák plzeňského typu. Dává jemnou chmelovou vůni. Obsah alfa kyselin 3,9 %.

- *Chinook* - americká odrůda se středně výrazným aromatem, borovicové, kořenité tóny. Obsah alfa kyselin 12-14%.
- *Equinox* - americký aromatický chmel, aroma je výrazně citrusové, s tóny tropického ovoce. Obsah alfa kyselin: 13,4 %.
- *Cascade* - aromatická odrůda s aroma grapefruitu s květinovými tóny. Charakterizuje ji středně silné aroma grapefruitu s květinovými tóny a nižší hořkost. Je vhodná pro pozdní a studené chmelení, zejména u pivního stylu IPA, APA. Obsah alfa kyselin 4,5-7%.
- *Sorachi Ace* – chmel vyšlechtěný v Japonsku, mimo jiné také ze ŽPČ. Výrazné citrusové aroma a výrazná hořkost. Obsah alfa kyselin 10-16%
(www.brelex.cz, www.domovarnik.cz)

4.1.3 Použité kvasnice:

- *Kvasnice spodní tekuté* ze školního minipivovaru
- *Safbrew T-58* - speciální kvasnice svrchního kvašení selektované pro svou esterovou vůni, s pepřovými a kořenitými tóny
- *Safbrew WB-06* - speciální kvasnice určené pro fermentaci pšeničných piv, vytvářejí nepatrnou esterovou a fenolovou příchuť typickou pro pšeničná piva..
- *Safbrew S-33* – odolné kvasnice s neutrální vůní, čímž se dají využít pro širokou škálu svrchně kvašených piv
- *Safale US-05* - svrchní kvasnice určené pro Ale amerického typu, produkují vyvážená piva s nízkým obsahem diacetylu, svěží chutí a stabilní pěnou
(www.domovarnik.cz)

4.2 Receptury jednotlivých piv

Receptury jednotlivých piv byly vymyšleny se záměrem uvařit pestrou škálu vzorků, od piv spodně kvašených po piva svrchní. Kvůli dostupnosti nebyly vždy použity suroviny, které by byly nejvhodnější, občas se vystačilo s kompromisy.

Většina vzorků je na české poměry poněkud „slabá“, převažují piva se stupňovitostí pod 11° EPM. V některých případech je to záměr, kdy byla snaha vytvořit piva letní, pitelná ve větší míře. V menšině případů o záměr nešlo a vznikla piva o nižší

stupňovitosti, než bylo zamýšleno- Svou roli může hrát neefektivní vyslazování, technologické nedokonalosti a v neposlední řadě nedostatečná zkušenost autorky.

Vzorek 1 – „Světlé spodně kvašené 1“

Tabulka 7: Receptura Vzorek 1

Slad	Rmutování - infuzní	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad 100%	38 °C 10 min.	90 min. ŽPČ 43%	spodní tekuté
	52 °C 10 min.	45 min. ŽPČ 43%	
	62 °C 30 min.	5 min Sorachi Ace 14%	
72°C do úplného zcukření			
78 °C 5 min			

Jedná se o pivo vyrobené spodním kvašením, původní stupňovitost dle analyzátoru Fermento-Flash byla 10,7. Chmel Sorachi Ace byl použit pro dodání citrusového nádechu a výraznější hořkosti.

Vzorek 2 – „Světlé spodně kvašené 2“

Tabulka 8: Receptura Vzorek 2

Slad	Rmutování - infuzní	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad 100%	38 °C 10 min.	90 min. Agnus 12%	spodní tekuté
	52 °C 30 min.	45 min ŽPČ 73%	
	62 °C 30 min.	5 min. ŽPČ 15%	
72°C do úplného zcukření			
78 °C 5 min			

Rovněž pivo spodně kvašené, EPM dle analyzátoru 9,7. Použité chmely jsou typické pro spodně kvašená piva.

Vzorek 3 – „Světlé spodně kvašené 3“

Tabulka 9: Receptura Vzorek 3

Slad	Rmutování - infuzní	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad: 100%	38 °C 10 min.	90 min. Agnus 43%	spodní tekuté
	52 °C 10 min.	45 min. Agnus 43%	
	62 °C 35 min.	5 min. Sorachi Ace 14%	
72°C do úplného zcukření			
78 °C 5 min			

Silnější spodně kvašené pivo, původní stupňovitostí mladiny 14,7 spadá do kategorie *speciální*. Chmelová odrůda Agnus dodává výraznější hořkost, Sorachi Ace dodán pro svěží citrusový nádech.

Vzorek 4 – „Pšeničné světlé“

Tabulka 10: Receptura Vzorek 4

Slad	Rmutování *	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad 54%	30 °C 5 min.	90 min. ŽPČ 38%	Safbrew WB-06
pšeničný slad 46%	1/3 díla 62 °C 30 min.	45 min. ŽPČ 24%	
	tato 1/3 poté 100 °C 20 min.	5 min. ŽPČ 38%	
	spojení rmutů: 40 °C 30 min.		
	72 °C do úplného zcukření		
	78 °C 5 min.		
* rmutovací profil pro zvýšený obsah esterů, viz kapitola v 3.6.6 Obsah esterů			

Pšeničné pivo svrchně kvašené vyrobené z necelé poloviny světlého pšeničného sladu. Byl zvolen speciální rmutovací postup, který má dodat silné hřebíčkové a banánové aroma. Jako chmel byl zvolen *Žatecký poloraný červeňák* pro svoji velmi jemnou hořkost. Chmeleno bylo velmi mírně, u pšeničných piv nemá hořkost dominovat. EPM 11,5.

Vzorek 5 – „Pšeničné polotmavé“

Tabulka 11: receptura Vzorek 5

Slad	Rmutování	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad 37%	32 °C 5 min.	90 min. ŽPČ 56%	Safbrew WB-06
pšeničný slad 37%	1/3 díla 62 °C 30 min.	45 min. ŽPČ 28%	
Carared 15%	tato 1/3 poté 100 °C 20 min.	5 min. ŽPČ 16%	
Carawheat 11%	spojení rmutů: 40 °C 20 min.		
	72 °C do úplného zcukření		
	78 °C 5 min.		

Obdobně jako u pšeničného světlého byl zvolen rmutovací postup pro zvýšený obsah esterů. Do sypání byl zvolen podíl sladu *Carared* pro načervenalý nádech a dále *Carawheat*, což je rovněž karamelový slad, ale pšeničný. EPM 10,2.

Vzorek 6 – „White IPA“ (kombinace stylu IPA a pšeničné)

Tabulka 12: Receptura Vzorek 6

Slad	Rmutování	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad 50%	52 °C 20 min.	90 min. Equinox 36%	Safbrew S-33
pšeničný slad 50%	72 °C do úplného zcukření	45 min. Equinox 18%	
	78 °C 5 min.	5 min. Cascade 46%	

White IPA je novým stylem či spíše podstylem. Vychází z pšeničného piva, které má být zakalené a esterové; a zároveň se inspiruje stylem IPA a jeho výraznou ovocnou

hořkostí. Výsledkem je lehce kontroverzní osvěžující pšeničné pivo, ale výrazně hořké. EPM 8,2. Mělo by se jednat o letní nápoj.

Vzorek 7 – „American Pale Ale“

Tabulka 13: Receptura Vzorek 7

Slad	Rmutování	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad 86%	52 °C 20 min.	90 min. Equinox 30%	Safbrew S-33
karamelový slad 14%	72 °C do úplného zcukření	45 min. Equinox 30%	
	78 °C 5 min.	5 min. Cascade 40%	
		dry hop Cascade 8%	
		dry hop Equinox 8%	

APA je svrchně kvašené hořké pivo, chmelené americkými chmely. Může být zlaté i nahnědlé. Bylo zde použito studené chmelení, které pivu dodává výrazné aroma po použitím chmelu, zároveň ale vůbec či jen minimálně zvyšuje jeho hořkost. EPM 11,2, IBU 69.

Vzorek 8 – „Tmavá IPA“

Tabulka 14: Receptura Vzorek 8

Slad	Rmutování	Chmel	Kvasnice
plzeňský slad 75%	52 °C 20 min.	90 min. Chinook 20%	Safale US-05
melanoidní slad 21%	62 °C 15 min.	20 min. Cascade 28%	
barvicí slad Carafa 4%	72 °C do úplného zcukření	20 min. Equinox 28%	
	78 °C 5 min.	5 min. Casade 8%	

Styl IPA je výrazně hořký, v hořkosti a sladovosti není tolik vyrovnaný jako APA. Podíl melanoidního a barvicího sladu zajišťuje tmavě hnědou barvu. EPM 9,3, IBU 93.

Vzorek 9 – „Speciální Vánoční“

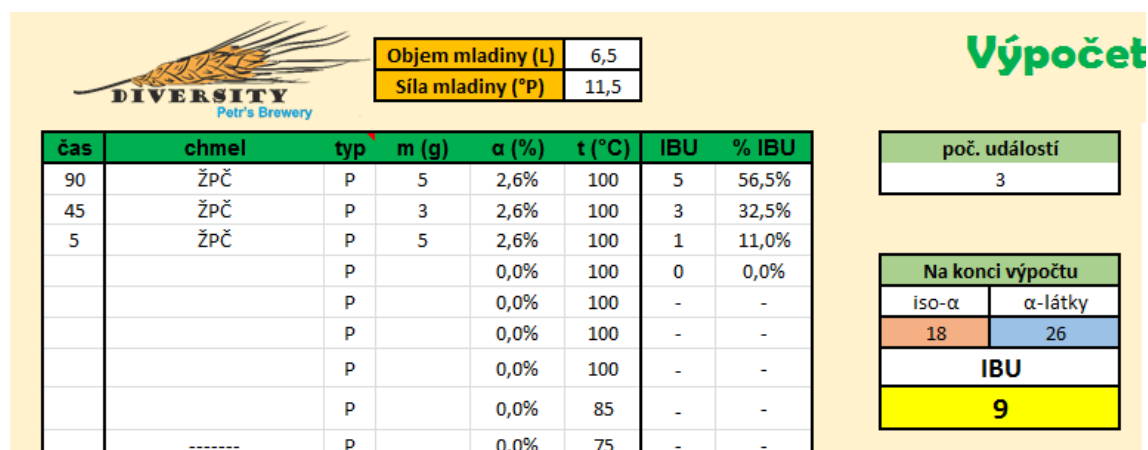
Tabulka 15: Receptura Vzorek 9

Slad	Rmutování	Chmel	Kvasnice
mnichovský 58%	38 °C 10 min.	90 min. Chinook 60%	Safbrew T-58
Caraamber 20%	52 °C 10 min.	45 min. Chinook 24%	
Carared 20%	62 °C 20 min.	5 min. Chinook 16%	
Čokoládový 2%	72 °C do úplného zcukření		
	78 °C 5 min.	+ pomerančová kůra, hřebíček, badyán	

Cílem bylo vytvořit speciální svrchně kvašené pivo pro vánoční čas. Do chmelovaru byla přidána pomerančová kůra, hřebíček a jeden kousek badyánu. Toto pivo bylo analyzováno dvakrát, s odstupem pěti měsíců.

4.3 Výpočet IBU

Obsah iso- α -hořkých kyselin v mg na 1 l piva, neboli IBU, byl zjištěn subjektivně výpočtem programem volně dostupným na internetu. Správnost výpočtu programem byla ověřena na jiných volně dostupných pivovarských serverech (např. <https://www.brewersfriend.com/ibu-calculator/>) Program bere v potaz dobu varu dané části přidávaného chmele, obsah α -hořkých v chmelu, množství chmelu, objem mladiny o 20°C a stupňovitost mladiny. Na obrázku ukázka výpočtu hořkosti vzorku č. 4, světlého pšeničného piva.



Obrázek 8: Příklad výpočtu IBU pšeničného piva www.divesity.cz

4.4 Analýza piv pomocí analyzátoru piva FermentoFlash

Analýzátor piva *FermentoFlash* firmy Funke Gerber umožňuje rychlou analýzu základních parametrů piva, jako je obsah alkoholu v hmotnostních a objemových procentech, extrakt, zdánlivý extrakt, původní stupňovitost mladiny, hustotu a osmotický tlak.

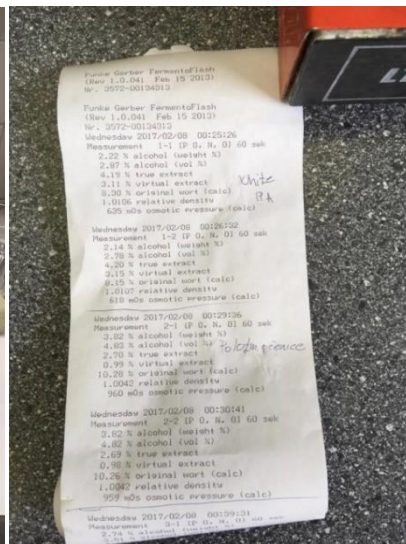
Vzorek piva (přibližně 10 ml) je nasát do přístroje pomocí pumpy. Obsah alkoholu, extrakt a hustota jsou zjišťovány na principu termické analýzy, odvozeným výpočtem je dopočítána původní stupňovitost mladiny, zdánlivý extrakt a osmotický tlak. (www.funke-gerber.de)

4.4.1 Příprava vzorků a vlastní analýza

Vzorek piva je odplyněn důkladným vytřepáním. Následně je přefiltrován pomocí filtračního papíru; do přefiltrovaného vzorku je ponořena nasávací jehla, která si automaticky odebere 10 ml vzorku, který je pumpou nasát do přístroje. Po rychlém měření připojená tiskárna vytiskne výsledné údaje a po jedné minutě je měření automaticky zopakováno, každý vzorek je tedy měřen dvakrát.



Obrázek 9: FermentoFlash. Foto vlastní



Obrázek 10: Výsledek analýzy na přístroji Fermento-Flash. Foto vlastní

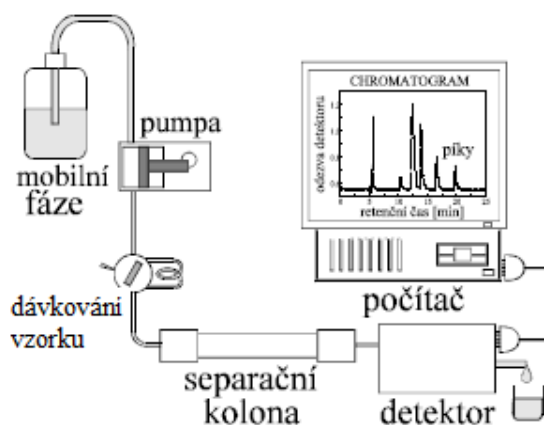
4.5 Analýza piv HPLC metodou

High performance (někdy pressure) liquid chromatography, tedy vysoce účinná kapalinová chromatografie, se řadí mezi analytické separační metody se širokou škálou analytů.

Analýza spočívá v distribuci analytu mezi mobilní a stacionární fází. Zadržování rozpuštěné látky stacionární fází způsobuje, že migruje menší rychlostí, než je průměrná rychlost mobilní fáze. Molekula složky stráví v koloně určitou dobu, která se nazývá retenční čas. Čím déle stráví analyt ve stacionární fází, tím později je eluován a má retenční čas delší.

Mobilní fází je kapalina, která je kolonou protlačována pomocí pumpy za vysokého tlaku. Mobilní fáze může být voda, vodný roztok anorganické či organické soli, kyseliny, pufr či směs vody/vodného roztoku a/nebo organických rozpouštědel.

Využitelné jsou všechny možné mechanismy separace - adsorpce, rozdělování na základě různé rozpustnosti, iontová výměna, molekulově síťový efekt nebo specifické interakce v afinitní chromatografii. (Dohnal, Kadlčková 2013)



Obrázek 11: Schéma chromatografu (Dohnal, Kadlčková 2013)

Na HPLC analýzu byla použita sestava z přístrojů firmy Ecom. Sestava se skládá z dvoupístové pumpy LCP 400, dávkovacího ventilu D, termostatu kolon LCO 101, kolony Watrex a refraktometrického detektoru RIDK-102.

Jako mobilní fáze byla použita deionizovaná voda pro HPLC a kyselina sírová. Použité standardy byly čistoty HPLC o koncentraci nástřiku 1g/100 ml.

4.5.1 Podmínky analýzy

- kolona: Watrex, ocelová 8x300 mm
- náplň kolony: Ostion LG KS 0800 H⁺ 10 μm
- teplota: 30 °C
- mobilní fáze: 0,05M H₂SO₄
- průtok: 0,5 ml/min
- nástřik: 5 μl
- tlak: 6,5 MPa
- detekce: refraktometrická
- citlivost detektoru: 0,32

4.5.2 Příprava vzorků a vlastní analýza

Vzorky piva byly odplyněny pomocí ultrazvuku a dále odstředěny na odstředivce fy. Hettich při 18 000 otáčkách za minutu. Poté došlo k nástřiku odstředěného vzorku piva. Pro vyhodnocení byl použit program Clarity. Foto použitých přístrojů viz Přílohy.

4.6 Senzorická analýza pív

Senzorická analýza je disciplína používaná k měření a analyzování reakcí charakteristik potravin, které jsou vnímány zrakem, čichem, chutí, sluchem a hmatem. K senzorické analýze jsou využívány výhradně lidské smysly.

Při senzorické analýze piva se uplatňují následující receptory:

- *Chemoreceptory* – pomocí nich vnímáme chuť a vůni. Jsou umístěné na jazyku a podněcují je chemické sloučeniny. Receptory chuti jsou v ústech, receptory vůně v nose. Pivo má i své *aroma*, které zaznamenáme po polknutí nápoje. Těkavé látky se uvolňují, naplní ústní dutinu a my je zaznamenáme při průchodu nosem ven.
- *Fotoreceptory* – podnětem je světelné záření, my jimi vnímáme barvu piva.
- *Termoreceptory* – jimi hodnotíme teplotu vzorku.
- *Mechanoreceptory* – jsou podněcovány mechanickými deformacemi citlivých zakončení nervových buněk, vnímáme jimi říz.
- *Mocireceptory* – jsou podněcovány bolestí. Vnímáme jimi říz.

Při zrakovém hodnocení sledujeme **barvu**, **čirost** a **pěnu** piva. **Říz** je první vjem, který cítíme po napití. Pivo má být nasyceno tak, aby působilo osvěžujícím dojmem. Nežádoucí je přesycení piva, po jehož vypití se konzument cítí rovněž „přesycen“. **Plnost** piva je stejně jako říz zachycována mechanoreceptory. Dá se též nazvat jako hutnost piva či chlebnatost.

Vůně je významnou charakteristikou piva, dokáže odradit či vybízet k napití. Čichové receptory mohou zachodit vady, které se na chuti nemusí projevit. Vnímaná **hořkost** nemusí vždy odpovídat celkovému obsahu hořkých látek; může docházet k synergickému či antagonickému efektu s jiným typem chemických látek. **Vyváženost** chutě a vůně je shoda základních parametrů jako plnost, hořkost, sladkost a kyselost piva mají optimálně být ve vzájemné shodě a tvořit tak harmonický celek. **Pi-**

telnost je pocit po napití piva, který vybízí k napití dalšímu. Piva pitelná nejsou přesyčená, jejich plnost a hořkost jsou ve vzájemné harmonii.

(Olšovská et al., 2017)

4.6.1 Metodika senzorické analýzy

Senzorické analýzy se účastnilo 11 hodnotitelů.

Při senzorickém hodnocení piva je důležitá teplota podávaného vzorku. Ačkoliv se optimální doba pro pití piva pohybuje kolem 7-10 °C, pro hodnocení je vhodná teplota mírně vyšší, aby byly lépe patrné případné vady.

Vzorek piva o objemu cca 70 ml byl nalit do degustačních sklenic z bezbarvého průhledného skla přibližně do půlky objemu, prázdná část sklenice slouží jako tzv. *rezervoár vůně*. Po zhodnocení každého vzorku bylo podáváno degustační sousto za účelem adaptace receptorů, skládající se z nekořeněného salámu, sýru a kousku rohlíku.

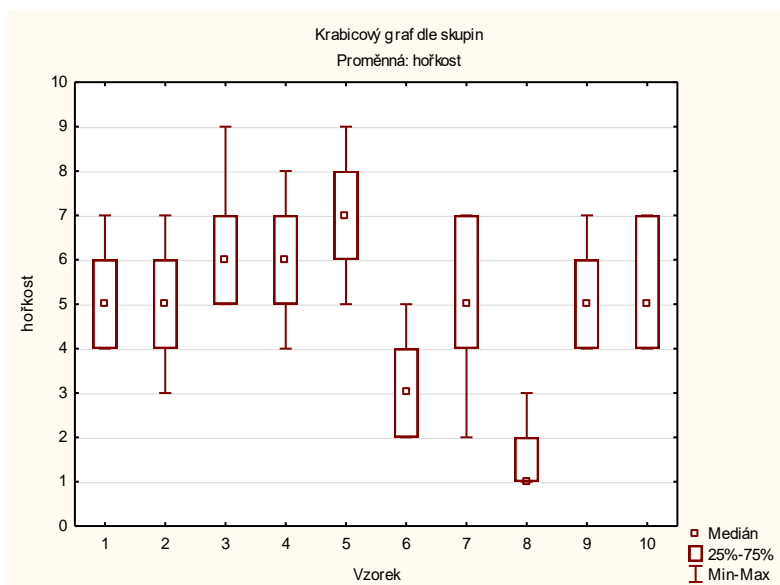
5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 IBU - hořkost

Tabulka 8: Hodnocení hořkosti

Vzorek piva	Použité chmely	Hořkost v IBU	Hodnocení příjemnosti hořkosti
1) Světlé spodně kvašené 1	ŽPČ Sorachi Ace	34	5,00 ± 1,1832
2) Světlé spodně kvašené 2	Agnus ŽPČ	11	5,00 ± 1,2649
3) Světlé spodně kvašené 3	Agnus Sorachi Ace	26	6,27 ± 1,2721
4) Pšeničné světlé	ŽPČ	9	6,00 ± 1,3416
5) Pšeničné polotmavé	ŽPČ	15	6,91 ± 1,3003
6) White IPA	Equinox, Cascade	52	3,09 ± 1,1362
7) APA	Equinox, Cascade	69	5,00 ± 1,7889
8) Tmavá IPA	Chinook, Cascade, Equinox	93	1,64 ± 0,8090
9) Speciální Vánoční	Chinook	31	5,00 ± 1,000
10) Speciální Vánoční po 5ti měs. zrání	Chinook	31	5,45 ± 1,2136

Kruskall-Wallisovou metodou byl zjištěn statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti $p = 95\%$ mezi vzorkem 8 (Tmavá IPA) a ostatními vzorky krom vzorku 6 (White IPA). Vzorek č. 6 se významně lišil od vzorku 3, 4 a 5, jejichž hodnocení hořkosti bylo nejlepší. Vzorky 8 a 6 byly hodnoceny nejhůře, jejich hořkost byla nepříjemně vysoká. Hořkost vzorku č. 8 byla příliš výrazná a přebíjela ostatní chutě, vzorek č. 6 White IPA byl neúměrně hořký vůči stupňovitosti původní mladiny (8,23°).

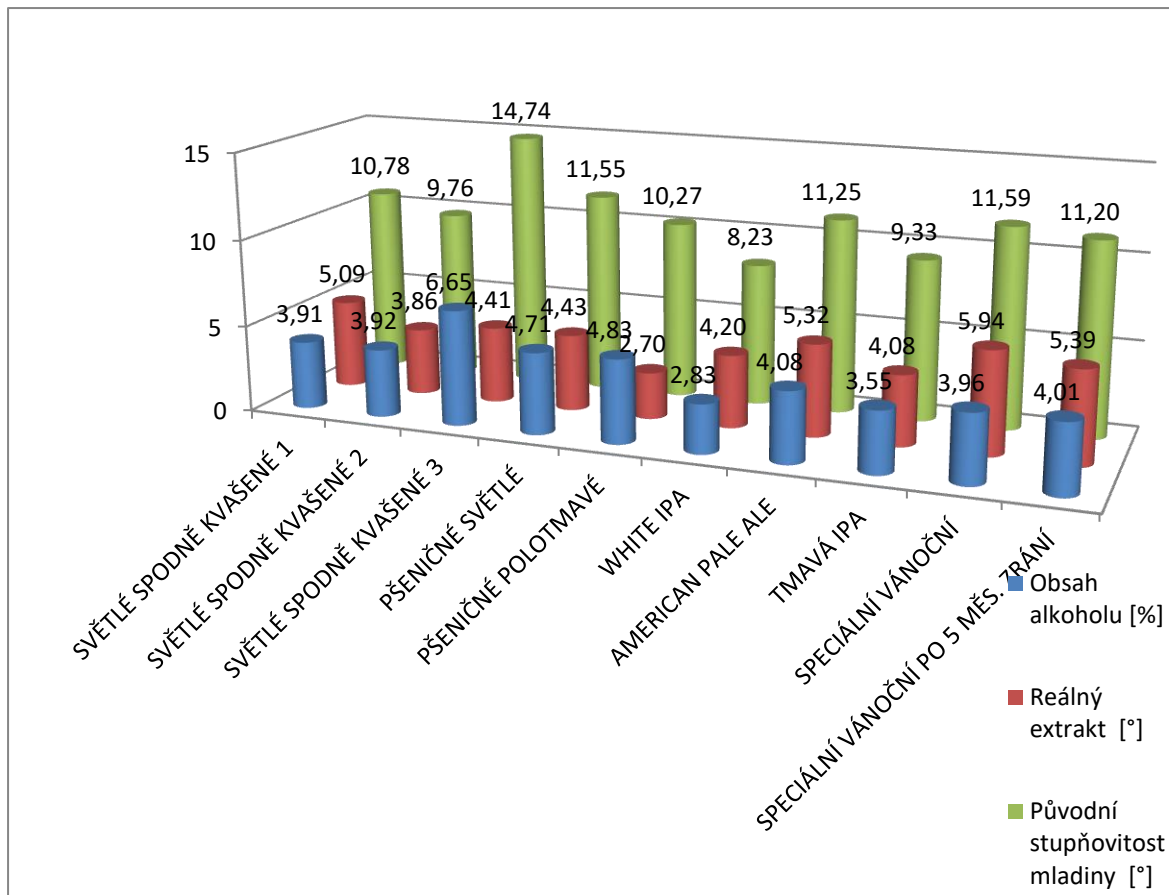


Obrázek 12: Krabicový graf pro hodnocení příjemnosti hořkosti

Použitím Spearmanova korelačního koeficientu byla zjištěna nepřímá závislost při koeficientu $R=-0,53$, čili u hodnocených vzorků platila nepřímá závislost hodnocení příjemnosti hořkosti na spočtených hodnotách IBU.

Tabulka 9: Spearmanův k.k. pro závislost IBU na příjemnosti hořkosti

Dvojice proměnných	Vš. skupiny Spearmanovy korelace (Analýzy mýho piva na stroji) ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hl. $p <,05000$			
	Počet plat.	Spearman R	t(N-2)	p-hodn.
hořkost & IBU	110	-0,536440	-6,60575	0,000000



Obrázek 13: Grafické znázornění hodnot změřených přístrojem FermentoFlash

Analýza piv pomocí analyzátoru FermentoFlash

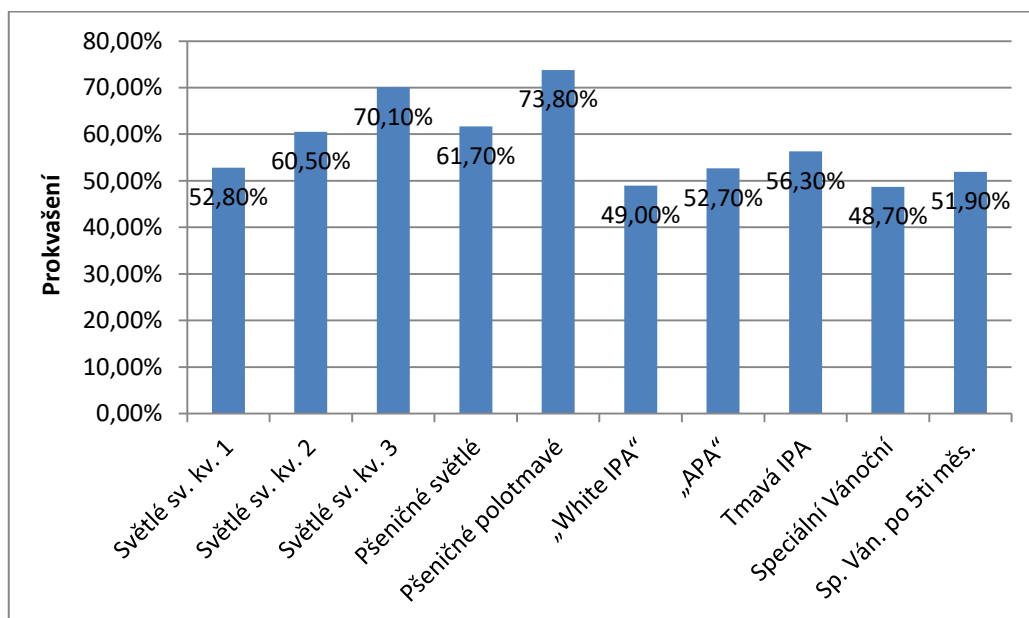
5.1.1 Zbytkový (reálný) extrakt

Zbytkový extrakt je základním faktorem plnosti piva. Ovšem pokud jej v pivu zbyde příliš, může se projevit nežádoucí sladidlová, mladidlová chuť. Na zůstatek extraktu v pivu má vliv dosažený stupeň prokvašení, složení mladiny, použité kvasnice a jejich stav; a vedení kvašení. V programu STATISTICA byla za použití *Spearmanova korelačního koeficientu* testována závislost senzorického hodnocení plnosti na zbytkovém extraktu u všech deseti vzorků hodnocených jedenácti hodnotiteli. Závislost nebyla na hladině pravděpodobnosti $p = 0,05$ prokázána, což může být způsobeno neškoleností hodnotitelů, případně zakrytím plnosti výraznými chutěmi, např. esterovými, alkoholovými či intenzivní hořkostí.

5.1.2 Prokvašení

Stupeň prokvašení je u „českého piva“ nižší, u plnějších piv se pohybuje kolem 60-75%; zatímco u ležáků „světového stříhu“ se setkáváme s prokvašením mnohem vyšším.

Graf na obrázku č. 14 ukazuje stupeň prokvašení u jednotlivých vzorků pív, získaný výpočtem z původní stupňovitosti mladiny a zbytkového extraktu.

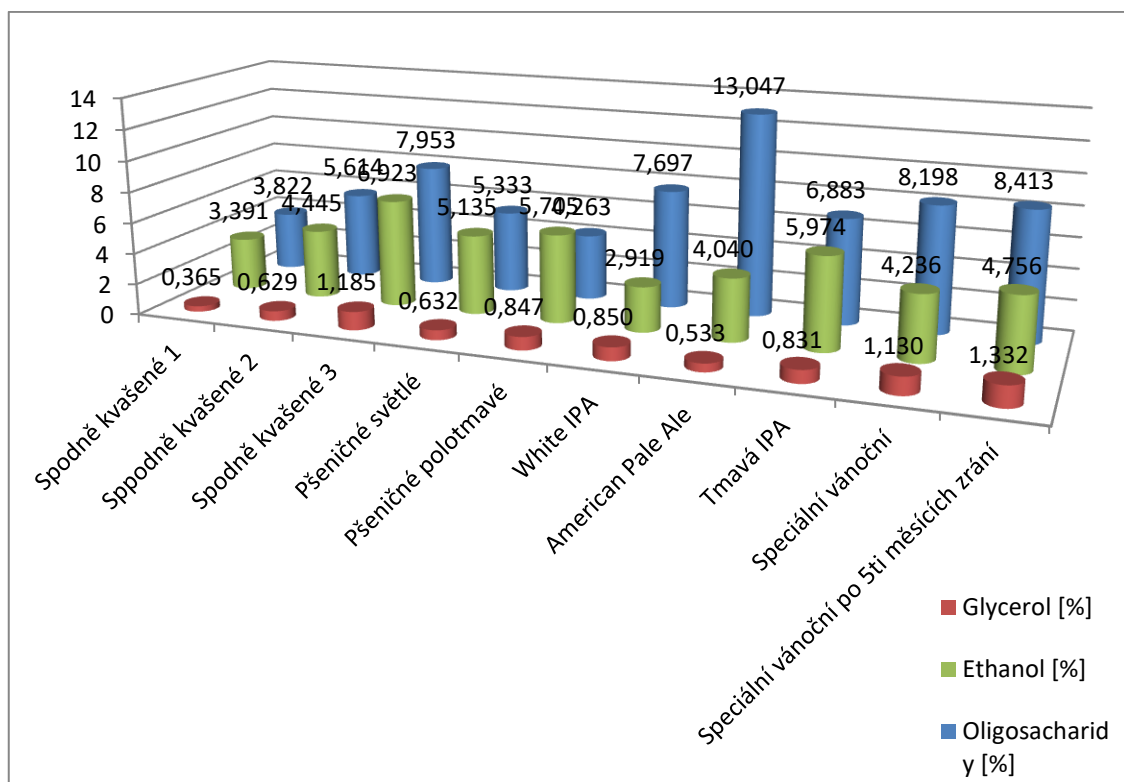


Obrázek 14: Dosažené prokvašení

Za povšimnutí stojí vyšší stupeň prokvašení u spodně kvašeného piva č. 3. Všechna tři spodně kvašená piva jsou uvařena ze stejného sladu, rozdíl tkví ve rmutování. Ačkoliv byla nižší cukrotvorná teplota u všech 3 vzorků dodržována v podstatě stejnou dobu (35,30 a 30 minut), u vzorku č. 3 byla zařazena pauza pro kyselinotvornou teplotu po dobu 30 minut, u přechozích dvou vzorků pouze po dobu 10 minut. Dle Basařové (2010) tato teplota podporuje krom proteolýzy i štěpení fosforečanů a neškrobových polysacharidů. Tím nepřímo podporuje amyolýzu škrobu v další fázi rmutování, což může stát za tím, proč je tento vzorek hlouběji prokvašen. Nejnižší stupeň prokvašení vykazuje vzorek č.9 - Speciální Vánoční. Svůj vliv může mít obsah 40% karamelových sladů, jejichž použití snižuje stupeň prokvašení. Svou roli na průběh kvašení mohli hrát i kořenící přísady – pomerančová kůra, hřebíček a badyán.

5.2 Analýza pív HPLC metodou

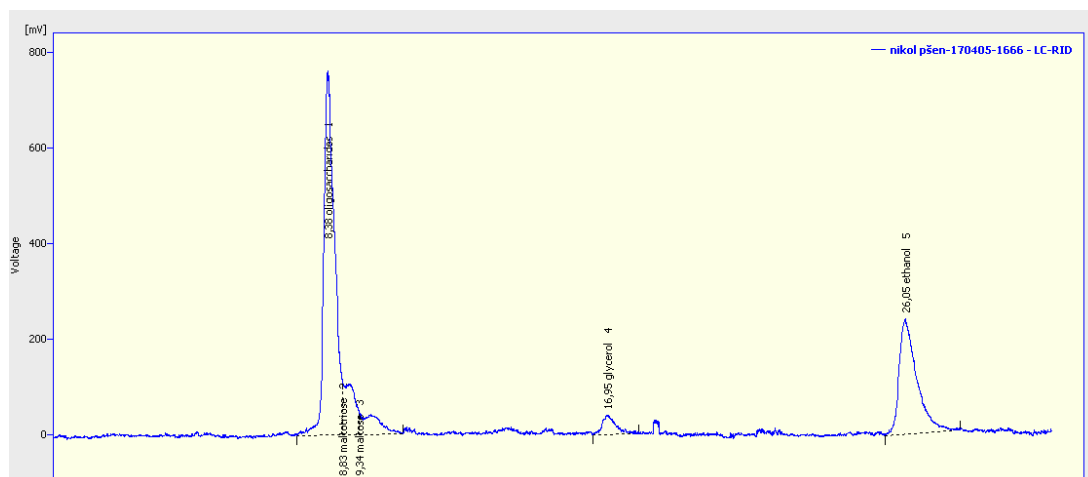
Graf na obrázku č. 15 znázorňuje hodnoty zjištěné chromatograficky.



Obrázek 15: Grafické znázornění hodnot změřených metodou HPLC

U většiny piv byl chromatograficky zjištěn obsah ethanolu, glycerolu a oligosacharidů. U pšeničného piva chromatograf zaznamenal navíc vyšší obsah maltózy a maltotriózy. Maltotrióza je trisacharid skládající se z 3 molekul glukózy. Vzniká působením enzymu hraniční dextrináza při teplotách 55-60°C.

U pšeničného piva byl použit speciální rmutovací postup pro vyšší obsah esterů; tento postup stál na vytvoření většího množství glukózy v mladině. Ví se, že kvasinky využívají nejdříve glukózu a sacharózu, která do kvasničné buňky vstupuje už jako glukóza a fruktóza. Po spotřebování cca 50% glukózy přichází na řadu maltóza a s jejím ubýváním začne pomalu na řadu přicházet i maltotrióza. Tato posloupnost může stát za faktem, proč z mladiny s vyšším obsahem glukózy vzniklo pivo se zbytkovým obsahem maltózy a maltotriózy.



Obrázek 16: Chromatogram pšeničného piva

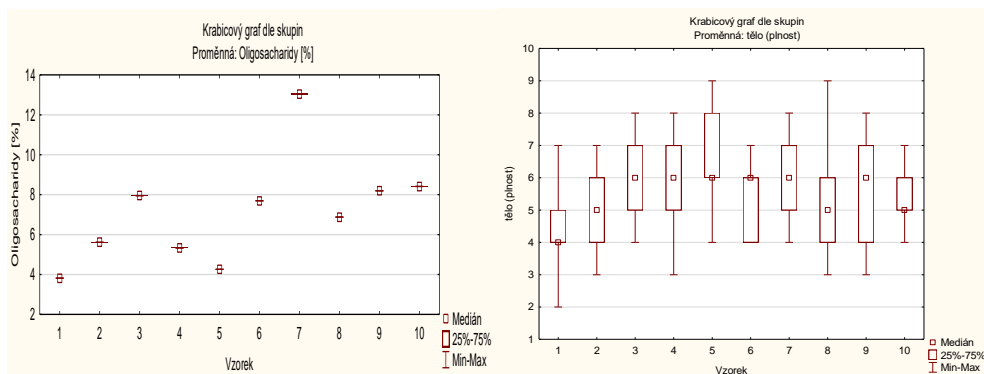
Tabulka 10: Obsahové látky pšeničného piva zjištěné HPLC metodou

Vzorek 4	Retenční čas [min]	Množství [%] průměr	Směrodatná odchylka	Procentuální zastoupení
Oligosacharidy	8,380	5,333	0,00289	41,5
Maltotrióza	8,833	0,871	0,00153	6,8
Maltóza	9,340	0,874	0,00153	6,8
Glycerol	16,950	0,632	0,00100	4,9
Ethanol	26,053	5,135	0,00115	40,0

5.2.1 Oligosacharidy

Oligosacharidy příznivě ovlivňují plnost piva. Jedná se o sacharidy skládající se ze dvou až deseti monosacharidů spojených glykosidickou vazbou, patří sem např. nezkvasitelná maltotetróza.

Na hladině pravděpodobnosti 95% byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi vzorkem č. 1 a vzorky č. 7 a č. 10. Dále se statisticky významně lišil vzorek č. 5 od vzorku č. 7. Vzorek č. 1 (Spodně kvašené 1) má nejnižší podíl oligosacharidů ze všech vzorků, jeho plnost byla při sensorické analýze hodnocena jako nejslabší. Vzorek č. 5 Pšeničné polotmavé má druhý nejnižší obsah oligosacharidů, v sensorické analýze je jeho plnost ale naopak hodnocena nejlépe. Závislost obsahu oligosacharidů na plnosti nebyla prokázána.

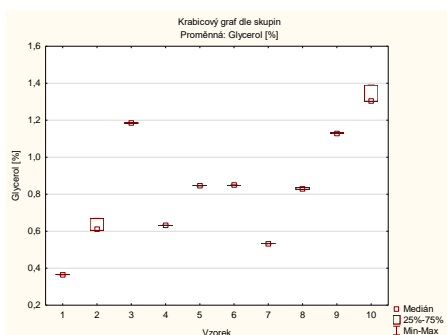


Obrázek 17: Krabicový graf hodnocení oligosacharidů a plnosti

5.2.2 Glycerol

Glycerol je tvořen během fermentace mladiny v množství závislém na obsahu zkvasitelných cukrů a míře jejich zkvašení. (Basařová, 2010) V pivu je mu přisuzován příznivý vliv na plnost, zároveň dodává nasládlou chuť.

Na hladině pravděpodobnosti $p = 95\%$ byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi vzorkem 1 se vzorky 3 a 10. Vzorek č. 1 obsahoval nejméně oligosacharidů i nejméně glycerolu, jeho plnost byla nejmenší. Vzorek č. 7 se lišil od vzorku č. 10, který měl obsah oligosacharidů nejvyšší. Vzorek č. 7 APA má velmi nízký obsah glycerolu a zároveň vysoký obsah oligosacharidů, což může být zapříčiněno špatným stavem kvasinek. Sušené kvasnice *Safbrew S-33* byly z technických důvodů použity podruhé, což nejspíše zapříčinilo jejich špatnou kondici, což mělo za následek, že v pivu zůstal vysoký podíl oligosacharidů a bylo vyprodukováno málo glycerolu jakožto vedlejšího produktu kvašení.



Obrázek 18: Krabicový graf obsahu glycerolu

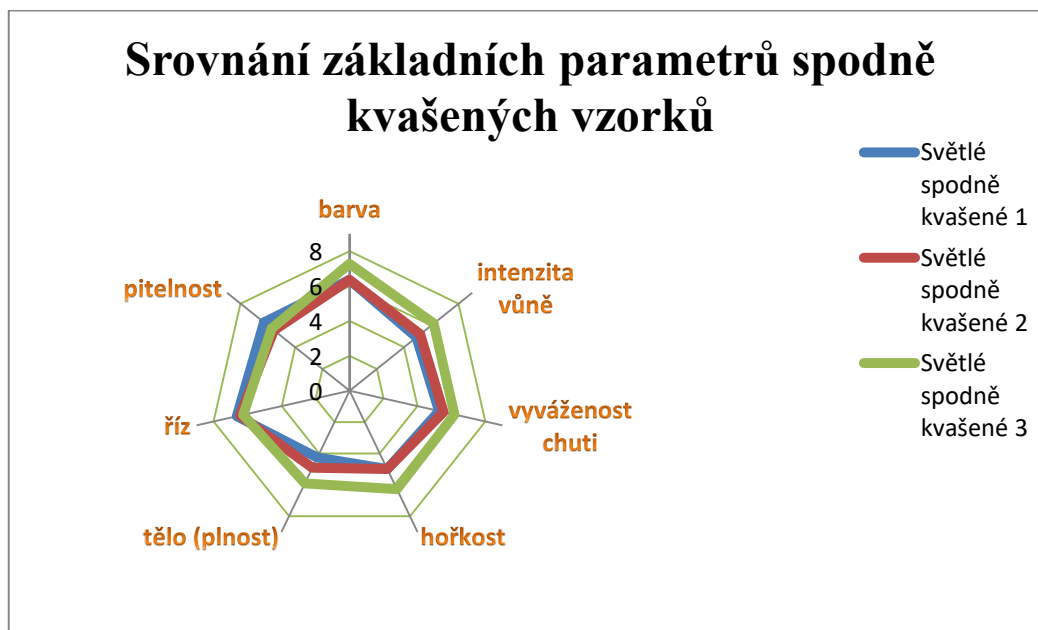
5.3 Senzorická analýza

5.3.1 Spodně kvašená piva

Při porovnávání parametrů spodně kvašených vzorků piv byla použita metoda mnohonásobného porovnání za použití Analýzy rozptylu a Kruskal-Wallisova testu. V barvě, intenzitě vůně, vyváženosti chuti, řízu a pitelnosti nebyl nalezen mezi vzorky statisticky významný rozdíl.

V parametru hořkost, se od prvních dvou vzorků statisticky významně lišil vzorek č. 3, jehož hořkost byla hodnocena jako nejvyváženější a nejpříjemnější. Vzorku č. 2 byla vytýkána slabá hořkost. U vzorku č. 3 nebyl na rozdíl od dvou vzorků předchozích použit exotický chmel *Sorachi Ace*, který u ležáků mohl být vnímán jako rušivý. Hodnotou IBU 26 leží vzorek č. 3 přibližně uprostřed mezi vzorkem 1 (IBU 34) a vzorkem 2 (IBU 11), což také nejspíše hraje roli v jeho kladném hodnocení.

V parametru plnost opět vyniká vzorek č. 3, který se statisticky významně liší od předchozích dvou vzorků a je hodnocen jako neplnější z nich. To souvisí se stupňovitostí mladiny, kterou měl ze všech vzorků nejvyšší (14,7), zároveň z těchto tří vzorků spodně kvašených piv obsahoval nejvíce oligosacharidů a glycerolu, jež se podílejí na plnosti chuti.



Obrázek 19: Základní parametry spodně kvašených piv

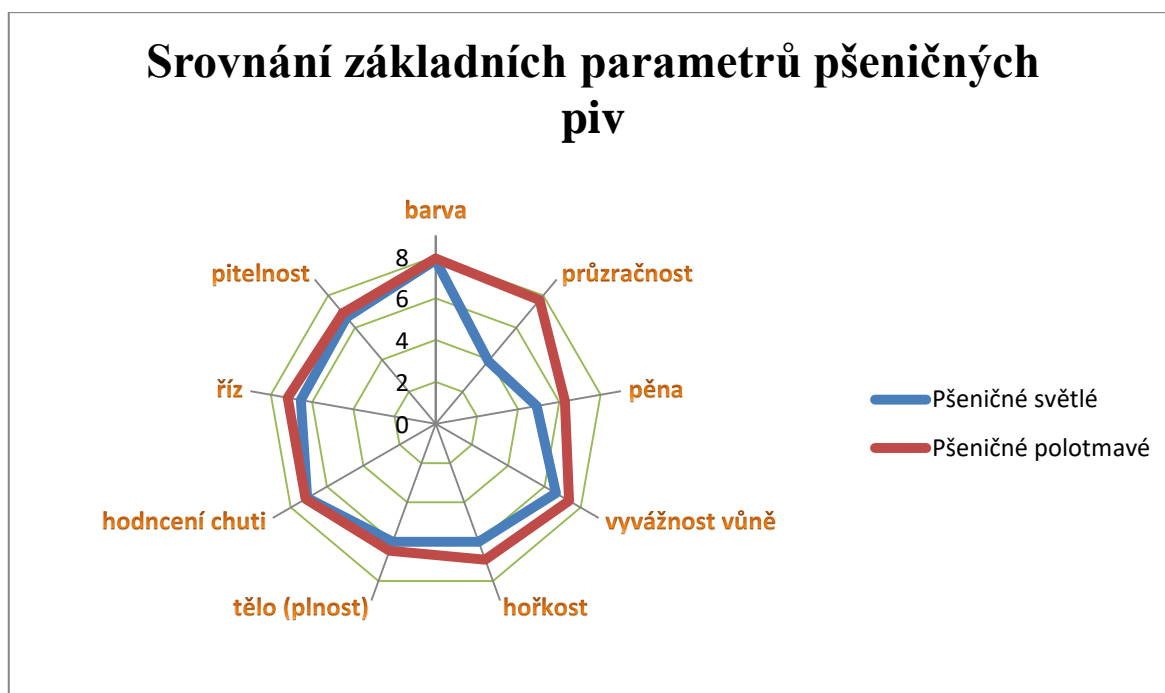
5.3.2 Pšeničná piva

Při hodnocení rozdílů mezi dvěma druhy pšeničným piv byly porovnávány některé jejich základní parametry. Statisticky významně se lišilo hodnocení pro průzračnost, kdy vzorek č. 5 – pšeničné polotmavé, byl významně čířejší než vzorek č. 4., pšeničné světlé. U pšeničného polotmavého piva byly navíc použity dva druhy karamelového sladu, větší čírost může mít na svědomí nejspíše delší doba ležení oproti pšeničnému světlému (2 týdny).

Kladný vliv na kvalitu pěny u polotmavého pšeničného piva (vzorek č. 5) měl nejspíš přídavek sladu *Carared* a *Carawheat*, společně s účinkem delšího zrání.

Hodnocení ostatních parametrů znázorněných v pavučinovém grafu na obrázku č. 20 se na hladině pravděpodobnosti $p = 95\%$ nelišilo.

Pšeničná piva byla obecně velmi dobře přijata, pozitivně bylo hodnoceno jejich banánové, hřebíčkové a květinové aroma, hodnocení jejich chuti bylo nejlepší ze všech uvařených vzorků.



Obrázek 20: Základní parametry pšeničných piv

5.3.3 Piva typu ALE (White IPA, APA, Tmavá IPA)

Hned v prvním hodnoceném parametru – barvě, se statisticky významně lišil vzorek č. 8 – Tmavá IPA od vzorku 6 – White IPA. Tmavá IPA měla barvu výrazně lepší, při jejím vaření byl použit karamelový slad a dále 4% barvicího sladu *Carafa*, což pivu dodalo středně hnědou barvu. White IPA měla barvu nejhorší z těchto tří vzorků.

V hodnocení příjemnosti hořkosti si už vzorek č. 8 vedl ale podstatně hůře - oproti vzorku č. 7 (APA) měl podstatně hůře hodnocenou příjemnost hořkosti. Programem spočítaná hodnota IBU pro Tmavou IPU (č. 8) byla 93, což je hodnota již opravdu vysoká, vzorek byl hořký příliš. Vyšší hořkost byla pro tento vzorek zamýšlena, ale nejspíše kvůli nízké efektivitě vyslazování vznikl vzorek o nízké stupňovitosti mladiny, což hořkost vzorku zvýšilo nad zamýšlenou hodnotu.

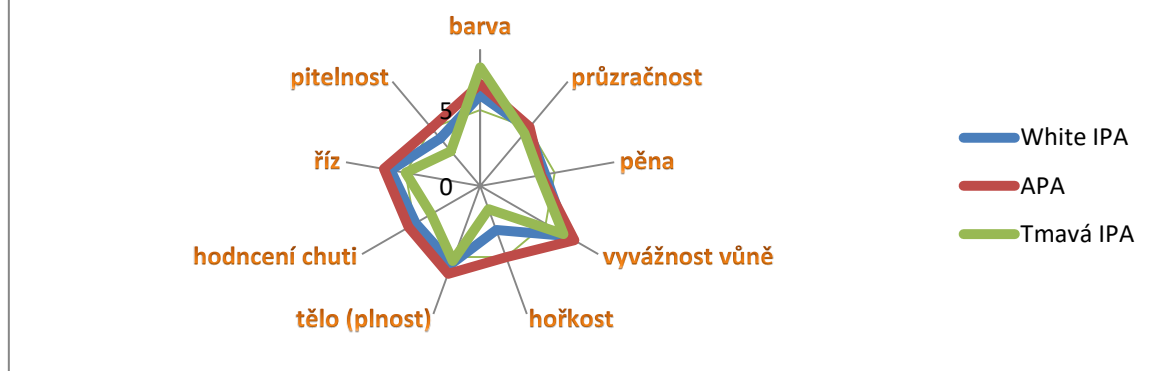
Vzorek APA (č. 7) měl nejlepší hodnocení hořkosti, která byla vyvážená a pocházela ze zahraničních chmelů Cascade a Equinox. S chmelením souvisí i celkové hodnocení vůně, kde opět vyniká vzorek č. 7 – APA, u jehož výroby bylo použito, jako u jediného vzorku, studené chmelení za použití výše zmíněných chmelů, které daly pivu výraznou příjemnou citrusovou vůni.

Vzorek č. 7 byl kromě hořkosti a celkového hodnocení vůně nejlepší z *alů* i v celkovém hodnocení chuti. Významně se odlišoval opět od vzorku č. 8 (Tmavá IPA), který byl chuťově hodnocený jako nejhorší, nejspíše kvůli své příliš výrazné hořkosti. Stejně pořadí panovalo i v parametru řízu a pitelnosti. Špatná pitelnost vzorku č. 8 opět souvisí s jeho přílišnou hořkostí, která nevybízí k dalšímu napití a je velmi málo pravděpodobné, že tohoto typu piva se vypije větší množství v krátkém časovém úseku.

Vzorek č. 6 – White IPA se v sensorickém hodnocení nijak zvlášť nevymykal.

V průzračnosti (čirosti), kvalitě pěny, vyváženosti vůně a plnosti nebyl u těchto piv prokázán významný rozdíl.

Srovnání základních parametrů piv typu ale



Obrázek 21: Základní parametry piv typu ale

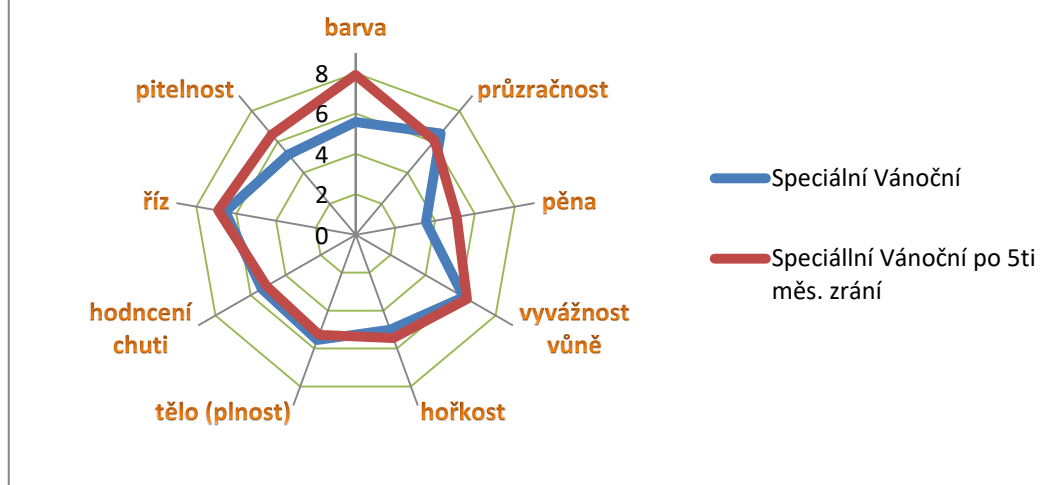
5.3.4 Speciální Vánoční pivo

Porovnávání základních parametrů u Vánočního piva před a po jeho zrání ukázalo statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti $p = 95\%$ v hodnocení barvy, pěny a pitelnosti, kde byl ve všech těchto případech lépe hodnocen vzorek č. 10, tedy Speciální Vánoční pivo po 5 měsících zrání. Právě doba zrání je jediný rozdílný faktor u těchto dvou piv, čili lze odvodit, že právě to ovlivnilo výše zmíněné faktory.

V ostatních parametrech znázorněných v grafu na obrázku č. 22 se piva statisticky významně nelišila.

První hodnocení tohoto vzorku bylo poněkud rozporuplné, vzorek měl dle poznámek hodnotitelů zcela atypickou vůni a chuť, byly patrné karamelové tóny ze sladů *Caraamber* a *Carared*, mírně připálené tóny z čokoládového sladu, chuť koření nebyla dobře spojena s chutí piva. Po 5 měsících zrání se chuť zaokrouhlily, pivo se stalo výrazně pitelnější a zlepšila se mu pěna. Z toho vyplývá, že není vždy namístě zatratit na první dojem nepovedené pivo. Pokud neobsahuje nějaké výrazné vady, je zde šance na jeho zlepšení časem.

Srovnání základních parametrů vánočního speciálního piva před a po 5 měsících zrání



Obrázek 22: Základní parametry Speciálního Vánočního piva

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo seznámit se s problematikou létajících pivovarů a vývojem nových pivních receptur, receptury dále aplikovat v praxi. Bylo navrženo a uvařeno 9 druhů piv, jak spodně, tak svrchně kvašených. Piva byla podrobena senzorické analýze, analýze základních pivních charakteristik přístrojem FermentoFlash a dále chromatograficky, konkrétně metodou HPLC. Výsledky analýz byly srovnány se senzorickými vlastnostmi piv a jejich výrobním postupem a použitými surovinami.

Receptury byly sestavovány s cílem vytvořit pestrou nabídku sortimentu pro potenciální létající pivovar; byla uvařena piva světlá i tmavá, silně i slabě chmelená, piva českého typu i piva zahraniční.

V kategorii spodně kvašených piv bylo nejlépe přijato pivo s nejvyšší původní stupňovitostí mladiny a nejvyšším obsahem alkoholu. Toto pivo na rozdíl od ostatních dvou vzorků neobsahovalo japonský chmel *Sorachi Ace*, který sice nebyl v pivech téměř cítit, přesto nejspíše působil rušivě. Při dalším vývoji spodně kvašených piv bych doporučila buď od pokusů s exotickými chmely upustit, a nebo (po správném výběru odrůdy) je naopak nechat vyznít.

Piva pšeničná byla přijata velmi dobře, ve světlé i polotmavé variantě. U obou piv byl použit rmutovací postup pro vyšší obsah esterů, který spolu s kvasnicemi pro pšeničná piva a vyšší teplotou hlavního kvašení skutečně zaručil příjemná esterová piva.

Ve skupině piv typu *ale* byly největší rozpory. Vzorek experimentálního stylu White IPA (kříženec mezi pšeničným pivem a stylem IPA) nebyl přijat s nadšením, ale ani s přílišnými výtkami. Nedá se říci, že by šlo o potenciální komerčně úspěšný vzorek. APA byla přijata kladně, piva s intenzivní chmelovou vůní chmelená za studena a s vyšší hořkostí jsou v současnosti populární. Tmavá IPA se hodnotitelům zdála příliš hořká, doporučila bych zmírnit chmelení se současným zvýšením stupňovitosti mladiny.

Vánoční speciál kořeněný hřebíčkem, badyánem a pomerančovou kůrou byl při prvním hodnocení rozporuplným pivem, plným spousty různých neladících chutí. Delší zrání ale jeho senzorické vlastnosti výrazně zlepšilo, čímž se prokázalo, jak důležité je nechat pivu svůj čas.

Navržené pivní receptury byly vesměs povedené; zejména pivo pšeničné světlé a polotmavé, jež bylo pitelné, dobře vypadající, bez vad a velmi dobře hodnocené při sensorické analýze. Na těchto pivech a na zlepšení dalších receptur by mohla stát nabídka konkrétního létajícího pivovaru.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

ALEXIOU CH. Pivo není chemie, ale chemické zákony řídí všechno. *PIVO-PIVO* [online]. 2012 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <https://www.pivo-pivo.cz/svetpiva/clanek/4585-Pivo-neni-chemie-ale-chemicke-zakony-ridi-vsechno-recept-na-psenicne-pivo-s-intenzivni-bananovou-vuni/index.htm>

BASAŘOVÁ G., ŠAVEL J., BASAŘ P. a LEJSEK T., *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010, 863 s. ISBN 978-80-7080-734-7.

BASAŘOVÁ G., *Sladařství: teorie a praxe výroby sladu*. Praha: Havlíček Brain Team, 2015, 648 s. ISBN 978-80-87109-47-2

BIELMEIER PIVNÍ SYSTÉM BHG 403 Set. *BIELMEIER: Pohodlně v každé roční době* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.bielmeier.cz/Pivni-system/Bielmeier-pivni-system-BHG-403-Set.html>

BOHEMIA HOP [online]. Žatec [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.bohemiahop.cz/>

BRELEX [online]. Praha [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.brelex.cz/>

BOROWIEC P. Degustace pív stylu American Pale Ale z českých minipivovarů. *Pivo, Bier&Ale*. 2016, **2016**(60), 18-19.

BOROWIEC P. Degustace pív ve stylu India Pale Ale. *Pivo, Bier&Ale*. 2015, **2015**(47), 22.

BOROWIEC P. Proč a v jakém případě filtrovat české pivo? *Pivo, Bier&Ale*. 2015, **2015**(55), 58-61.

CIZÍ CHUŤ A VŮŇ V PIVU A JAK JIM PŘEDCHÁZET I. *Pivní recenze* [online]. 2012 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://pivnirecenze.cz/7856-cizi-chute-a-vune-v-pivu-a-jak-jim-predchazet-i>

ČEJKA P., DVOŘÁK J., KELLNER V., ČULÍK J. a OLŠOVSKÁ J. Pitelnost piva a metoda jejího stanovení. *Kvasný Průmysl* [online]. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2011, **57**(11-12), 406-412 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: http://kvasnyprumysl.cz/artkey/kpr-201111-0001_Pitelnost_piva_a_metoda_jejeho_stanoveni.php

ČEJKA J. Možnosti analýzy a senzorické vlastnosti piva s přidavkem alternativních surovin. Bakalářská práce. Brno: MENDELU, 2011. 49s.

ČEPIČKA J., BASAŘOVÁ G. Z výzkumu a praxe: Strategie moderního chmele- ní. *Kvasný průmysl: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský*, [online]. 1993, **39**(3), 66-69 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/1993/03/01.pdf>

ČESKÉ PIVO: České zlato [online]. 2017 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://ceskepivo-ceskezlato.cz/>

ČESKÉ PIVO. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: http://www.ceskepivo.cz/index.php/Hlavn%C3%AD_strana

DOHNAL V., KADLČKOVÁ I., *Analýza látek pomocí HPLC: Kapalínová chromatografie s různými typy detekce pro analýzu biologicky významných látek* [online]. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2013, , 1-7 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: www.chemistry.ujep.cz/userfiles/./Analyza_latek_pomoci_HPLC_Mevapox17102013.pdf

DOPORUČENÉ CHEMICKÉ SLOŽENÍ VODY PRO VAŘENÍ PIVA. *Mobilní pivovary* [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.mobilnipivovary.cz/voda-chemicke-slozeni/>

ENCYKLOPEDIIE PIVNÍCH STYLŮ – STOUT. *Alkoholium.cz* [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <https://www.alkoholium.cz/encyklopedie-pivnich-stylu-stout/>

ENGE J., ŠEMÍK P., KORBEL J., ŠROGL J. a SEKORA M. Technologické aspekty infuzních a dekokčních způsobů rmutování. *Kvasný Průmysl* [online]. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2005, **51**(5), 158-165 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/2005/05/01.pdf>

FERMENTOFLASH. *FunkeGerber: Since 1904* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.funke-gerber.de/FunkeGerber_Flyer_FermentoFlash_d_e_screen.pdf

FORBES K., *Domácí vaření piva: vaříme si vlastní pivo, připravujeme víno a cider*. Praha: Svojtka & Co., 2013, 160 s. ISBN 978-80-256-1247-7.

GERMAN WHEAT BEERS. *Blotarian Brewing League* [online]. 2011 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <https://bloatariandotcom.files.wordpress.com/2011/06/germanwheatbeers1.pdf>

HLAVÁČEK F. a LHOTSKÝ A. *Pivovarství. 2.*, přeprac. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1972. Řada potravinářské literatury.

HOP PRODUCTS [online]. Most, 2015 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.hopproducts.cz/>

JAK SE MĚŘÍ HOŘKOST PIVA? *Pivní recenze* [online]. 2011 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://pivnirecenze.cz/44-jak-se-meri-horkost-piva>

JAKL L., 2016, *Proč měnit značení piva? A je nové řešení ideální?*, Pivo, Bier & Ale, 6. Ročník, str. 34-35

KLÍMEK B. *Dostupné technologie pro výrobu piva pro malé pivovary v ČR*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU Brno, 2010. 42s.

KLUSÁK S. Možnosti aplikace vybraných odrůd chmele při výrobě piva. Diplomová práce. Brno: MENDELU, 2009. 82s.

KONCEPCE PIVOVARU. *Agronomická fakulta: ÚSTAV TECHNOLOGIE POTRAVIN* [online]. Brno: MENDELU [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://utp.af.mendelu.cz/cz/poloprovozy/pivovar>

KRYL P., GREGOR T. a LOS J. Comparison of analytical parameters of beer brewed in two different technological ways at two pub breweries. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis = Acta of Mendel University of agriculture and forestry Brno = Acta Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. 2012. sv. 60, č. 5, s. 137--144. ISSN 1211-8516, Dostupné z: https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2012060050137.pdf

LEHRL R., *Děláme si sami pivo: příručka pro domácí výrobu piva*. Líbeznice: Víkend, 2014, 164 s. ISBN 978-80-7433-079-7.

LÉTAJÍCÍ PIVOVAR. *Beer Web* [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://beerweb.cz/o-pivu/letajici-pivovar>

LÉTAJÍCÍ PIVOVAR V ČR. *Sdružení přátel piva* [online]. 2009 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://www.pratelepiva.cz/svet-piva/pivo-a-pivovarnictvi/letajici-pivovary-v-cr/>

LEWIS A. Make those enzymes dance. *Brew Your Own: The How-To Homebrew Beer Magazine* [online]. 1996 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <https://byo.com/hops/item/1086-make-those-enzymes-dance>

MILLION D., Dry Hopping: Techniques. *Brew your own: The How-To Homebrew Beer Magazine* [online]. 2003 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <https://byo.com/mead/item/569-dry-hopping-techniques>

NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 510/2006 „ČESKÉ PIVO“. In: . Úřední věstník Evropské unie, 2008, EK č.: CZ/PGI/005/00375/14.10.2004.

NĚMEČEK J. Hodnocení sensorické kvality a vybraných ukazatelů jakosti piva z minipivovarů. Diplomová práce. Brno: Mendelu, 2011. 89s.

NOVOTNÝ P. Pivařka: Pivní výpočty hrou: aneb Ztracené umění nomografie. *Blog domácího pivovárku DIVERSITY* [online]. 2016 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://diversity-pivo.blogspot.cz/2016/08/pivarka-pivni-vypocty-hrou-syceni-piva.html>

NOVOTNÝ P. Proces 1. Díl: rmutování. *Blog domácího pivovárku DIVERSITY* [online]. 2015 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://diversity-pivo.blogspot.cz/2015/12/proces-1-dil-rmutovani.html>

NOVOTNÝ P. Suroviny 2. díl: Slad. *Blog domácího pivovárku DIVERSITY* [online]. 2015 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://diversity-pivo.blogspot.cz/2015/12/suroviny-2-dil-slad.html>

NOVOTNÝ P. Vady piva a troubleshooting. *Pivo, Bier&Ale*. 2016, **2016**(62), 56.

OLŠOVSKÁ J., ČEJKA P., ŠTĚRBA K., SLABÝ M. a FRANTÍK F., *Senzorická analýza piva*. Praha: VUPS, 2017, 160 s. ISBN 978-80-86576-74-9.

PERLÍN C. Beta-glukany a jejich význam pro pivovarství *Agronavigátor: Ústav zemědělské ekonomiky a informací* [online]. 2001 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=2637&ids=173>

PH PIVA. *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. Praha [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92132.aspx>

PÍSKOVÁ V. Možnosti aplikace vybraných odrůd chmele při výrobě piva. Diplomová práce. Brno: MENDELU, 2015. 75s.

PIVO PRO KAŽDÉHO: PIVNÍ OBCHOD OGAR [online]. Brno [cit. 2017-03-16].
Dostupné z: <http://www.domovarnik.cz>

PIVOVARSTVÍ: Syllabus k předmětu [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z:
<http://ub.vscht.cz/files/uzel/0015847/pivovarstvi.pdf?redirected>

POPIS TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA. *MBS: Mini Brewery system* [online]. Prostějov, 2010 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z:
<http://www.minibrewerysystem.com/vyroba.html#srotovani>

PŠENIČNÉ PIVNÍ OSVĚŽENÍ: WEISSBIER, WITBIER A DALŠÍ „BÍLÁ PIVA“. *Vitalia.cz* [online]. 2013 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z:
<http://www.vitalia.cz/clanky/psenicne-pivni-osvezeni-weissbier-witbier-a-dalsi-bila-piva/>

SLADOVNA KLUSÁČEK: KOUNICE. *Sladovna Klusáček* [online]. [cit. 2017-03-16].
Dostupné z: <http://eshop.sladovna-kounice.cz/>

SPOTŘEBNÍ DAŇ - PIVO. *Finance.cz* [online]. Mladá fronta [cit. 2017-02-07]. Dostupné z:
<http://www.finance.cz/dane-a-mzda/dph-a-spotrebni-dane/spotrebni-dane/pivo/>

TISKOVÁ ZPRÁVA: *Ministr Jurečka: Milovníci pív se nemusí obávat, o ležák nepřijdou.* *eAGRI* [online]. [cit. 2017-02-07]. Dostupné z:
http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2015_ministr-jurecka-milovnici-piv-se-nemusi.html

TVRDOST VODY. *Vodárenská, a.s.* [online]. 2009 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z:
<http://www.vodarenska.cz/file/93/>

VYHLÁŠKA Č. 335/1997 Sb., Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncen-

tráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 7. 2. 2017]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-33>

VÝZNAM ŽATECKÉHO CHMELE PRO VÝROBU KVALITNÍHO PIVA. *Ministerstvo zahraničních věcí České republiky* [online]. Praha [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: [http://www.mzv.cz/jnp/cz/vyhledavani/index\\$219343.html?text=%C5%BEateck%C3%BD](http://www.mzv.cz/jnp/cz/vyhledavani/index$219343.html?text=%C5%BEateck%C3%BD)

ZPRACOVÁNÍ ZEMĚDĚLSKÝCH PRODUKTŮ - ROSTLINNÁ ČÁST: PIVOVARSTVÍ. *Kiwi.mendelu.cz* [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3770&typ=html

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>OBRÁZEK 1: GRAF VYUŽITELNOSTI HOŘKÝCH LÁTEK CHMELE (BASAŘOVÁ, 2010)</i>	24
<i>OBRÁZEK 2: VARNÝ HRNEC BIELMEIER</i>	52
<i>OBRÁZEK 3: ŠROTOVNÍK ROMILL</i>	52
<i>OBRÁZEK 4: JODOVÁ ZKOUŠKA</i>	53
<i>OBRÁZEK 5: SCEZOVÁNÍ</i>	53
<i>OBRÁZEK 6: CHMELOVAR</i>	53
<i>OBRÁZEK 7: CHLAZENÍ NA ZÁKVASNOU TEPLITU</i>	54
<i>OBRÁZEK 8: PŘÍKLAD VÝPOČTU IBU PŠENIČNÉHO PIVA</i>	59
<i>OBRÁZEK 9: FERMENTOFLASH. FOTO VLASTNÍ</i>	60
<i>OBRÁZEK 10: VÝSLEDEK ANALÝZY NA PŘÍSTROJI</i>	60
<i>OBRÁZEK 11: SCHÉMA CHROMATOGRAFU (DOHNAL, KADLČKOVÁ 2013)</i>	61
<i>OBRÁZEK 12: KRABICOVÝ GRAF PRO HODNOCENÍ PŘÍJEMNOSTI HOŘKOSTI</i>	65
<i>OBRÁZEK 13: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ HODNOT ZMĚŘENÝCH PŘÍSTROJEM FERMENTOFLASH</i>	66
<i>OBRÁZEK 14: DOSAŽENÉ PROKVAŠENÍ</i>	67
<i>OBRÁZEK 15: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ HODNOT ZMĚŘENÝCH METODOU HPLC</i>	68
<i>OBRÁZEK 16: CHROMATOGRAM PŠENIČNÉHO PIVA</i>	69
<i>OBRÁZEK 17: KRABICOVÝ GRAF HODNOCENÍ OLIGOSACHARIDŮ A PLNOSTI</i>	70
<i>OBRÁZEK 18: KRABICOVÝ GRAF OBSAHU GLYCEROLU</i>	70
<i>OBRÁZEK 19: ZÁKLADNÍ PARAMETRY SPODNĚ KVAŠENÝCH PIV</i>	71
<i>OBRÁZEK 20: ZÁKLADNÍ PARAMETRY PŠENIČNÝCH PIV</i>	72
<i>OBRÁZEK 21: ZÁKLADNÍ PARAMETRY PIV TYPU ALE</i>	74
<i>OBRÁZEK 22: ZÁKLADNÍ PARAMETRY SPECIÁLNÍHO VÁNOČNÍHO PIVA</i>	75

9 SEZNAM TABULEK

<i>TABULKA 1: SAZBA DANĚ V KČ/HL ZA KAŽDÉ CELÉ HMOTNOSTNÍ PROCENTO EXTRAKTU PŮVODNÍ MLADINY</i>	15
<i>TABULKA 2: PARAMETRY HLAVNÍCH ENZYMŮ AKTIVNÍCH PŘI RMUTOVÁNÍ</i>	22
<i>TABULKA 3: OBSAH JEMNÝCH KALŮ V MLADINĚ V ZÁVISLOSTI NA ZPŮSOBU RMUTOVÁNÍ V G/HL</i>	26
<i>TABULKA 4: STUPNICE TVRDOSTI VODY</i>	31
<i>TABULKA 5: SLOŽENÍ PITNÝCH VOD V NĚKTERÝCH PIVOVARSKÝCH OBLASTECH V MG/L</i>	32
<i>TABULKA 6: OBVYKLÉ NASYCENÍ PRO RŮZNÉ PIVNÍ STYLY</i>	47
<i>TABULKA 7: RECEPTURA VZOREK 1</i>	56
<i>TABULKA 8: HODNOCENÍ HOŘKOSTI</i>	64
<i>TABULKA 9: SPEARMANŮV K.K. PRO ZÁVISLOST IBU NA PŘÍJEMNOSTI HOŘKOSTI.....</i>	65
<i>TABULKA 10: OBSAHOVÉ LÁTKY PŠENIČNÉHO PIVA ZJIŠTĚNÉ HPLC METODOU</i>	69

10 PŘÍLOHY

Příloha 1: Ultrazvuk. Foto vlastní



Příloha 2: Odstředivka. Foto vlastní



Příloha 3: Příklad HPLC. Foto vlastní



Příloha 4: Tabulka průměrných hodnot senzorické analýzy se směrodatnými odchylkami 1/2

Vzorek	Typ piva	barva	průzračnost	pěna	hodnocení vzhledu	intenzita vůně	vyváženost vůně	hodnocení vůně
1	Světlé spodně kvašené 1	6,36 ± 1,5667	6,45 ± 1,5725	6,82 ± 1,4013	5,73 ± 1,3484	4,91 ± 1,5783	6,00 ± 1,3416	5,64 ± 1,6293
2	Světlé spodně kvašené 2	6,36 ± 1,1201	7,00 ± 1,1832	6,09 ± 1,6406	5,82 ± 0,9816	5,18 ± 1,0787	5,27 ± 1,3484	5,45 ± 1,3685
3	Světlé spodně kvašené 3	7,27 ± 0,6467	6,64 ± 1,3618	5,45 ± 1,7529	6,00 ± 1,5492	6,18 ± 1,2505	6,18 ± 1,2505	6,55 ± 1,2136
4	Pšeničné světlé	7,82 ± 0,9816	3,91 ± 1,6404	4,91 ± 1,6404	7,00 ± 1,7321	7,27 ± 1,3484	6,64 ± 1,2863	7,27 ± 1,1037
5	Pšeničné polotmavé	7,91 ± 0,9439	7,73 ± 0,9045	6,27 ± 1,3484	7,45 ± 0,9342	7,45 ± 0,9342	7,36 ± 0,8090	7,91 ± 0,7006
6	"White IPA"	6,00 ± 1,6125	4,91 ± 0,9439	4,36 ± 1,6293	4,82 ± 1,6624	6,64 ± 0,9244	6,64 ± 1,2863	6,91 ± 1,5136
7	"APA"	6,73 ± 1,4206	5,09 ± 1,0445	4,09 ± 1,6404	5,18 ± 1,4709	7,00 ± 1,0000	7,18 ± 0,7508	7,64 ± 1,1201
8	Tmavá IPA	7,82 ± 0,8739	4,55 ± 1,3685	4,00 ± 0,6325	5,73 ± 1,1909	7,18 ± 1,1677	6,36 ± 1,0269	6,27 ± 0,9045
9	Speciální Vánoční	5,82 ± 1,4013	6,55 ± 1,1282	3,55 ± 1,5076	5,09 ± 1,0445	6,64 ± 0,9244	6,18 ± 1,6624	5,73 ± 1,6787
10	Speciální Vánoční po 5ti měs.	7,91 ± 0,8312	6,09 ± 1,0445	5,09 ± 1,6404	6,18 ± 1,1677	7,18 ± 1,1677	6,36 ± 1,0269	5,36 ± 0,8090

Příloha 5: Tabulka průměrných hodnot sensorické analýzy se směrodatnými odchylkami 1/2

Vzorek	Typ piva	intenzita chuti	vyváženost chuti	hořkost	tělo (plnost)	hodnocení chuti	říz	pitelnost
1	Světlé spodně kvašené 1	4,82 ± 1,3280	5,27 ± 1,1909	5 ± 1,1832	4,27 ± 1,2721	5,27 ± 1,5551	6,64 ± 1,4334	6,27 ± 1,8488
2	Světlé spodně kvašené 2	5,64 ± 1,3685	5,55 ± 0,8202	5,00 ± 1,2649	4,91 ± 1,3003	5,18 ± 1,4013	6,45 ± 1,2136	5,55 ± 1,3685
3	Světlé spodně kvašené 3	7,27 ± 0,9045	6,18 ± 1,4709	6,27 ± 1,2721	5,91 ± 1,2210	5,82 ± 1,6624	6,27 ± 1,1909	5,73 ± 1,4894
4	Pšeničné světlé	7,55 ± 1,1282	6,64 ± 1,3618	6,00 ± 1,3416	6,00 ± 1,4142	7,09 ± 1,3003	6,55 ± 0,9342	6,64 ± 1,6293
5	Pšeničné polotmavé	7,09 ± 0,9439	6,82 ± 0,7508	6,91 ± 1,3003	6,45 ± 1,4397	7,18 ± 1,1677	7,18 ± 0,7508	6,91 ± 1,2210
6	"White IPA"	7,00 ± 1,1832	4,82 ± 1,6011	3,09 ± 1,1362	5,45 ± 1,1282	4,91 ± 1,3751	6,00 ± 1,6733	4,09 ± 1,6404
7	"APA"	7,82 ± 0,8739	5,18 ± 0,8739	5,00 ± 1,7889	6,18 ± 1,1677	5,45 ± 1,2136	6,45 ± 1,0357	5,00 ± 1,6733
8	Tmavá IPA	8,00 ± 1,0000	4,18 ± 0,7508	1,64 ± 0,8090	5,27 ± 1,7373	3,73 ± 1,7939	5,00 ± 1,3416	3,00 ± 1,4832
9	Speciální Vánoční	7,36 ± 1,5015	5,09 ± 2,075	5,00 ± 1,000	5,55 ± 1,6949	5,36 ± 1,6895	6,55 ± 1,2933	5,18 ± 1,5374
10	Speciální Vánoční po 5ti měs.	7,00 ± 1,0954	6,27 ± 1,1037	5,45 ± 1,2136	5,27 ± 0,9045	5,09 ± 1,8684	6,91 ± 0,9439	6,45 ± 0,9342

Příloha 6: Kruskal-Wallisův test pro hořkost

Závislá: hořkost	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); hořkost (Analýzy mýho piva na stroji) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: H (9, N= 110) =58,02494 p =,0000									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	R:53, 591	R:54, 455	R:78, 000	R:73, 545	R:88, 409	R:23, 727	R:57, 500	R:8,3 636	R:54, 045	R:63, 364
1		1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,471 182	1,000 000	1,000 000	0,039 763	1,000 000	1,000 000
2	1,000 000		1,000 000	1,000 000	0,564 594	1,000 000	1,000 000	0,031 604	1,000 000	1,000 000
3	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000	0,002 971	1,000 000	0,000 014	1,000 000	1,000 000
4	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	0,011 230	1,000 000	0,000 074	1,000 000	1,000 000
5	0,471 182	0,564 594	1,000 000	1,000 000		0,000 089	1,000 000	0,000 000	0,518 476	1,000 000
6	1,000 000	1,000 000	0,002 971	0,011 230	0,000 089		0,586 231	1,000 000	1,000 000	0,160 510
7	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,586 231		0,013 643	1,000 000	1,000 000
8	0,039 763	0,031 604	0,000 014	0,000 074	0,000 000	1,000 000	0,013 643		0,035 253	0,002 368
9	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,518 476	1,000 000	1,000 000	0,035 253		1,000 000
10	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,160 510	1,000 000	0,002 368	1,000 000	

Příloha 7: Kruskal-Wallisův test pro oligosacharidy

Závislá: Oligosacharidy [%]	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Oligosacharidy [%] (HPLC moje) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: H (9, N= 30) =28,76754 p =,0007									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	R:2,0 000	R:11, 000	R:20, 000	R:8,0 000	R:5,0 000	R:17, 000	R:29, 000	R:14, 000	R:23, 000	R:26, 000
1		1,000 000	0,552 294	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,007 760	1,000 000	0,156 730	0,037 847
2	1,000 000		1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,552 294	1,000 000	1,000 000	1,000 000
3	0,552 294	1,000 000		1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000
4	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000	0,156 730	1,000 000	1,000 000	0,552 294
5	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	0,037 847	1,000 000	0,552 294	0,156 730
6	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000
7	0,007 760	0,552 294	1,000 000	0,156 730	0,037 847	1,000 000		1,000 000	1,000 000	1,000 000
8	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000
9	0,156 730	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,552 294	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000
10	0,037 847	1,000 000	1,000 000	0,552 294	0,156 730	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	

Příloha 8: Kruskal-Wallisův test pro glycerol

Závislá: Glycerol [%]	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Glycerol [%] (HPLC moje) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: H (9, N= 30) =28,59982 p =,0008									
	1 R:2,0 000	2 R:9,0 000	3 R:26, 000	4 R:10, 000	5 R:17, 000	6 R:20, 000	7 R:5,0 000	8 R:14, 000	9 R:23, 000	10 R:29, 000
1		1,000 000	0,037 847	1,000 000	1,000 000	0,552 294	1,000 000	1,000 000	0,156 730	0,007 760
2	1,000 000		0,811 203	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,242 788
3	0,037 847	0,811 203		1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,156 730	1,000 000	1,000 000	1,000 000
4	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,369 447
5	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000
6	0,552 294	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000
7	1,000 000	1,000 000	0,156 730	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	0,552 294	0,037 847
8	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000		1,000 000	1,000 000
9	0,156 730	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	1,000 000	0,552 294	1,000 000		1,000 000
10	0,007 760	0,242 788	1,000 000	0,369 447	1,000 000	1,000 000	0,037 847	1,000 000	1,000 000	

Příloha 9: Závislost plnosti na zbytkovém extraktu

Dvojice proměnných	Spearmanovy korelace ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hl. p <,05000			
	Počet plat.	Spearman R	t(N-2)	p-hodn.
tělo (plnost) & Reálný extrakt [°]	110	-0,043836	-0,455990	0,649313

Příloha 10: Závislost plnosti na obsahu glycerolu

Dvojice proměnných	Spearmanovy korelace ChD vynechány párově Označ. korelace jsou významné na hl. p <,05000			
	Počet plat.	Spearman R	t(N-2)	p-hodn.
tělo (plnost) & Glycerol %	110	0,113720	1,189531	0,236839

Příloha 11: Mnohonásobné porovnání (ANOVA) - spodně kvašená piva

Proměnná	Analýza	rozptylu	(SENZORIKA	DO	STATISTIKY)
	Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000				
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba) PČ (chyba) F p
intenzita vůně	9,878788	2	4,939394	52,18182	30 1,739394 2,839721 0,074225
Proměnná	Analýza	rozptylu	(SENZORIKA	DO	STATISTIKY)
	Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000				
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba) PČ (chyba) F p
říz	0,727273	2	0,363636	49,45455	30 1,648485 0,220588 0,803336
Proměnná	Analýza	rozptylu	(SENZORIKA	DO	STATISTIKY)
	Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000				
	SČ (efekt)	SV (efekt)	PČ (efekt)	SČ (chyba)	SV (chyba) PČ (chyba) F p
tělo (plnost)	14,96970	2	7,484848	48,00000	30 1,600000 4,678030 0,017047
Vzorek	Scheffeho test; proměnn.:tělo (plnost) (SENZORIKA DO STATISTIKY)				
	Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000				
	{1} (M=4,2727)	{2} (M=4,9091)	{3} (M=5,9091)		
1 {1}		0,506436	0,018062		
2 {2}	0,506436		0,196477		
3 {3}	0,018062	0,196477			

Příloha 12: Mnhonásobné porovnání (K.-W. test) - spodně kvašená piva

Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; barva	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; vyváženost chuti	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; pitelnost	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; hořkost
Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek	Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek	Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek	Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek
Kruskal-Wallisův test: H (2, N= 33) =4,136509 p =,12	Kruskal-Wallisův test: H (2, N= 33) =2,098127 p =,3503	Kruskal-Wallisův test: H (2, N= 33) =,6991194 p =,7050	Kruskal-Wallisův test: H (2, N= 33) =6,626805 p =,0364

Příloha 13: Dvouvýběrové testy - pšeničná piva

Proměnná	t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 4 Skup. 2: 5											
	Průměr (4)	Průměr (5)	t	sv	p	Poč.plat (4)	Poč.plat. (5)	Sm.odch. (4)	Sm.odch. (5)	F-poměr (Rozptyly)	p (Rozptyly)	
barva	7,818182	7,909091	0,221404	-	20	0,827023	11	11	0,981650	0,943880	1,081633	0,903690
Proměnná	t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 4 Skup. 2: 5											
	Průměr (4)	Průměr (5)	t	sv	p	Poč.plat (4)	Poč.plat. (5)	Sm.odch. (4)	Sm.odch. (5)	F-poměr (Rozptyly)	p (Rozptyly)	
hořkost	6,000000	6,909091	-1,61374	-	20	0,122251	11	11	1,341641	1,300350	1,064516	0,923196
Proměnná	t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 4 Skup. 2: 5											
	Průměr (4)	Průměr (5)	t	sv	p	Poč.plat (4)	Poč.plat. (5)	Sm.odch. (4)	Sm.odch. (5)	F-poměr (Rozptyly)	p (Rozptyly)	
tělo (plnost)	6,000000	6,454545	0,747018	-	20	0,463745	11	11	1,414214	1,439697	1,036364	0,956073
Proměnná	t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 4											

Skup. 2: 5											
	Průměr (4)	Průměr (5)	t	sv	p	Poč.plat (4)	Poč.plat. (5)	Sm.odch. (4)	Sm.odch. (5)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
průzračnost	3,909091	7,727273	-6,76014	20	0,000001	11	11	1,640399	0,904534	3,288889	0,073930
t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 4 Skup. 2: 5											
Proměnná	Průměr (4)	Průměr (5)	t	sv	p	Poč.plat (4)	Poč.plat. (5)	Sm.odch. (4)	Sm.odch. (5)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
hodnocení chuti	7,090909	7,181818	0,172516	20	0,864765	11	11	1,300350	1,167748	1,240000	0,740322
t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 4 Skup. 2: 5											
Proměnná	Průměr (4)	Průměr (5)	t	sv	p	Poč.plat (4)	Poč.plat. (5)	Sm.odch. (4)	Sm.odch. (5)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
vyvážnost vůně	6,636364	7,363636	-1,58735	20	0,128118	11	11	1,286291	0,809040	2,527778	0,159637
Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (SENZORIKA DO STATISTIKY) Dle proměn. Vzorek Označené testy jsou významné na hladině p <,05000											
Proměnná	Sčt poř. (skup. 1)	Sčt poř. (skup. 2)	U	Z	p-hodn.	Z (uprave- né)	p-hodn.	N platn. (skup. 1)	N platn. (skup. 2)	2*1str. (přesné p)	
pitelnost	120,0000	133,0000	54,00000	0,393990	0,693589	-0,409174	0,682412	11	11	0,699353	
Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (SENZORIKA DO STATISTIKY) Dle proměn. Vzorek Označené testy jsou významné na hladině p <,05000											
Proměnná	Sčt poř. (skup. 1)	Sčt poř. (skup. 2)	U	Z	p-hodn.	Z (uprave- né)	p-hodn.	N platn. (skup. 1)	N platn. (skup. 2)	2*1str. (přesné p)	
říz	102,5000	150,5000	36,50000	-1,54313	0,122801	-1,62553	0,104051	11	11	0,116408	
Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (SENZORIKA DO STATISTIKY) Dle proměn. Vzorek Označené testy jsou významné na hladině p <,05000											
Proměnná	Sčt poř.	Sčt poř.	U	Z	p-hodn.	Z (uprave- né)	p-hodn.	N platn.	N platn.	2*1str.	

	(skup. 1)	(skup. 2)				né)		(skup. 1)	(skup. 2)	(přesné p)
pěna	96,50000	156,5000	30,50000	-1,93712	0,052732	-2,00325	0,045151	11	11	0,047307

Příloha 14: Mnohonásobné porovnávání pro piva typu ale (ANOVA)

Analýza rozptylu (SENZORIKA DO STATISTIKY) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000	
Proměnná	SČ (efekt) SV (efekt) PČ (efekt) SČ (chy-ba) SV (chy-ba) PČ (chy-ba) F p
průměrná	1,696970 2 0,848485 38,54545 30 1,284848 0,660377 0,524005
Analýza rozptylu (SENZORIKA DO STATISTIKY) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000	
Proměnná	SČ (efekt) SV (efekt) PČ (efekt) SČ (chy-ba) SV (chy-ba) PČ (chy-ba) F p
tělo (plnost)	5,090909 2 2,545455 56,54545 30 1,884848 1,350482 0,274417
Analýza rozptylu (SENZORIKA DO STATISTIKY) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000	
Proměnná	SČ (efekt) SV (efekt) PČ (efekt) SČ (chy-ba) SV (chy-ba) PČ (chy-ba) F p
hodnocení chuti	17,15152 2 8,575758 65,81818 30 2,193939 3,908840 0,031002
Analýza rozptylu (SENZORIKA DO STATISTIKY) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000	
Proměnná	SČ (efekt) SV (efekt) PČ (efekt) SČ (chy-ba) SV (chy-ba) PČ (chy-ba) F p
hodnocení vůně	10,24242 2 5,121212 43,63636 30 1,454545 3,520833 0,042312

Příloha 15: Mnohonásobné porovnávání pro piva typu ale (ANOVA, Scheffeho test)

		Scheffeho test; proměn.:hodnocení chuti (SENZORIKA DO STATISTIKY) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$		
Vzorek		{1} (M=4,9091)	{2} (M=5,4545)	{3} (M=3,7273)
6	{1}		0,691863	0,190932
7	{2}	0,691863		0,035477
8	{3}	0,190932	0,035477	

		Scheffeho test; proměn.:hodnocení vůně (SENZORIKA DO STATISTIKY) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$		
Vzorek		{1} (M=6,9091)	{2} (M=7,6364)	{3} (M=6,2727)
6	{1}		0,379812	0,473916
7	{2}	0,379812		0,042491
8	{3}	0,473916	0,042491	

Příloha 16: Mnohonásobné porovnávání pro piva typu ale (K.-W. test)

		Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; pěna (SENZORIKA DO STATISTIKY) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=33) = ,4218811$ $p = ,8098$			
Závislá: pěna		Kód	Počet (platných)	Součet (pořadí)	Prům. (Pořadí)
6		6	11	203,0000	18,45455
7		7	11	182,0000	16,54545
8		8	11	176,0000	16,00000

		Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; vyvážnost vůně (SENZORIKA DO STATISTIKY) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek			
Závislá: vyvážnost vůně					

Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=33) = 3,549934$ $p = ,1695$				
	Kód	Počet (platných)	Součet (pořadí)	Prům. (Pořadí)
6	6	11	185,0000	16,81818
7	7	11	229,0000	20,81818
8	8	11	147,0000	13,36364

Příloha 17: Mnohonásobné porovnávání pro piva typu ale (K.-W. test - vícenásobné porovnávání)

Závislá: barva	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); barva (SENZORIKA DO STATISTIKY) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=33) = 8,067692$ $p = ,0177$			Závislá: hořkost	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); hořkost (SENZORIKA DO STATISTIKY) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=33) = 17,46112$ $p = ,0002$		
	6 (R:11,864)	7 (R:16,045)	8 (R:23,091)		6 (R:17,591)	7 (R:25,136)	8 (R:8,2727)
6		0,931405	0,019407	6		0,201731	0,071465
7	0,931405		0,262479	7	0,201731		0,000129
8	0,019407	0,262479		8	0,071465	0,000129	
Závislá: říz	Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); říz (SENZORIKA DO STATISTIKY) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=33) = 6,457137$ $p = ,0396$			Závislá: pitelnost	Vícenásobné porovnání z' hodnot; pitelnost (SENZORIKA DO STATISTIKY) Nezávislá (grupovací) proměnná : Vzorek Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=33) = 6,922465$ $p = ,0314$		
	6 (R:19,091)	7 (R:20,727)	8 (R:11,182)		6 (R:17,273)	7 (R:22,182)	8 (R:11,545)
6		1,000000	0,165243	6		1,190629	1,389068

7	1,000000	0,061820	7	1,190629	2,579697
8	0,165243	0,061820	8	1,389068	2,579697

Příloha 18: Dvouvýběrové testy - Speciální Vánoční pivo

t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10											
Proměnná	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
průzračnost	6,545455	6,090909	0,980581	20	0,338513	11	11	1,128152	1,044466	1,166667	0,812183
t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10											
Proměnná	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
pěna	3,545455	5,090909	-2,30066	20	0,032303	11	11	1,507557	1,640399	1,184000	0,794618
t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10											
Proměnná	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
vyvážnost vůně	6,181818	6,363636	- 0,308607	20	0,760812	11	11	1,662419	1,026911	2,620690	0,144519
t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10											
Proměnná	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
hořkost	5,000000	5,454545	- 0,958706	20	0,349154	11	11	1,000000	1,213560	1,472727	0,551712
t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10											
Proměnná	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)

	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
tělo (plnost)	5,545455	5,272727	0,470824	20	0,642861	11	11	1,694912	0,904534	3,511111	0,060133
Proměnná	t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10										
	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
hodncení chuti	5,363636	5,090909	0,359082	20	0,723297	11	11	1,689540	1,868397	1,222930	0,756481
Proměnná	t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10										
	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
říz	6,545455	6,909091	0,753244	20	0,460079	11	11	1,293340	0,943880	1,877551	0,335115
Proměnná	t-testy; grupováno: Vzorek (SENZORIKA DO STATISTIKY) Skup. 1: 9 Skup. 2: 10										
	Průměr (9)	Průměr (10)	t	sv	p	Poč.plat (9)	Poč.plat. (10)	Sm.odch. (9)	Sm.odch. (10)	F-poměr (Rozptyly)	p (Roz- ptyly)
pitelnost	5,181818	6,454545	-2,34641	20	0,029371	11	11	1,537412	0,934199	2,708333	0,131766
Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (SENZORIKA DO STATISTIKY) Dle proměn. Vzorek Označené testy jsou významné na hladině p <,05000										
	Sčt poč. (skup. 1)	Sčt poč. (skup. 2)	U	Z	p-hodn.	Z (uprave- né)	p-hodn.	N platn. (skup. 1)	N platn. (skup. 2)	2*1str. (přesné p)	
barva	78,00000	175,0000	12,00000	3,15192	0,001622	-3,32963	0,000870	11	11	0,000765	

Příloha 19: Formulář pro senzorickou analýzu
BODOVÉ HODNOCENÍ PIVA

PARAMETR	HODNOCENÍ 1 AŽ 9	Vzorek 1	Vzorek 2	Vzorek 3	Vzorek 4	Vzorek 5
Barva	1 – neodpovídá stylu 9 – odpovídá stylu					
Průzračnost	1 – čiré 4,5 – kalné 9 – neprůhledné					
Pěna	1 – nepatrná 4,5 – průměrná 9 - trvanlivá					
Celkové hodnocení vzhledu	1 – špatný 9 - výborný					
Intenzita vůně	1 – slabá 9 - silná					
Vyváženost vůně	1 – rozporuplná 9 - vyvážená					
Celkové hodnocení vůně	1 – špatná 9 - výborná					
Intenzita chuti	1 – slabá 9 – silná					
Vyváženost chuti	1 – rozporuplná 9 – harmonická					
Hořkost	1 – příliš slabá nebo příliš silná 9 – vyvážená					
Tělo (plnost)	1 – prázdné 4,5 – střední 9 – plné					
Celkové hodnocení chuti	1 – špatná 9 - výborná					
Říz	1 – příliš slabý nebo příliš silný 9 – optimální, příjemný					
Pitelnost	1 – nevybízí k dalšímu napití 9 – osvěžující, snadno pitelné					

Poznámky: cizí chutě, vůně, připomínky:

11 SEZNAM PŘÍLOH

<i>PŘÍLOHA 1: ULTRAZVUK. FOTO VLASTNÍ.....</i>	87
<i>PŘÍLOHA 2: ODSŤŘEDIVKA. FOTO VLASTNÍ</i>	87
<i>PŘÍLOHA 3: PŘÍSTROJ HPLC. FOTO VLASTNÍ.....</i>	87
<i>PŘÍLOHA 4: TABULKA PRŮMĚRNÝCH HODNOT SENZORICKÉ ANALÝZY SE SMĚRODATNÝMI ODCHYLKAMI 1/2</i>	88
<i>PŘÍLOHA 5: TABULKA PRŮMĚRNÝCH HODNOT SENZORICKÉ ANALÝZY SE SMĚRODATNÝMI ODCHYLKAMI 1/2</i>	89
<i>PŘÍLOHA 6: KRUSKALL-WALLISŮV TEST PRO HOŘKOST</i>	90
<i>PŘÍLOHA 7: KRUSKALL-WALLISŮV TEST PRO OLIGOSACHARIDY.....</i>	90
<i>PŘÍLOHA 8: KRUSKALL-WALLISŮV TEST PRO GLYCEROL</i>	91
<i>PŘÍLOHA 9: ZÁVISLOST PLNOSTI NA ZBYTKOVÉM EXTRAKTU</i>	91
<i>PŘÍLOHA 10: ZÁVISLOST PLNOSTI NA OBSAHU GLYCEROLU</i>	91
<i>PŘÍLOHA 11: MNOHONÁSOBNÉ POROVNÁNÍ (ANOVA) - SPODNĚ KVAŠENÁ PIVA</i>	92
<i>PŘÍLOHA 12: MNOHONÁSOBNÉ POROVNÁNÍ (K.-W. TEST) - SPODNĚ KVAŠENÁ PIVA</i>	93
<i>PŘÍLOHA 13: DVOUVÝBĚROVÉ TESTY - PŠENIČNÁ PIVA.....</i>	93
<i>PŘÍLOHA 14: MNOHONÁSOBNÉ POROVNÁVÁNÍ PRO PIVA TYPU ALE (ANOVA)</i>	95
<i>PŘÍLOHA 15: MNOHONÁSOBNÉ POROVNÁVÁNÍ PRO PIVA TYPU ALE (ANOVA, SCHEFFEHO TEST) ..</i>	96
<i>PŘÍLOHA 16: MNOHONÁSOBNÉ POROVNÁVÁNÍ PRO PIVA TYPU ALE (K.-W. TEST).....</i>	96
<i>PŘÍLOHA 17: MNOHONÁSOBNÉ POROVNÁVÁNÍ PRO PIVA TYPU ALE (K.-W. TEST - VÍCENÁSOBNÉ POROVNÁVÁNÍ)</i>	97
<i>PŘÍLOHA 18: DVOUVÝBĚROVÉ TESTY - SPECIÁLNÍ VÁNOČNÍ PIVO</i>	98
<i>PŘÍLOHA 19: FORMULÁŘ PRO SENZORICKOU ANALÝZU</i>	100