

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**MARKÉTA POHLOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav technologie potravin**

---



**Vliv technologie vysokokoncentrovaných mladin na  
finální kvalitu piva**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*

Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

*Vypracovala:*

Markéta Pohlová

---

Brno 2015



## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv technologie vysokokoncentrovaných mladin na finální kvalitu piva vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Diplomová práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

dne

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Tomáši Gregorovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za pomoc a cenné rady, které mi vždy ochotně poskytnul. Dále bych chtěla poděkovat rodině za podporu, kterou mi během celého mého studia vždy poskytovala.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá vlivem technologie vysokokoncentrovaných mladin na finální kvalitu piva. V literární části je vysvětlen a charakterizován pojem vysokokoncentrovaná mladina a je zde uveden postup její výroby metodou HGB. Důležitou kapitolou jsou pivovarské kvasnice, které hrají u výroby piva metodou HGB velmi významnou roli. V poslední části literární rešerše je uvedena problematika užívání CKT, což je v dnešní době velmi řešené téma. V experimentální části bylo testováno celkem sedm vzorků, čtyři maloobjemové a tři vzorky z univerzitního minipivovaru. Tyto vzorky byly následně naředěny sycenou vodou na piva o stupňovitosti 10 %, 11 % a 12 %. Výsledné produkty byly analyticky proměřeny a senzorycky vyhodnoceny.

**Klíčová slova:** Pivo, HGB, vysokokoncentrované mladiny, CKT, senzorycké hodnocení, analytické hodnocení.

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the influence of high gravity brewing to final quality of beer. In the literary part there is explained and characterized term of high gravity wort and there is presented proces of brewing by HGB method. The important chapter are brewer's yeast which play very major role for beer production by HGB. In the last part of the literature review is presented issue about using CKT, which is very discussed topics now. In the experimental part were tasted seven samples, four samples of small volume beer and free samples from university microbrewery. These samples were diluting with carbonated water to the gravity of beer 10 %, 11 % and 12 %. The resulting products were analytically measured and sensory evaluation.

**Key words:** Beer, HGB, high gravity worth, CKT, sensory evaluation, analytical evaluation.

## OBSAH

1	ÚVOD .....	10
2	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	11
2.1	Vysokokoncentrované mladiny .....	11
2.2	Výroba piva.....	11
2.2.1	Výroba mladiny.....	12
2.2.2	Šrotování sladu .....	12
2.2.3	Vystírání .....	12
2.2.4	Rmutování .....	12
2.2.5	Scezování.....	13
2.2.6	Vyslazování mláta.....	13
2.2.7	Chmelovar .....	13
2.2.8	Kvašení mladiny a dokvašování mladého piva .....	14
2.2.8.1	Hlavní kvašení .....	14
2.2.8.2	Dokvašování a zrání piva.....	14
2.2.9	Úprava a stáčení piva .....	14
2.2.9.1	Filtrace .....	14
2.2.9.2	Stabilizace .....	15
2.2.9.3	Pasterace a stáčení piva .....	15
2.3	Příprava vysokokoncentrovaných mladin metodou HGB .....	15
2.3.1	Pivovarské kvasnice.....	16
2.3.1.1	Metabolismus kvasinek .....	16
2.3.1.2	Kvasinky svrchního kvašení .....	17
2.3.1.3	Kvasinky spodního kvašení .....	17
2.3.1.4	Negativní vlivy působící na kvasnice.....	17
2.3.1.5	Vhodné kvasinkové kmeny pro HGB piva .....	19

2.3.1.6	Imobilizované kvasinky .....	20
2.3.1.7	Kvasničná výživa.....	21
2.3.2	Deareace vody .....	21
2.3.3	Zředování piva .....	22
2.4	Vliv technologie HGB na finální kvalitu piva .....	23
2.5	Cylindrokónické tanky .....	24
2.5.1	Odpěňovací přípravky.....	25
3	MATERIÁL A METODIKA.....	27
3.1	Výroba piva ve školním minipivovaru .....	27
3.1.1	Popis univerzitního minipivovaru .....	27
3.1.2	Suroviny a postup výroby .....	29
3.2	Výroba maloobjemových piv v laboratoři .....	30
3.2.1	Suroviny a postup výroby .....	30
3.3	Analytická analýza a ředění HGB piv .....	32
3.4	Umělé sycení suchým ledem.....	33
3.5	Senzorické hodnocení.....	33
4	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	34
4.1	Výsledky analytických analýz .....	34
4.1.1	Maloobjemová piva .....	36
4.1.2	Piva z univerzitního minipivovaru .....	37
4.1.3	Ředění HGB piv na desetistupňová piva .....	37
4.1.4	Ředění HGB piv na jedenáctistupňová piva .....	39
4.1.5	Ředění HGB piv na dvanáctistupňová piva.....	40
4.2	Výsledky sensorického hodnocení .....	41
4.2.1	Výsledky sensorického hodnocení maloobjemových piv.....	42
4.2.2	Výsledky sensorického hodnocení piv z minipivovaru .....	51
5	ZÁVĚR .....	57



6	POUŽITÁ LITERATURA .....	59
7	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	63
8	SEZNAM ZKRATEK.....	65
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	65

# 1 ÚVOD

V dnešní době je běžné, že moderní velkopivovary navaří např. šestnácti stupňové pivo a tento extrakt naředí vodou na dvanáctku a desítku. Tato populární metoda, nazývána High gravity brewing, má pro pivovary mnoho výhod. Hlavní výhodou je úspora nákladů a zvýšení standardnosti vyráběného piva. Na druhou stranu jsou zde i značné nevýhody především pro konzumenty. Jednou z nejdůležitějších charakteristik působících na spotřebitele je pivní pěna, která má být bohatá, hustá a dlouhotrvající, pivo je pak plné a vzbuzuje u spotřebitele chuť na další pivo. Bohužel tyto vlastnosti většinou u HGB piva chybí, takto vyrobené pivo má většinou nedostatek  $\text{CO}_2$  a musí být uměle dosycováno. Výsledkem je špatně pitelné pivo, jehož bublinky se hrnou do nosu. Díky vysokému nástupu moderních technologií výroby piva v dnešní době je nutno věnovat zvýšenou pozornost senzorické kvalitě piva.

Výrobu vysokokoncentrovaných mladin, která vznikla v USA, přijalo v České republice mnoho pivovarů, avšak mnoho z nich tuto informaci rádi nezveřejňují. Mezi takové patří například Heineken, pod který spadají pivní značky jako Starobrno, Krušovice, Staropramen, Zlatý Bažant, Březňák, Louny atd. Další pivovary, které používají metodu HGB jsou Radegast, Plzeňský Prazdroj a Svijany. Naopak Vyškovské pivo, Gambrinus (Plzeňský Prazdroj), Polička a Richard jsou pivovary, u kterých HGB metodu nenajdete.

Další inovací ve výrobě piva je používání cylindrokónických tanků. Výhodou této technologie je jednoduchá automatizace kvasného procesu, možnost kvalitní sanitace výrobního zařízení, výroba velkého objemu piva o stejné kvalitě, rychlejší průběh fermentace. Současně je možné výrazné zlepšení pracovního prostředí, zvýšení produktivity práce a snížení vlastních nákladů výroby. I používání CKT má své nevýhody. V CKT se nedá sebrat tzv. deka, která se tvoří na povrchu kvasícího piva, což může vést k výrobě piva s nepříjemnou hořkostí. Problém nastává i tehdy, snaží-li se pivovar zrychlit proces kvašení, za účelem zefektivnění výroby. Proces kvašení tak probíhá za teplot a tlaků, které vedou k výrobě málo plných piv.

Čapek ve svých dílech ze 30. let varuje před zneužitím technologií ziskuchtivým a nenasytým člověkem, který nakonec dovede lidstvo téměř ke zkáze. Něco takového nás snad s cylindrokónickými tanky a výrobou piva technologií HGB nečeká, ovšem i tak by jejich zneužívání mělo minimálně vzbuzovat obavy.

## 2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 2.1 Vysokokonzentrované mladiny

Výroba vysokokonzentrovaných mladin je metoda, při které vzniká mladina, která má vyšší koncentraci než je normální (11 – 12 %), obvykle o hodnotě 18 %. V důsledku toho dochází v další fázi k ředění vzniklého piva vodou. Tento proces je technologickou inovací, která se stala velmi populární díky kvalitě vzniklých výrobků a především díky ekonomickým výhodám jako je efektivní využití strojních zařízení, snížení energie, práce a kapitálových nákladů. České pivo může být uvařeno metodou HGB o maximálním původním extraktu mladiny 16 %. Některé společnosti tuto metodu odsuzují a nepřijali ji kvůli nedostatkům, kterými jsou např. snížená stabilita pěny a negativní vliv vysokokonzentrovaných mladin na výkon kvasinek. (CASEY G. P., INGLEDEW W. M., 1983)

Výroba vysoce koncentrovaných mladin neboli metoda HGB (High Gravity Brewing) má počátky v USA. Do Evropy se tato technika dostala v roce 1975. (SIMPSON K. B., 2006).

Původní význam technologie HGB byl ušlechtilý. Již v patnáctém století tato technologie měla zachraňovat sládky, když se při vaření spletli o nějakou tu desetinu a místo čisté dvanáctky jim vznikala piva vyšší stupňovitosti - třeba 12,3 % EPM (extraktu původní mladiny v hmotnostních procentech). Pomocí zařízení HGB byla odchylka lehce napravitelná a pivovary si nezačaly na daňové problémy, související se stupňovitostí piva. Jenomže zařízení s obrovskou kapacitou začalo být zneužíváno. (MOTÝL I., 2009)

### 2.2 Výroba piva

Výroba piva se dělí na 3 úseky:

- Výroba mladiny
- Kvašení mladiny a dokvašování mladého piva pivovarskými kvasinkami
- Úprava a stáčení piva (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### **2.2.1 Výroba mladiny**

Cílem je převedení extraktivních látek ze sladu chmele do roztoku. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### **2.2.2 Šrotování sladu**

Mechanické drcení sladu tak, aby byl získán optimální poměr hrubých a jemných částí při zachování celistvosti pluch. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### **2.2.3 Vystírání**

Provádí se vyluhováním pošrotovaného sladu ve vystírací kádi ve vodě 35 – 38 °C. Malá část extraktivních látek přechází ze sladu do roztoku. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### **2.2.4 Rmutování**

Při rmutování dochází k rozštěpení a převedení hlavního podílu extraktivních látek do roztoku působením enzymů za postupného vyhřívání vystírky ve rmutovací kádi.

Cílem je dokonalé zcukření škrobu a jeho převedení do roztoku spolu s vhodným podílem bílkovin a dalších látek, jež dohromady tvoří extrakt sladiny. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

Prakticky se jedná o postupné ohřívání směsi vody a sladového šrotu a udržování přestávek při technologicky důležitých teplotách, nejdůležitější pivovarské teploty jsou:

- 40 °C (kyselinotvorná),
- 52 °C (degradace bílkovin),
- 63 °C (nižší cukrotvorná teplota),
- 72 °C (vyšší cukrotvorná teplota),
- 85°C. (KRUPKA Z., 2012)

### 2.2.5 Scezování

Účelem je oddělení extraktu tzv. sladiny od pevného podílu rmutu, tj. mláta. Scezování se provádí ve scezovací kádi s dvojitým děrovaným dnem. Filtrace probíhá přes vrstvu sedimentovaných pluch a ostatních zbytků sladu. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### 2.2.6 Vyslazování mláta

Slouží k vyloužení posledních zbytků rozpustného extraktu, provádí se rovněž ve scezovací kádi. Po stečení zfiltrovaného extraktu tzv. předku, následuje vyslazování mláta vodou 75 °C po dobu asi 90 min. Produktem vyslazování je výstřelek shromažďovaný s hlavním podílem v mladinovém kotli. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### 2.2.7 Chmelovar

Cílem chmelovaru je převedení hořkých látek chmele do mladiny, inaktivace enzymů, koagulace bílkovin s polyfenolickými látkami sladu a chmele, sterilace a zahuštění mladiny. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

Chmel obsahuje pivovarsky cenné látky:

- Alfa-hořké kyseliny (především humulon), nejúčinnější
- Beta-hořké kyseliny (lupulon), méně hořké
- Polyfenoly (4 %), uplatňují se při srážení bílkovin
- Chmelové silice, vytvářejí charakteristické aroma

Chmelové přípravky se přidávají 2-3 krát během varu. Při chmelovaru dochází k lomu mladiny, kdy koagulují vysokomolekulární látky, jež jsou důležité pro průběh kvašení, čechení a koloidní stabilitu piva. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

Ke chlazení mladiny se používají vířivé kádě, kde se při teplotě nad 60 °C usazují hrubé kaly a poté následuje dochlazování v deskových protiproudných výměnících tepla na zákvasnou teplotu 5-7 °C. Před zakvašením se mladina sytí kyslíkem pro potřebu kvasinek. Vyrobená mladina musí svou koncentraci extraktivních látek odpovídat vyráběnému pivu, tj. při výrobě 10 % piva musí mladina obsahovat 10 % extraktu (rozpuštěných látek). (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

## **2.2.8 Kvašení mladiny a dokvašování mladého piva**

### **2.2.8.1 Hlavní kvašení**

Dochází k přeměně zkvasitelných sacharidů na etanol, CO<sub>2</sub> a vedlejší produkty. Zchlazená mladina se zkvašuje kvasinkami. Při klasické technologii kvašení probíhá v otevřených kádích v chlazené místnosti (spilka), kde kvašení trvá zpravidla 6-8 dní. V dnešní době se používají moderní technologie pivovarského kvašení tzv. jednofázové kvašení, při němž probíhá hlavní kvašení i dokvašování v jedné nádobě, obvykle cylindrokónických velkoobjemových tancích, tepelně izolovaných s objemem až 10 000 hl. Představuje zkrácení výrobního procesu – celé kvašení 12 – 13 dní. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### **2.2.8.2 Dokvašování a zrání piva**

Dokvašování a zrání piva probíhá v ležáckém sklepě v ocelových uzavřených tancích, kde mladé pivo zvolna dokváší při 1-3 °C, zraje a sytí se CO<sub>2</sub>. Oxid uhličitý dodává pivu plnost a říz. Doba ležení piva se odvíjí od stupňovitosti. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

## **2.2.9 Úprava a stáčení piva**

Zahrnuje filtraci, případně stabilizaci a pasteraci, jež zajišťují dlouhou trvanlivost piva, nakonec se provádí stáčení. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### **2.2.9.1 Filtrace**

Spočívá v oddělení kalických látek na křemelinových a deskových filtrech, což zvyšuje biologickou a koloidní stabilitu piva. Nejmodernější je způsob membránové filtrace. Používá se řada filtračních materiálů (křemelina, celuloza, perlity, bavlna) s využitím adsorpce a afinity k filtračnímu materiálu. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### 2.2.9.2 *Stabilizace*

Zajišťuje dlouhodobou trvanlivost piva, až 1 rok, i chuťovou a koloidní stabilitu. Stabilizační prostředky sráží, adsorbují nebo štěpí vysokomolekulární dusíkaté látky a polyfenoly piva, jiné působí antioxidantně. Přípravky se přidávají před koncem dokvašování, některé až při filtraci. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

### 2.2.9.3 *Pasterace a stáčení piva*

Pasterace se provádí pro zvýšení biologické stability, nejčastěji v tunelových sprchových pastérech při 62 °C, nebo průtokových. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

Stáčecí přístroje jsou konstruovány na isobarickém principu, rovněž je třeba zamezit styku piva s kyslíkem, proto stáčení probíhá pod tlakem CO<sub>2</sub> do nádob přeplněných CO<sub>2</sub>. Pivo se stáčí do sudů, lahví, plechovek a tanků. (KUČEROVÁ J. a kol., 2007)

## 2.3 **Příprava vysokokonzentrovaných mladin metodou HGB**

Příprava vysokokonzentrovaných mladin je založena na hustých rmutech, ze kterých je získávána mladina s extraktem 14 – 25 %. Pivo se naředí speciálně upravenou vodou na koncentraci výčepních piv nebo ležáků s 10 až 14 % extraktu původní mladiny, což se provádí před nebo častěji při filtraci piva. Metoda HGB umožňuje zvýšit instalovanou kapacitu pivovaru až o 30 % za současného snížení nákladů spojených s výrobou. (BASAROVÁ G. a kol., 2010; KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

Zvýšení koncentrace mladiny lze dosáhnout dvěma způsoby, prvním z nich je zpracováním hustších vystírek, kdy koncentrace vyrážené mladiny je 14 – 16 %. Sladinové filtry nové generace a moderní zecovací kádě dokáží bez problémů zpracovat takto koncentrované sladiny. Druhým způsobem, jak můžeme zvýšit koncentraci mladiny, je přidavek cukerné surogace při chmelovaru. Cukr popřípadě cukerný sirup se k mladině přidávají před koncem chmelovaru asi 10 – 15 minut. (BASAROVÁ G. a kol., 2010; KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

Vysokokonzentrovaná mladina se nechá vykvasit a hotové, velmi silné pivo se na tzv. HGB-jednotce, po filtraci rozředí odplyněnou a CO<sub>2</sub> nasycenou vodou („sodovou vodou“) na požadovanou stupňovitost. Pivovar tak může dle množství přidané vody

z jedné várky vysokoprocentního piva vyrobit např. jednu třetinu lehkého piva, druhou třetinu výčepního piva a z poslední, nejméně zředěné dávky, pivo speciální. (CHLÁDEK L., 2007)

HGB zařízení se skládá z několika jednotek:

- jednotka na přípravu odplyněné vody a CO<sub>2</sub> nasycené vody;
- směšovací zařízení;
- rozpouštěcího zařízení (výdržníku);
- měřicí a řídicí jednotka.

Do zařízení se přivede zfiltrované vysokoprocentní pivo, to dále putuje do měřicí jednotky HGB-zařízení, kde se stanoví základní analytické hodnoty piva, teplota a okamžitý průtok. Podle těchto parametrů je následně spočteno, jaký objem se bude průběžně do piva dávkovat. (CHLÁDEK L., 2007)

### **2.3.1 Pivovarské kvasnice**

Vlastnosti kmene kvasnic jsou vedle kvality surovin a podmínek technologie odpovědné za chuťové vlastnosti a podílejí se na tzv. přírodní koloidní stabilitě piva. Během kvašení produkují kvasinky řadu typických základních buketních látek, jako jsou estery, vyšší alkoholy a mastné kyseliny. Jednotlivé kmeny mají rozdílné genetické předpoklady k tvorbě těchto látek, ale i k náchylnostem na změny metabolických cest jejich vzniku způsobené podmínkami výrobního procesu. (BASAROVÁ a kol., 2003)

Množství potřebné pro zakvašení závisí na aktivitě kvasnic. U várečných kvasnic se rozlišuje viabilita (reprodukční schopnost buněk) a vitalita (fyziologický stav a metabolická aktivita buněk). (BASAROVÁ a kol., 2003)

#### **2.3.1.1 *Metabolismus kvasinek***

Z pivovarského hlediska se jedná o přeměnu zkvasitelných cukrů na alkohol a oxid uhličitý za účasti řady enzymů a koenzymů. Kromě těchto hlavních produktů metabolismu vytvářejí i řadu vedlejších metabolitů jako jsou estery, vyšší alkoholy a kyseliny, které se významnou měrou podílejí na utváření sensorických



vlastností piva. Metabolismus kvasinek je ovlivňován složením mladiny, vlastnostmi kvasnic a podmínkami procesu. (KOSARĚ K., PROCHÁZKA S., 2000)

#### 2.3.1.2 *Kvasinky svrchního kvašení*

Slouží hlavně pro výrobu piva typu „ale“, „porter“ a „stout“. Kvasinky svrchní kvasí za vyšších teplot než spodní, neusazují se na dně a jsou difúzně rozptýleny v tekutině, se kterou tvoří skoro mléčně zakalenou suspenzi. Téměř vůbec nevločkují. Při kvašení jsou vznášeny k povrchu mladiny, kde vytvářejí hustou pokrývku, která musí být včas odstraněna, jinak zasychá a klesá ke dnu. Kvasinky svrchní nezksašují rafinosu, kvůli chybějícímu enzymu melibiáza. Svrchní kvasinky jsou tvořeny druhem *Saccharomyces cerevisiae subsp. cerevisiae*. (HLAVÁČEK F. a kol., 1958)

#### 2.3.1.3 *Kvasinky spodního kvašení*

Do určité míry mají opačné vlastnosti než kvasinky svrchního kvašení. Kvasí dobře i za nižších teplot a kvašení trvá dle stupňovitosti piva 8 – 14 dní. Zksašují úplně rafinosu a na konci kvašení sedimentují na dně kvasných nádob. Spodní kvasinky slouží k výrobě plzeňského typu piva. Nejvhodnější označení pro druh spodních pivovarských kvasinek je *Saccharomyces pastorianus* (dříve *S. carlsbergensis*). (HLAVÁČEK F. a kol., 1958)

#### 2.3.1.4 *Negativní vlivy působící na kvasnice*

Vysokokonzentrované mladiny nejsou optimálním prostředím pro kvasinky, protože jejich fyziologický stav se snižuje s růstem koncentrace mladiny. Důležitá je proto volba vhodného kmene a udržování minimálního počtu nasazení. (PÁTKOVÁ J. a kol., 2001)

Po dobu kvašení vysokokonzentrovaných mladin jsou kvasinky vystavené extrémním podmínkám – vysoká koncentrace sacharidů, etanolu, nedostatku živin (rozpustný kyslík a užívaný dusík), zvýšená viskozita prostředí, zvýšená koncentrace rozpustného oxidu uhličitého. Všechny tyto podmínky působí na kvasinky a je potřebné

eliminovat jejich vliv, jelikož se mění jejich aktivita a dochází k ovlivnění rychlosti fermentace i výsledných organoleptických vlastností. (PÁTKOVÁ J. a kol., 2001)

Úspěšná fermentace je závislá na schopnosti kvasinek odpovídat a přizpůsobovat se na několik stresových situací. Na působení stresových faktorů reagují kvasinky nejprve pasivním způsobem a poté se snaží aktivním mechanismem eliminovat změny vyvolané prostředím. (PÁTKOVÁ J. a kol., 2001)

- **Osmotický stres**

Vyšší obsah cukrů a dalších složek extraktu výrazně zvyšují osmotický tlak prostředí, ten je jedním z důležitých faktorů, který nepříznivě ovlivňuje vitalitu a aktivitu produkčního kmene pivovarských kvasinek. (KUBIZNIAKOVÁ P., 2011)

Při použití HGB technologie jsou kvasinky vystaveny osmolaritě 1500 – 1800 mOsm/l, která může indukovat hyperosmotický stres ovlivňující buněčné struktury, zpožďuje sedimentaci kvasinek a prodlužuje čas fermentace o 15 – 90 %. (SIGLER K., MATOULKOVÁ D., 2011)

Účinným faktorem chránícím buňky proti osmotickému stresu je přítomnost thalalosu uvnitř buňky a přítomnost glycerolu a aminokyselin v okolním prostředí. Pro kompenzaci negativních vlivů vysokého osmotického tlaku se doporučuje např. zvýšení obsahu kovů v zakvašované mladině a obohacení i růstové faktory. (BASAŘOVÁ a kol., 2003)

- **Etanolový stres**

Dalším stresujícím faktorem vysokokonzentrovaných mladin je zvyšující se obsah alkoholu a CO<sub>2</sub> v průběhu hlavního kvašení. Vlivem vysoké koncentrace etanolu dochází ke změnám v obsahu zastoupení sterolů a mastných kyselin, ke zvýšení syntézy trehalózy a proteinů. Na všechny tyto procesy vyžaduje buňka energii, a tak dojde k poklesu její růstové schopnosti. (KUBIZNIAKOVÁ P., 2011)

Konečná koncentrace etanolu při běžné fermentaci dosahuje 3 – 6 %, při technologii HGB může přesáhnout 10 %. Pivovarské kvasinky tolerují 7 – 9 % etanolu, ale za vhodných nutričních podmínek (tj. přítomnost vhodného zdroje dusíku, sterolu a nenasycených mastných kyselin) mohou produkovat až 16 % etanolu. Etanol inhibuje

růst kvasinek a způsobuje redukci velikosti buněk, snižuje rychlost respirace, příjmu glukosy a fermentace, způsobuje pokles vnitrobuněčného pH a zvyšuje propustnost membrány. Etanol také indukují vznik mutací mitochondriální DNA, které se projeví sníženou rychlostí kvašení a nežádoucími chuťovými změnami piva. Obecně etanol v koncentraci nad 10 % inhibuje růst kvasinek a v množství 20 % inhibuje fermentační schopnost kvasinek. (SIGLER K., MATOULKOVÁ D., 2011)

Odolnost proti etanolu je dána geneticky, závisí, ale i na obsahu živin, vlastnostech prostředí a např. i na koncentraci  $Mg^{2+}$ , které zvyšují odolnost buňky proti etanolu. (BASAROVÁ a kol., 2003)

- **Hydrostatický stres**

Kvašením piva ve vysokých cylindrických tancích dochází ke zvýšení hydrostatického tlaku až na 200 kPa, čímž dochází ke snížení kvasničné viability. Dále se uplatňuje rozpuštěný  $CO_2$ , který mění permeabilitu buněčné membrány a tím enzymovou aktivitu buněk. (STEENBERG J. a kol., 2003)

- **Teplotní stres**

K teplotnímu stresu může dojít, jak působením nízkých teplot, tak i vysokých. Při vyšších teplotách dochází u kvasinek k aktivaci tzv. heat-shock genů, jež zapříčiní zvyšující se tepelnou odolnost kvasinek. (BASAROVÁ a kol., 2003)

V praxi většinou dochází k chladovému šoku během odstřelu kvasnic, kdy dochází v kónusu CKT k lokálnímu podchlazení ( $t < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). (STEENBERG J. a kol., 2003)

### 2.3.1.5 *Vhodné kvasinkové kmeny pro HGB piva*

Kvasinkové kmeny ovlivňují rychlost a rozsah kvašení, chuť i celkovou kvalitu a stabilitu konečného piva. Vzhledem k tomu, že vysoce koncentrované mladiny mohou mít škodlivý vliv na výkon kvašení, je nutné, aby byl vybraný kmen kvasinek tolerantní k vysokému osmotickému tlaku a zvýšené hladině etanolu. (PRATT, P. L. et al., 2003)

V rámci druhu *Saccharomyces cerevisiae* existuje asi 1 000 technologických kmenů s různými vlastnostmi. U jednotlivých kmenů v mezinárodně uznávaných sbírkách se

někdy uvádějí i technologicky významné vlastnosti. Pivovarské kvasnice se od známých dodavatelů získávají buď sušené, nebo tekuté. (BASAROVÁ a kol., 2003)

Kubizniaková P. se ve svém výzkumu zabývá testováním produkčních kmenů ze sbírky VÚPS pro technologii HGB. Použity byly druhy *Saccharomyces pastorianus* a *Saccharomyces cerevisiae*. Nejvhodnější z testovaných kvasinek se jevila skupina A tvořená čtrnácti kmeny - kmen č. 9, 10, 14, 87, 98, 101, 111, 112, 133, 95, 134, které byly tolerantní k vyššímu osmotickému tlaku a vyšším koncentracím etanolu. U těchto kmenů byl prokázán růst minimálně v 16 i 20 % mladině. Úplně nejlépe se jevily kmeny 9, 111 a 112. Lze tedy předpokládat, že skupina A bude zkvašovat mladiny s velmi silným původním extraktem za tvorby dostatečného množství etanolu. Lze je považovat za vhodné pro technologii HGB. (KUBIZNIAKOVÁ P., 2011)

Skupina B tvořena kmeny s rozdílnou tolerancí k osmotickému tlaku a etanolu - kmeny č. 77, 78, 82, 84, 88, 90, 91, 94, 96, 99, 110, 119, 126, 127, 129. Tyto kmeny mohou být vhodné ke zkvašování mladin o původním extraktu mladiny okolo 16 % za dostatečné tvorby etanolu. Kmeny jsou ideální pro technologii HGB, která využívá mladiny o původní koncentraci do 16 %. (KUBIZNIAKOVÁ P., 2011)

Kmeny netolerantní k etanolu byly zařazeny do skupiny C. Tyto kmeny byly vyhodnoceny jako nevhodné pro technologii HGB. (KUBIZNIAKOVÁ P., 2011)

#### 2.3.1.6 *Imobilizované kvasinky*

Jednou z metod na snížení etanolového stresu je např. imobilizace. Ke zlepšení vlastností kvasinek přispívá vytvoření ochranné vrstvy okolo buněk. Tato vrstva snižuje etanolový stres v prostředí, protože polymery používané při imobilizaci napomáhají transportu etanolu dovnitř buňky a ven. Kvasinky zachycené v pektátu vápenatém byly použité na kvašení vysokokonzentrovaných mladin. (PÁTKOVÁ J. a kol., 2001)

Předností imobilizovaných kvasinek je změna metabolismu, projevující se vyšší kvasící schopnosti při téměř zastavení růstu a v možnosti použití vyšší násady bez nepříznivého vlivu na finální výrobek. Tím se zjednodušuje kvasničné hospodářství a podstatně se snižují náklady i ztráty piva. Doba hlavního kvašení a dokvašování se zkracuje na pouhých 8 – 10 dní. Jako vhodný typ nosiče se používá např. alginát sodný. (PELIKÁN M. a kol., 2004)

Díky výzkumu SILVY D. a kol. bylo prokázáno, že fermentace piva HGB s použitím pivovarských kvasinek imobilizovaných na nosiči (mláto, kukuřičné klasy) vykazují dobré výsledky. Díky této metodě vyniká podstatně kratší doba fermentace, levné nosiče snižují investiční náklady a pivo má obecně přijatelné a dostatečně vyvážené aroma. Hotové výrobky z procesu HGB byly spotřebiteli vyhodnoceny jako přijatelné, co se týče chuti. (SILVA D. et al., 2008)

#### 2.3.1.7 *Kvasničná výživa*

Úspěšná fermentace HGB je závislá na schopnosti kvasinek rychle se přizpůsobit na stresové podmínky. Kvasinky si musí zachovat svoji vitalitu tedy schopnost snést různé druhy stresů a zároveň uskutečnit fermentaci. Stresové podmínky působící na kvasinky se nesmí projevit na organoleptických vlastnostech výsledného piva. Z tohoto důvodu musíme zajistit kvasinkám dostatek živin a ochranných látek procesem přípravy mladiny. (BASARŮVÁ, G., 2002; MAJARA, M. et al 1996)

Kvasinky jsou chemoheterotrofní organismy, které potřebují pro svůj růst a rozmnožování kromě uhlíku, dusík a vitamíny. Pro zvýšení hladiny asimilovatelného dusíku je vhodné mladinu obohatit o dusíkaté živiny. Ty se přidávají ve formě volných aminokyselin nebo kvasničného extraktu. Optimální hladina dusíku stimuluje růst buněk, redukuje dobu fermentace a zvyšuje obsah etanolu. Kvasničná výživa je přidávána do mladinového kotle asi 15 minut před koncem chmelovaru. (JONES, M., INGLEDEW, M., 1994; O'CONNOR-COX, C. et al, 1991)

#### 2.3.2 *Deareace vody*

Voda použitá pro ředění vysokokonzentrovaných várek musí být dokonale odplyněná – odvzdušněná (obsah  $O_2$  nejvýše  $0,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ), nesmí obsahovat biologické a chemické kontaminanty. S růstem dávky vody roste nebezpečí oxidace, protože kyslík je dávkován nejen s vodou, ale i s  $CO_2$  při následné karbonizaci. Dále voda musí mít nízkou alkalitu, stejnou teplotu a nasycení  $CO_2$ , jako má ředěné pivo. (BASARŮVÁ G. a kol., 2010)

Deareace vody se provádí na hranici původní koncentrace mladiny vyráběného piva a dále pro ředění nízkoalkoholických a nealkoholických piv. V praxi se používá zařízení, ve kterém probíhá odvodušnění i karbonizace vody. Odplynění vody se může provádět zahříváním, vakuovým odparem, membránovou technikou, odvětráním (stripováním) CO<sub>2</sub>, nebo dusíkem či vodní parou. (BASAŘOVÁ G. a kol., 2010; KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

Při použití vakuové deareace společně s CO<sub>2</sub> jako stripovacího plynu nelze dosáhnout velmi nízké hladiny kyslíku ve vodě, která je v dnešní době požadována.

Nejlevněji a s nejlepšími výsledky lze deareace vody dosáhnout stripováním vody dusíkem a CO<sub>2</sub> ve speciální nerezové koloně za atmosférického tlaku. Takto lze snížit obsah kyslíku na 0,05 až 0,01 mg · l<sup>-1</sup>. (KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

Membránová deareace se provádí pomocí modulů s dutými vlákny, které jsou uspořádány buď paralelně, nebo sériově. Tyto membrány jsou semipermeabilní, propouštějí plyny, ale ne vodu. Jako stripovací plyny se používají CO<sub>2</sub> nebo dusík a lze tak dosáhnout kompletního odstranění plynů. Nevýhodou však je, že upravovaná voda musí být dokonale čirá, bez sebemenších částic, které by mohly zalepit póry membrány a snižovat tak výkon zařízení. (BASAŘOVÁ G. a kol., 2010; KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

Dále lze použít deareaci při vyšší teplotě, ta je ale energeticky velmi náročná. (BASAŘOVÁ G. a kol., 2010; KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

### **2.3.3 Zředování piva**

Rizika změny charakteru piva jsou malá, pokud dodržujeme ředění 1 díl HGB piva a 0,3 díly vody. Při zvyšování koncentrace mladiny může dojít ke změně složení sensoricky aktivních látek. Maximální používaná koncentrace mladiny je 18 až 24 %. Získaná piva mají při těchto koncentracích méně vyšších alkoholů a více esterů, tedy i více esterovou chuť. Problém lze řešit provzdušňováním mladiny a zvolením vhodného kmene kvasnic. (KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

Obvykle se ředění provádí ve dvou krocích. První krok se zařazuje před filtrací nebo po ní a provádí se jím hlavní ředění (hrubé řezání). Druhý krok (jemné řezání) za filtrací doladuje extrakt původní mladiny nebo alkohol na nastavenou hodnotu. (KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

## 2.4 Vliv technologie HGB na finální kvalitu piva

Mezi kvalitativní a kvantitativní znaky charakterizující pivo patří bohatá, hustá a dlouhotrvající pěna. Tvorba a stabilita pивní pěny je pozitivně ovlivňována bílkovinami s hydrofobním charakterem. Problematika pěnivosti a obsahu hydrofobních polypeptidů a bílkovin se dostala do popředí zájmu se zaváděním moderních metod výroby piva vycházejících z výroby vysokokonzentrovaných mladin (HGB). Faktorem způsobujícím u piv vyrobených metodou HGB problémy s pěnivostí je nízký obsah hydrofobních bílkovin. Ten je ovlivněn především nižší extrakcí těchto sloučenin do vysoce koncentrovaných sladů a mladin již ve fázi rmutování a chmelovaru, a dále naředěním hotového piva vodou, ke kterému dochází při úpravě na požadovanou původní koncentraci mladiny. Jedním z důvodů zhoršení extrakce během rmutování je zvýšení teploty procesu, při které vznikají polyfenol-polypeptidové komplexy. Při HGB technologii je pro dostatečný obsah hořkých látek nutná zvýšená dávka chmele, což se projeví vysokým obsahem polyfenolů. K podstatné ztrátě hydrofobních polypeptidů dochází při HGB technologii během kvašení. Kvasinky vylučují při kvašení vysoce koncentrovaných mladin ve větší míře proteinázu A, která způsobuje snížení stability pěny. (ČÍŽKOVÁ H. a kol., 2006; DRAGONE G. et al, 2007; KANO Y., KAMIMURA M., 1993)

HGB pivo má kromě problematické pěny a samotného ředění piva vodou i další nevýhody. Kamenem úrazu je také kvašení piva při jeho velké stupňovitosti. Kvasné procesy probíhají odlišně a s jinými chuťovými výsledky, tím vznikají často piva silně prokvašená, chuťově prázdňější, se slabou sladovou chutí. Prázdňější chuť povzbuzuje spotřebitele méně k dalšímu pití. (ČÍŽKOVÁ H. a kol., 2002)

## 2.5 Cylindrokónické tanky

Zkratka CKT označuje takzvané cylindrokónické tanky, tedy moderní zařízení, které dokáže nahradit desítky zaměstnanců pivovaru. Řada pivovarů v dnešní době používá CKT tanky nejen pro hlavní kvašení, ale i pro dokvašování piva. Výroba piva je ale při použití CKT například ochuzena o klasické kvašení na spilkách, kdy pivo v otevřených nádržích divoce kvasí. (CHLÁDEK L., 2007; PELIKÁN M. a kol., 2004)

Předností CKT je krátká doba výrobního procesu, jednoduchá technologie, snadnost obsluhy, vysoká efektivnost sanitačních prací, což v řadě pivovarů vedlo ke zvýšení kvality piva. Dále je velkou výhodou výrazné snížení investičních nákladů, zvýšení produktivity práce a nižší ztráty hořkých látek při kvašení. (PELIKÁN M. a kol., 2004)

Cylindrokónické tanky jsou stavěny na volném prostranství a jsou vyráběny především z nerez oceli. Výška tanků dosahuje až 20 metrů a objem až 10 tisíc hektolitrů. Jejich charakteristikou je kónické dno (vrcholový úhel 60 – 70°) a vnější chladicí duplikátory. Tanky mají několik chladících zón, včetně možnosti chlazení kuželu ve spodní části tanku. Pro chlazení je využívání cirkulace chladícího média (např. glykolu) nebo přímý odpar čpavku. Na víku cylindrokónického tanku je umístěna vyhřívaná komůrka s odklopným víkem tzv. dóm. Uvnitř dómu je kontrolní průlez do tanku a potrubí pro přívod sanitačních prostředků do mycí hlavice a pro odvod CO<sub>2</sub>, který se vyvíjí při kvašení. Asi ve třetině výšky tanku je umístěno potrubí sloužící k odběru vzorku. CKT tanky jsou propojeny s varnou, filtrační a sanitací soustavou potrubí, tzv. potrubním plotem. Tento potrubní plot umožňuje současně plnění jednoho tanku, vyprazdňování druhého a případně i mytí třetího tanku. Dle průběhu kvašení a ležení piva v jednom CKT rozeznáváme jednofázovou a dvoufázovou výrobu piva:

- probíhá-li hlavní kvašení v jednom CKT a po skončení kvasného procesu se z tohoto tanku pouze separují v kuželu usazené kvasnice a ve stejném tanku probíhá dokvašování, jedná se o jednofázové kvašení;
- dvoufázová výroba spočívá v tom, že hlavní kvašení probíhá v jednom CKT a po skončení kvasného procesu se mladé pivo přečerpá do druhého CKT.

(CHLÁDEK L., 2007; PELIKÁN M. a kol., 2004)

Při plnění cylindrokónických tanků různých objemů (různý počet várek k naplnění tanků) je nutné optimalizovat systém zakvašování a vzdušnění s ohledem na dosažení požadované senzorické stability. Pro vzdušnění v CKT je kritická doba po 2,5 a po 7,5



hodinách po zakvašení první várky. Při nesprávném načasování vzdušnění tak může dojít ke snížení antioxidační kapacity až o 60 %. Ke vzniku antioxidační kapacity dochází při kvašení a byla prokázána korelace s obsahem SO<sub>2</sub>. (PAJUREK M., 2003)

Díky konstrukčnímu provedení tanku lze dobu kvašení zkrátit na 12 – 13 dní. Tepelnou konvencí a intenzivním prouděním CO<sub>2</sub> dochází ke vzniku samovolného proudění kvasného média, což způsobí, že jsou kvasinky v neustálém vznosu až do úplného prokvašení extraktu. Na zkrácení doby kvašení má vliv také zvýšená dávka kvasnic, až 1 litr na hektolitr mladiny. Na konci dokvašování sedimentují kvasnice do kónického dna tanku a vypustí se. Rychlost kvašení však bývá velmi často vykoupena nižší plností takto vyráběného piva. (PELIKÁN M. a kol., 2004)

Používané CKT, které velmi dobře odpovídají ekonomické rentabilitě, přinášejí již během kvašení, ale především pak následně pro sbírané kvasnice výrazný hydrostatický stres vyvolaný přetlakem cca 0,2 MPa. (STEENBERG J. a kol., 2003)

### **2.5.1 Odpěňovací přípravky**

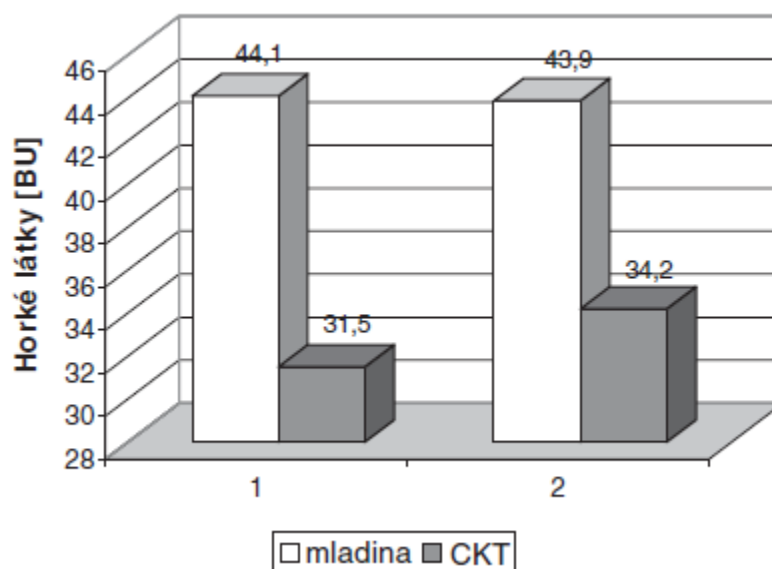
Při fermentaci je produkováno velké množství CO<sub>2</sub>, které zapříčiňuje pění piva. Když pěna slehne, velké množství hmoty utvářející pěnu (proteiny a chmelové složky) zůstává na stěnách tanků. To zapříčiní, že výsledné stáčené pivo netvoří dobrou pěnu a část hořkých látek se ztratí ve fermentačním tanku. Dále je také složité odstranit ulpělou pěnu na stěnách tanků a je zapotřebí zabránit vypěňování tanků a tedy i ztrátám piva. (WAINWRIGHT, T., 1998)

Odpěňovací přípravky jsou většinou silikonové nebo uhlovodíkové oleje. Při použití olejů dochází k unikání CO<sub>2</sub> bez tvorby stabilních bublin. Často se těchto olejů využívá i v mladinovém kotli k zabránění přepěňování a rychlejšímu odparu vody. Odpěňovací přípravky v hotovém pivu nezůstávají, jsou absorbovány kvasinkami a filtračním materiálem. Použitím přípravků dochází k lepší stabilitě pěny, díky menší ztrátě pěnотvorných proteinů. (WAINWRIGHT, T., 1998)

Cvengroschová ve svém pokusu použila odpěňovací přípravek Foamsol - vodná emulze dimethylpolysiloxanu, potlačující pění při chmelovaru a v CKT. Výhodou využití odplyňovacích přípravků je lepší využití CKT, ochrana pozitivních pěnотvorných proteinů, zvýšení utilizace  $\alpha$ -hořkých kyselin, eliminace problémů

přepěňování a usnadnění sanitace tanků. (CVENGROŠCHOVÁ, M., ŠMOGROVIČOVÁ, D., 2005)

Foamsol byl dávkován do sladiny (předku) v mladinovém kotli. Proces kvašení probíhal v CKT. U várek, kde byl použit Foamsol bylo sledované výrazné snížení pění v mladinovém kotli. V obrázku 1 je znázorněno, jak přídavek Foamsolu snížil úbytek hořkých látek v mladině a v CKT. U CKT byl úbytek hořkých látek výrazný, což umožňuje nižší dávkování chmelových preparátů a tedy nižší náklady na chmelení. U daných piv byl sledován i vliv na stabilitu pěny. Výsledky však neprokázali výrazné zlepšení oproti pivům bez použití odpěňovacího přípravku. (CVENGROŠCHOVÁ, M., ŠMOGROVIČOVÁ, D., 2005)



\* 1 – mladina bez použití odpěňovacího přípravku

\*\* 2 – mladina s použitím odpěňovacího přípravku

Obrázek 1: Hořké látky v mladině a v CKT v závislosti na použití odpěňovacího přípravku. (CVENGROŠCHOVÁ, M., ŠMOGROVIČOVÁ, D., 2005)

### **3 MATERIÁL A METODIKA**

Cílem experimentální části diplomové práce bylo uvařit várku piva metodou HGB s různým extraktem původní mladiny. Následně výsledné produkty analyticky proměřit a provést senzoričké hodnocení.

Několik várek HGB piva pro moji diplomovou práci bylo uvařeno v univerzitním minipivovaru a několik maloobjemových várek v laboratoři. V univerzitní laboratoři byly uvařeny 4 vzorky spodně kvašených piv z ječného sladu. K dispozici byly i 3 vzorky spodně kvašených piv z ječného sladu vyrobených ve školním minipivovaru. Každý vzorek byl ředěn sycenou vodou na 10 %, 11 % a 12 % pivo.

#### **3.1 Výroba piva ve školním minipivovaru**

Za přítomnosti Ing. Tomáše Gregora, Ph.D. mi bylo umožněno účastnit se výroby několika várek HGB piva v univerzitním minipivovaru.

##### **3.1.1 Popis univerzitního minipivovaru**

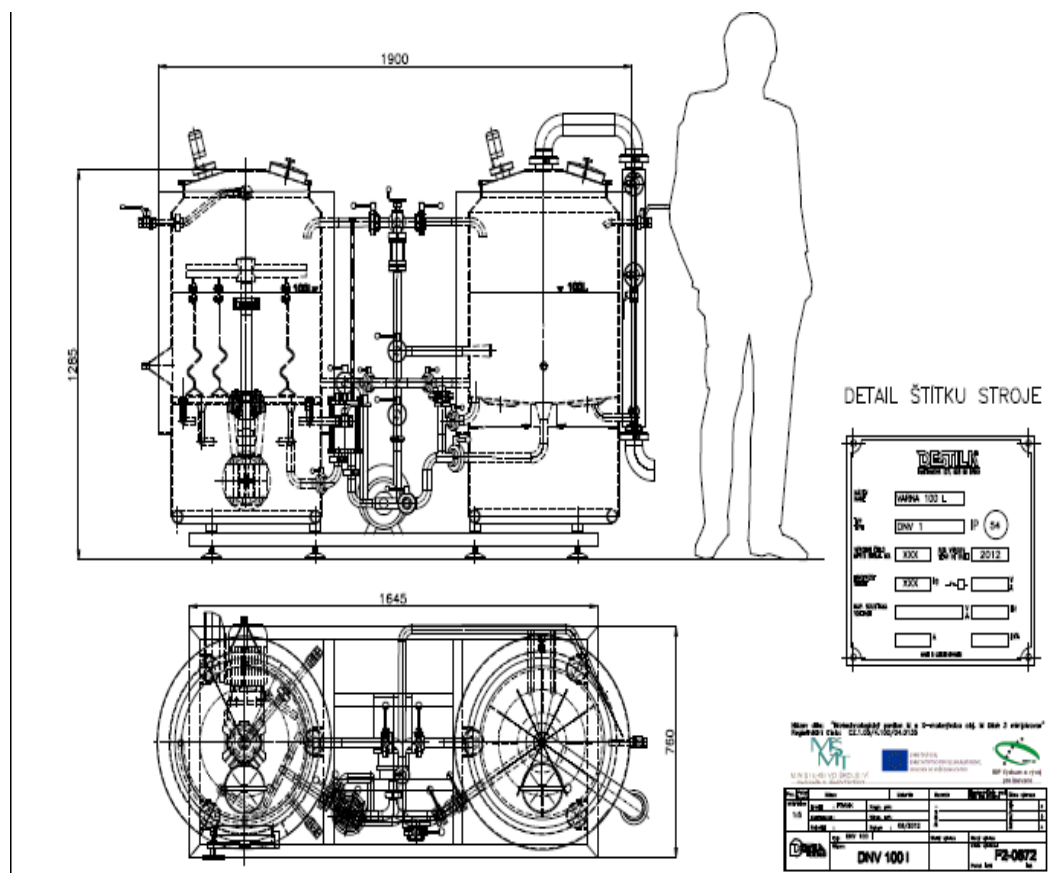
Slad pro výrobu piva je nakupován v menším množství z mikrosladovny a v prostorách školy je uskladňován ve skladu rostlinného materiálu odkud je převážen do šrotovny. Pro šrotování sladu je využíváno dvouválcové mačkadlo sladu. Poté je pošrotovaný slad v prostoru varny vsypán do vystírací kádě. Várenský blok je řešen dvounádobově pro výrobu 100 l mladiny. Vyhřívání rmutomladinové pánve zajišťuje elektrický kotel vyhříváný olejem. Varna je celonerezová a skládá se z vystírací a scezovací kádě s kypřícím zařízením, rmutomladinové pánve, deskového chladiče mladiny, provzdušňovacího zařízení, topného kotle a kondenzátoru brýdových par. Při chlazení dochází ke vzniku horké vody, která je shromažďována v tepelně izolované nádrži, voda je dále využívána při vystírce a zapářce várky. Minipivovar je sestaven pro výrobu mladiny infuzním nebo dekokčním způsobem. Zchlazená a provzdušněná mladina je přečerpána z varny do kvasírny.

Kvašení mladiny může probíhat dvoufázově ve spilce a ležáckém tanku či jednofázově v CKT. V kvasírně se nachází 100 l nádoby – otevřená kvasná kád',

stojatý kvasný tank, cylindrokónický tank a dva ležácké tanky. Všechny kvasné nádrže jsou dvouplášťové, chlazené glykolem.

Pivovarské kvasnice jsou nakupovány u externích zdrojů a jsou skladovány v chladničce přípravný. Pivo s kvasnicemi z kvasných nádrží se přečerpává pojízdným čerpadlem přes naplavovací filtr do stáčecího tanku, kde dochází oddělení kvasnic a piva. Vyrobene pivo je přečerpáno do uzavřených nádob a dopravováno k laboratorním rozborům, nebo pro sensorické hodnocení do degustační místnosti.

Sanitace minipivovaru je prováděna čistící stanicí umístěné v kvasárně.



Obrázek 2: Schéma univerzitního minipivovaru.

### 3.1.2 Suroviny a postup výroby

V tabulce 1 jsou znázorněny suroviny použité k výrobě piv a postup rmutování. K dispozici byly vždy dva vzorky od každého druhu piva a hodnoty v tabulce 1 byly zprůměrovány.

K výrobě byl použit světlý slad Plzeňského typu dovezený z Rajhradu ze sladovny Bernard. Nejprve byl ve šrotovně slad pošrotován s přídavkem barvicího sladu, aby mělo vyrobené pivo krásně jantarovou barvu. Poté byla vypláchnuta rmuto-mladinová pánev, kvůli přítomným esterům a napustila se vodou o teplotě 45 °C. Rmuto-mladinová pánev slouží jako vířivá a vystírací kád' a jako rmutovací a sladidlová pánev, která je vyhřívána olejem o 160°C. K vystírání došlo v okamžiku, kdy byl slad vsypán do rmuto-mladinové pánve s vodou o teplotě 40 °C. Po ukončení vystírání, které probíhalo za stálého míchání, následovalo rmutování. V našem případě byl použit infuzní způsob rmutování, kdy byla vystírka zahřívána na 50 °C po dobu 20 min, poté 62 °C 30 – 40 min, 72 °C 40 – 60 min a nakonec 85 °C 15 – 20 min. Vzniklý rmut byl přečerpán do scezovací kádě, která byla předem vymyta vodou. Po přečerpání se nechal rmut asi 20 minut stát. Dalším dějem je podrážení, kdy byla sladina přečerpána do rmuto-mladinové pánve a zahřívána na 90 °C. Zbylé mláto se vysladilo promýváním vodou. Teplota se zvýšila na 100 °C a následoval chmelovar, kdy se přidává chmel na začátku, uprostřed a před koncem chmelovaru. Celý chmelovar trval přibližně 90 minut. Ve vířivé kád' se nechal chmelový kal usazovat asi 20 min.

Do vysterilizované kvasné kádě se přečerpala mladina a poté byly přidány spodní pivovarské kvasnice a následovalo kvašení po dobu 6-7 dnů a zrání cca 3 týdny.

Tabulka 1: Suroviny a postup při výrobě piva v minipivovaru.

<b>Stupňovitost piva (%hm)</b>		<b>14,45</b>	<b>16,41</b>	<b>20,09</b>
<b>Světlý ječný slad (kg)</b>		25	28	32
<b>Barvicí slad (kg)</b>		0,1	0,12	0,15
<b>Rmutování (min)</b>	<b>50 °C</b>	20	20	20
	<b>62 °C</b>	30	35	40
	<b>72 °C</b>	40	45	60
	<b>85 °C</b>	15	15	20
<b>Chmel (Druh, hmotnost, doba přidavku)</b>	<b>Začátek chmelovaru</b>	Premiant 70 g	Premiant 90 g	Agnus 60 g
	<b>Po 45 min</b>	Sládek 60 g	Sládek 89 g	Sládek 60 g
	<b>15 min před koncem</b>	ŽPČ 120 g	ŽPČ 150 g	ŽPČ 200 g
<b>Délka chmelovaru (min)</b>		90	90	90
<b>Pivovarské kvasnice spodního kvašení (VÚPS)</b>		Kmen č. 95	Kmen č. 95	Kmen č. 95
<b>Objem (l)</b>		100	100	100

### 3.2 Výroba maloobjemových piv v laboratoři

Bylo mi umožněno uvařit několik maloobjemových HGB várek ve školní laboratoři.

#### 3.2.1 Suroviny a postup výroby

V tabulce 2 jsou znázorněny použité suroviny na výrobu piv, postup rmutování a výsledná stupňovitost vyrobených piv. Všechny druhy piv byly vařeny dvakrát a hodnoty zprůměrovány.

Vaření maloobjemových piv probíhalo v hrnci, kam byly napuštěny 4 litry vody, a po zahřátí na 40 °C byl přisypán slad a za stálého míchaní takto udržován po dobu pěti minut. Poté byly postupně zvyšovány teploty na:

- 52 °C po dobu 15 minut
- 62 °C po dobu 30 minut

- 72 °C po 30 minut
- 85 °C po 10 minut.

Mláto bylo od sladiny odděleno filtrací a poté následoval chmelovar, který trval hodinu a půl. Sladinu byla zahřátá na 100 °C a poté se přidala první várka chmele, druhá várka následovala po 45 minutách a třetí část 15 minut před koncem. V průběhu chmelovaru byla dolévána voda, aby se objem udržel na čtyřech litrech. Po ukončení chmelovaru následovala opět filtrace k oddělení zbytků chmele od mladiny. Vzniklá mladina byla přelita do 5ti litrové zavařovací sklenice, kam bylo dále přidáno 50 ml spodních pivovarských kvasnic, takto se nechala mladina týden kvasit v otevřené sklenici. Po týdnu bylo pivo přelito do pet lahví, kam bylo přidáno asi 5g cukru/ 0,5 l piva a v uzavřených lahvích se nechalo pivo zrát.

Tabulka 2: Suroviny a postup při výrobě piva v laboratoři.

Vzorek č.		1	2	3	4
Stupňovitost piva (% <b>hm</b> )		<b>20,96</b>	<b>18,92</b>	<b>21,56</b>	<b>18,56</b>
Světlý ječný slad (kg)		1,5	1,5	1,4	1,4
Barvicí slad (kg)		-	-	0,01	0,01
Rmutování (min)	50 °C	15	15	15	15
	62 °C	30	30	30	30
	72 °C	30	30	30	30
	85 °C	10	10	10	10
Chmel (Druh, hmotnost, doba přidavku)	Začátek chmelovaru	Premiant 3 g	Premiant 3 g	Premiant 2 g	Kazbek 2 g
	Po 45 min	Sládek 5 g	Sládek 5 g	Sládek 3 g	Hallertau 3 g
	15 min před koncem	ŽPČ 5 g	ŽPČ 5 g	Citra 5 g	Citra 6 g
Délka chmelovaru (min)		90	90	90	90
Pivovarské kvasnice spodního kvašení (VÚPS)		Kmen č. 95	Kmen č. 95	Kmen č. 95	Kmen č. 95
Objem (l)		4	4	4	4

### 3.3 Analytická analýza a ředění HGB piv

Vzorky piv byly měřeny na analyzátoru Fermentostar firmy Funke Gerber, kde byl stanoven obsah alkoholu, skutečného a zdánlivého extraktu a stupňovitost. Vzorek piva byl před měřením asi 10 minut třepán v Erlenmayerově baňce, aby se zbavilo CO<sub>2</sub> a poté byl vzorek přefiltrován přes filtrační papír. Vzorek byl následně nasáván pomocí hadičky čerpadla do měřicí kyvety, kde se pomocí termické analýzy stanovil obsah alkoholu, extraktu a hustoty. Následně byly pomocí dodatečného matematického výpočtu určeny hodnoty zdánlivého extraktu, stupňovitosti a osmotického tlaku. Přístroj je vhodný pro měření všech druhů piv, které se provádí vždy na základě kalibrace na standard tzn. podobný typ piva.

Charakteristika sledovaných parametrů:

- **obsah alkoholu** (% hm),
- **skutečný extrakt piva** – označuje obsah nezkvašených rozpuštěných látek ze sladu a surogátů v pivu (% hm),
- **zdánlivý extrakt piva** – extrakt piva po odstranění CO<sub>2</sub> (% hm),
- **stupňovitost** – procentový obsah extraktu před zakvašením (= extrakt původní mladiny % hm). (KOŠIN P. a kol., 2013)

Změřená piva byla ředěna perlivou vodou Mattoni o obsahu CO<sub>2</sub> 5 g/l na požadovanou stupňovitost. Každý uvařený vzorek byl naředěn vodou na 10 %, 11 % a 12 % pivo dle výpočtu trojčlenkou. Vzniklá naředěná piva byla proměřena v analyzátoru Fermentostar a do tabulky 4 byly zaznamenány jejich stupňovitosti.

**Ukázka výpočtu ředění:**

20,96 %..... 2000 ml

12 % .....x ml

x = 1200 ml piva + 800 ml vody



### 3.4 Umělé sycení suchým ledem

Jak popisují v literární části, u HGB piv je problematická pěna, což se potvrdilo i v tomto případě. Pěna byla téměř nulová a piva prázdná, proto byla piva dosycována suchým ledem, cca 3g na litr piva. Suchý led byl pořízen ve firmě SIAD s.r.o., která se zabývá prodejem technických plynů.

### 3.5 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení probíhalo v prostorách školy, v budově M. Pivo bylo hodnoceno po minimálně měsíčním zrání. Komise byla složena z vyučujících a studentů Mendelovy univerzity v zastoupení 2 mužů a 4 žen. Nikdo z komise nebyl kuřák a všichni byli zdraví. Senzorické hodnocení piv bylo zaznamenáváno do připravených formulářů. Jako neutralizátor chuti byla použita kohoutková voda.

U vzorků piv byla hodnocena vůně, cizí vůně, chuť, cizí chuť, plnost, říz, intenzita hořkosti, charakter hořkosti – doznívání a celkový subjektivní dojem. Získané výsledky byly graficky zpracovány.

Vůně u světlých piv českého typu by měla být vůně slabá až střední a především by měla být sladěna v harmonický celek. V praxi jsou však často přítomny cizí vůně jako ovocná, esterová, kvasničná apod. Chuť by měla být čistá, plná, zaokrouhlená a řízná. Piva tmavá obsahují často přídavek karamelové složky, a proto bývá jejich chuť nasládlá. Chuť je ovlivňována výběrem kvasnic, složením mladiny, podmínkami kvašení a druhem chmele. Jednou z nejdůležitějších chuťových vlastností piva je plnost, což je míra pocitu hutnosti v ústech po napití. Piva českého typu bývají středně až silně plná. Říz piva je dán uvolňováním bublinek CO<sub>2</sub> v ústech při napití. Pro česká piva je charakteristický silný říz. Intenzita hořkosti je dána prvním dojmem po napití, oproti tomu charakterem hořkosti je míra doznívání hořké chuti v ústech. Zde je pro česká piva typický mírně ulpívající až silně ulpívající charakter doznívání hořkosti. (KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000)

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 4.1 Výsledky analytických analýz

Všechny vzorky pív byly měřeny dvakrát a jejich hodnoty byly zprůměrovány. V tabulce 3 jsou zaznamenány naměřené hodnoty stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu měřených vzorků z maloobjemů a minipivovaru. V tabulce 4 jsou znázorněny naměřené hodnoty stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu řaděných pív z maloobjemů a minipivovaru. V obou tabulkách jsou také uvedeny směrodatné odchylky stanovovaných parametrů.

Procento extraktu původní mladiny (stupňovitost) je nejzákladnější údaj vypovídající o síle piva. Piva se dle Vyhlášky 335/1997 dělí podle stupňovitosti na výčepní (7,00 až 10,99 %), ležáky (11,00 až 12,99 %) a speciální (13,00 % a výše) a platí, že čím nižší obsah alkoholu a současně vyšší stupňovitost je, tím více má pivo zbytkového extraktu, tedy nezkrvašených cukrů. Tento zbytkový extrakt dodává pivu plnost, a pokud je ho více, tak i sladkost. Méně prokvašená piva jsou plnější, více prokvašená prázdná a vodová.

Tabulka 3: Naměřené hodnoty stupňovitosti, alkoholu a skutečného extraktu uvařených pív.

Č. vzorku L/M	Stupňovitost (%hm)	$s_s$	Obsah alkoholu (%)	$s_a$	Skutečný extrakt (%)	$s_e$
L1	L1 – 20,96	0,45	7,16	0,34	6,97	0,28
L2	L2 – 18,92	0,38	6,35	0,31	6,54	0,29
L3	L3 – 21,56	0,42	7,55	0,36	7,43	0,25
L4	L4 – 18,56	0,27	6,14	0,21	6,28	0,19
M1	M1 – 14,45	0,23	4,62	0,19	5,16	0,16
M2	M2 – 16,41	0,29	5,40	0,17	5,64	0,14
M3	M3 – 20,09	0,31	6,97	0,21	6,44	0,18

\*L – maloobjemová piva vařená v laboratoři

\*\*M – pivo z univerzitního minipivovaru

\*\*\* $s$  – směrodatná odchylka ( $s_s$  – stupňovitost;  $s_a$  – obsah alkoholu;  $s_e$  – skutečný extrakt)

Tabulka 4: Naměřené hodnoty stupňovitosti naředěných piv vodou.

<b>Ředěná maloobjemová piva (%hm)</b>	<b>Stupňovitost naředěných piv (%hm)</b>	<b>s<sub>s</sub></b>	<b>Obsah alkoholu (%)</b>	<b>s<sub>a</sub></b>	<b>Skutečný extrakt (%)</b>	<b>s<sub>e</sub></b>
<b>L1 – 20,96</b>	L1 - 10,51	0,15	4,47	0,20	3,82	0,21
	L1 - 11,05	0,27	4,62	0,31	3,86	0,24
	L1 - 12,98	0,23	5,41	0,19	4,51	0,17
<b>L2 – 18,92</b>	L2 - 10,29	0,14	3,97	0,25	4,19	0,23
	L2 - 10,94	0,17	4,66	0,21	3,86	0,25
	L2 - 12,92	0,26	5,40	0,29	4,35	0,21
<b>L3 – 21,56</b>	L3 - 10,35	0,13	4,05	0,18	3,83	0,19
	L3 - 11,76	0,19	5,14	0,12	4,04	0,24
	L3 - 12,13	0,22	5,19	0,33	4,15	0,22
<b>L4 – 18,56</b>	L4 - 10,70	0,35	4,49	0,25	3,27	0,31
	L4 - 11,21	0,26	5,08	0,24	4,10	0,33
	L4 - 11,94	0,25	5,16	0,28	4,07	0,31
<b>Ředěná piva z minipivovaru (%hm)</b>	<b>Stupňovitost naředěných piv (%hm)</b>	<b>s<sub>s</sub></b>	<b>Obsah alkoholu (%)</b>	<b>s<sub>a</sub></b>	<b>Skutečný extrakt (%)</b>	<b>s<sub>e</sub></b>
<b>M1 – 14,45</b>	M1 - 10,70	0,23	4,50	0,25	4,14	0,28
	M1 - 11,21	0,20	4,69	0,24	4,25	0,29
	M1 - 12,52	0,27	5,36	0,21	4,84	0,24
<b>M2 – 16,41</b>	M2 - 10,21	0,11	3,99	0,15	3,99	0,19
	M2 - 10,87	0,15	4,51	0,16	4,19	0,13
	M2 - 12,43	0,19	5,32	0,19	4,12	0,15
<b>M3 – 20,09</b>	M3 - 10,75	0,27	4,50	0,23	3,98	0,21
	M3 - 11,76	0,26	5,06	0,27	4,10	0,23
	M3 - 12,21	0,21	5,22	0,27	4,28	0,22

\*L – maloobjemová piva vařená v laboratoři

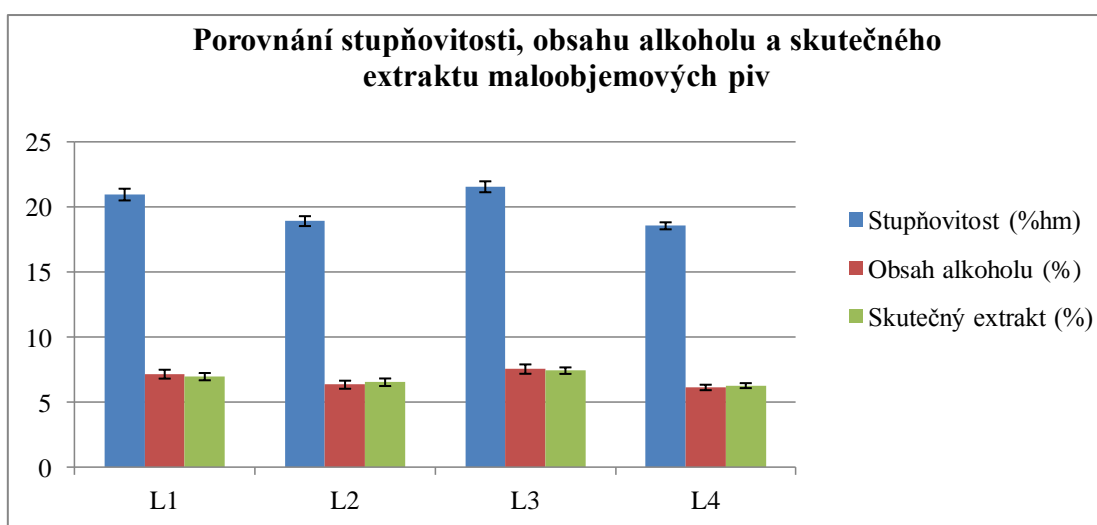
\*\*M – pivo z univerzitního minipivovaru

\*\*\*s – směrodatná odchylka (s<sub>s</sub> – stupňovitost; s<sub>a</sub> – obsah alkoholu; s<sub>e</sub> – skutečný extrakt)

### 4.1.1 Maloobjemová piva

Pro všechny vzorky maloobjemových piv byl postup výroby stejný. Byl použit světlý slad plzeňského typu a ke vzorkům L3 a L4 byl navíc přidán barvicí slad. Odlišnosti byly především v použitých chmelech. Výsledná stupňovitost, obsah alkoholu a skutečný extrakt, jak lze vidět na obrázku 3, se u vzorků liší. Tyto odchylky byly způsobeny nepřesnou výrobou, stářím kvasnic a zráním piva v pet lahvích. Maloobjemová piva byla vařená v hrncích na dvouplotnovém vařiči, kdy se nedala přesně regulovat teplota, a odpařování vody u některých vzorků bylo větší. Pro kvašení byl použit vždy stejný kmen kvasnic (kmen č. 95), ale doba stáří kvasnic se lišila, což mělo vliv na výsledné prokvašení mladiny.

Maloobjemová piva byla vařená na výslednou stupňovitost 20 %. L1 a L2 vzorek byl připraven totožně i co se týče použitých surovin. Výsledná stupňovitost se u těchto vzorků lišila o 2 %, kdy stupňovitost vzorku L1 byla 20,96 % a vzorku L2 18,92 % (obrázek 3). L3 pivo mělo nejvyšší stupňovitost a to 21,56 %. L4 pivo bylo vařeno jako poslední a použité kvasnice byly starší, pivo bylo méně prokvašené což se projevilo i na chuti a vůni piva. L4 vzorek měl stupňovitost 18,56 %. Nejvyšší obsah alkoholu byl zaznamenán u piva L3 a to 7,55 %, stejně tak i hodnota skutečného extraktu byla u vzorku L3 nejvyšší (obrázek 3). Naopak nejnižší obsah alkoholu měl vzorek L4 a to 6,14 %, stejně tak měl vzorek L4 i nejnižší hodnotu skutečného extraktu, 6,28 % (obrázek 3).

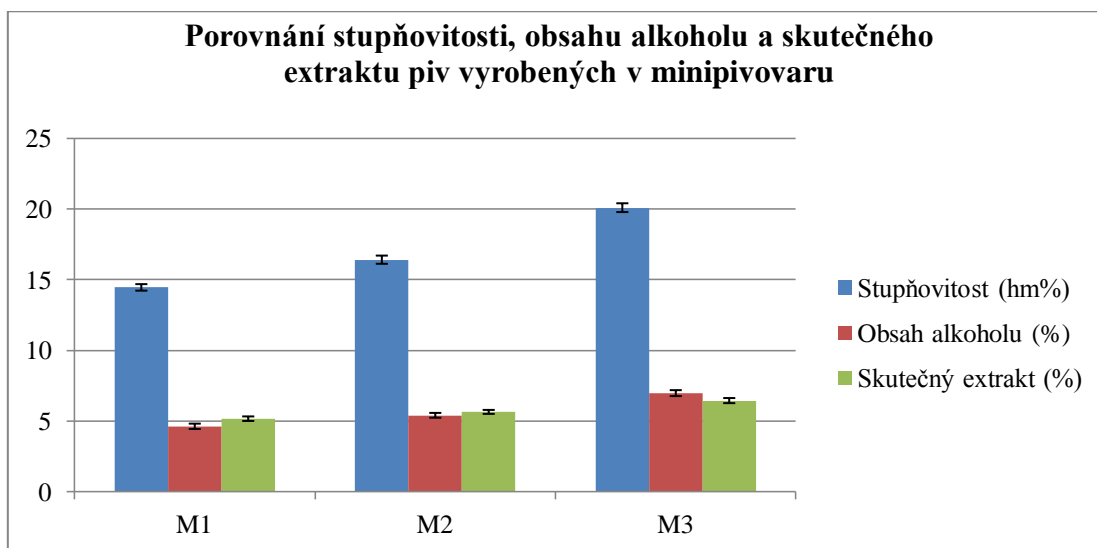


Obrázek 3: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových piv.

#### 4.1.2 Piva z univerzitního minipivovaru

Pro svoji diplomovou práci jsem měla k dispozici vzorky pív z univerzitního minipivovaru o extraktu původní mladiny 14,45 %, 16,41 % a 20,09 % znázorněné na obrázku 4. Nejslabšímu pivu M1 byl naměřen obsah alkoholu 4,62 % a skutečný extrakt 5,16 %. 16,41 % pivo mělo obsah alkoholu 5,40 % a skutečný extrakt 5,64 %. Nejsilnější pivo o stupňovitosti 20,09 % mělo obsah alkoholu nejvyšší, tedy 6,97 % a skutečný extrakt 6,44 %.

Podle Jana Hlaváčka, vrchního sládky piva Gambrinus, můžeme u pív o vyšší stupňovitosti a nižším obsahu alkoholu očekávat plnou chuť. Lze tedy tvrdit, že vysoce stupňová piva, znázorněná v obrázku 4, měla nižší procento alkoholu a tedy vyšší procento neprokvašeného extraktu, což by se mělo projevit plnou chutí pív.

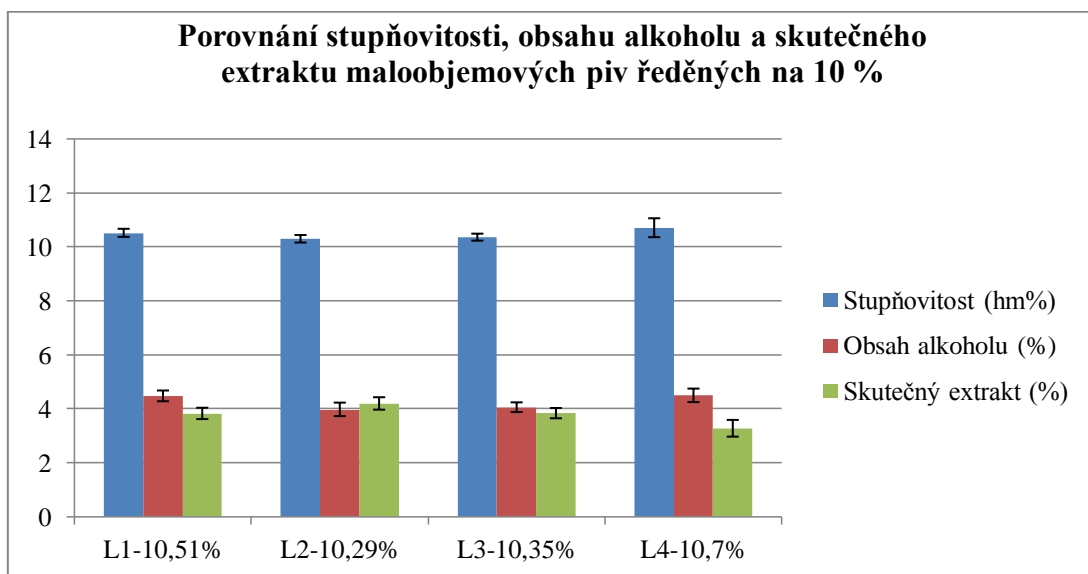


Obrázek 4: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu pív vyrobených v minipivovaru.

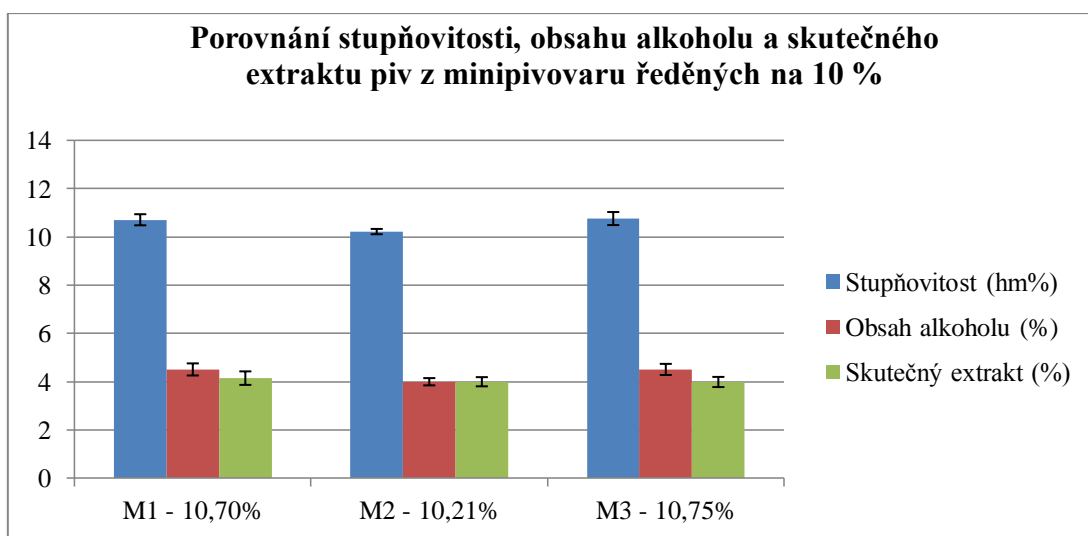
#### 4.1.3 Ředění HGB pív na desetistupňová piva

Vysoce stupňová piva byla ředěna na původní extrakt mladiny 10 %. Dle legislativy se piva o stupňovitosti 7 – 10,99 % označují jako výčepní. Na obrázku 5 a 6 jsou znázorněny odchylky naředěných pív. Nejnižší hodnotu stupňovitosti z maloobjemových pív měl vzorek L2 naředěný na 10,29 % (obrázek 5). U pív z minipivovaru byl nejvíce naředěn vzorek M2 a to na 10,21 % (obrázek 6). Naopak nejvyšší stupňovitost měl vzorek L4 naředěný na 10,70 % a M3 naředěný na 10,75 %. Odchylky ve stupňovitosti pív mohly být způsobeny nepřesným ředěním, ale také

odlišným zráním piva v pet lahvích. Můžeme tedy, dle výsledků, ředěná piva na desetistupňová označovat jako výčepní.



Obrázek 5: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových piv ředěných na 10 %.

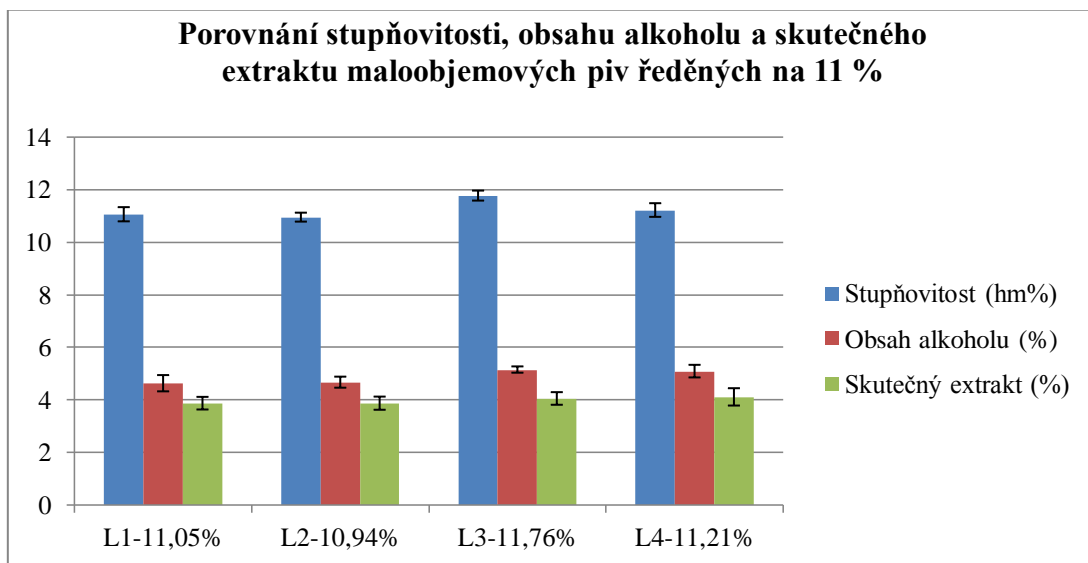


Obrázek 6: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu piv z minipivovaru ředěných na 10 %.

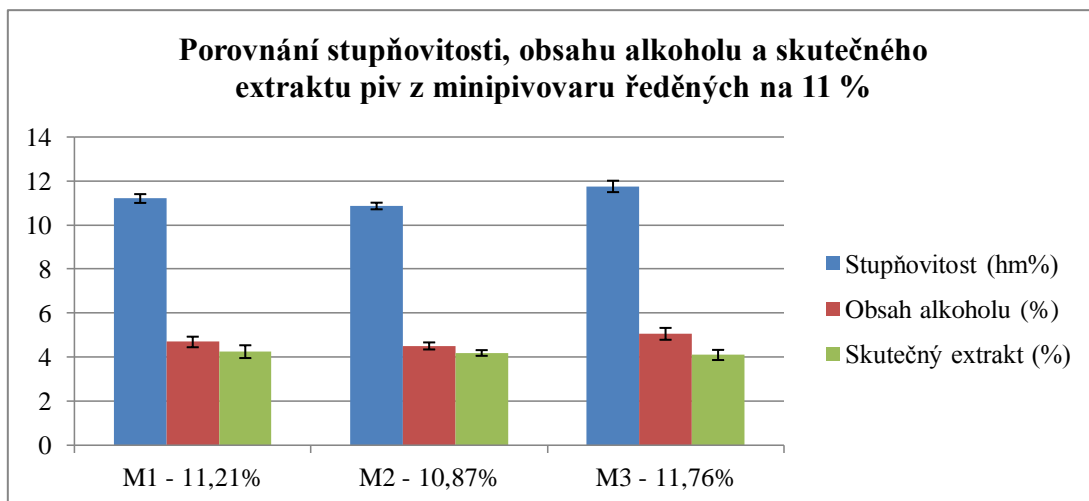
#### 4.1.4 Ředění HGB piv na jedenáctistupňová piva

V obrázku 7 a 8 je znázorněna výsledná stupňovitost, obsah alkoholu a skutečného extraktu piv ředěných na jedenáctistupňová. I zde vznikly odchylky způsobené nepřesným ředěním a zráním piva v pet lahvích. Nejvyšší naměřenou stupňovitost, z ředěných várek na 11% piva, mělo pivo L3 a M3 a to 11,76 %. Nejnižší hodnotu stupňovitosti vykazoval, u ředěných maloobjemových piv, vzorek L2 a to 10,94 %. (obrázek 7) U ředěného piva z minipivovaru to byl vzorek M2 o stupňovitosti 10,87 % (obrázek 8). Dle Vyhlášky č. 335/1997, se vzorek L2 a M2 řadí mezi výčepní piva a nesplnil tedy požadavky vyhlášky na jedenáctistupňová piva. Ostatní vzorky splňovaly požadavky dané vyhláškou a lze je zařadit mezi ležáky.

Obsah alkoholu se u vzorků pohyboval v rozmezí 4,51 – 5,14 %, rozdíl tedy činil 0,63% alkoholu. Piva byla prokvašená méně, a lze tedy předpokládat, že plnost piv bude dobrá. Procento skutečného extraktu se pohybovalo v rozmezí 3,86 – 4,25 %.



Obrázek 7: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových piv ředěných na 11 %.

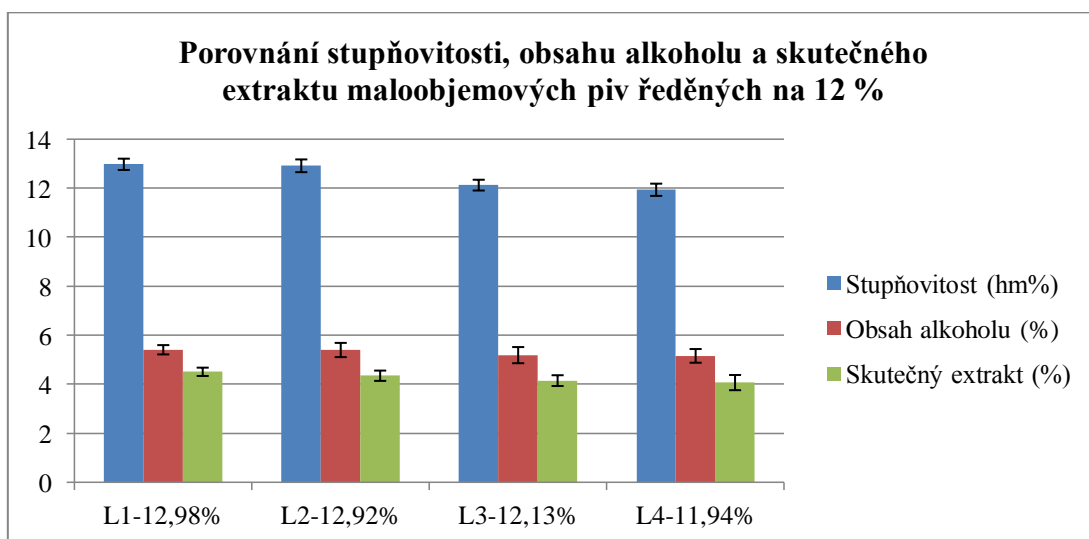


Obrázek 8: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu pív z minipivovaru ředěných na 11 %.

#### 4.1.5 Ředění HGB pív na dvanáctistupňová piva

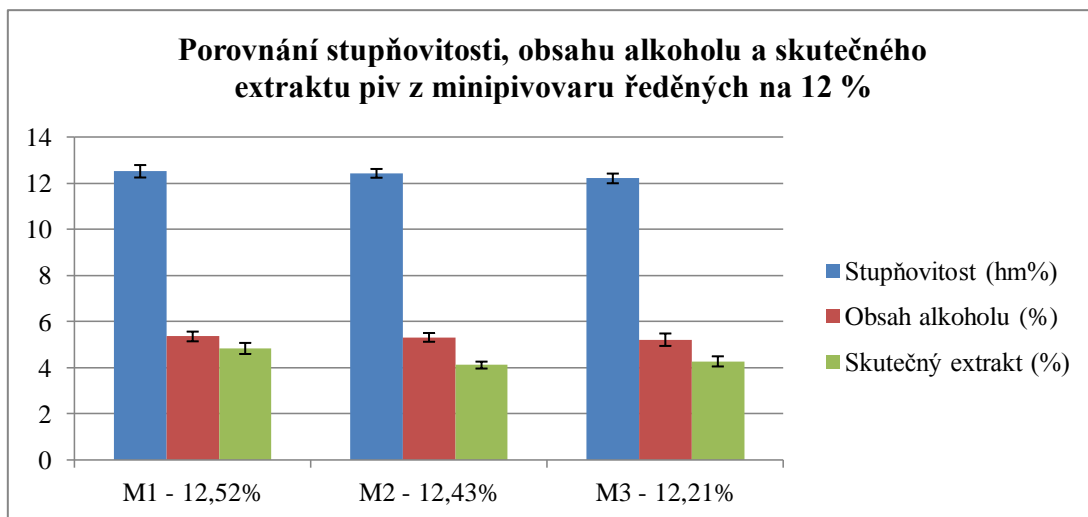
Piva o stupňovitosti 11 – 12,99 % se považují za ležáky. V našem případě všechna piva ředěná na dvanáctistupňová vyhovovala požadavkům a stupňovitost se pohybovala od 11,94 – 12,98 %. Ředění tedy opět nebylo příliš přesné. Nejvyšší hodnotu stupňovitosti z ředěných maloobjemových pív, jak lze vidět na obrázku 9, měl vzorek L1 a to 12,98 %. U ředěných pív z minipivovaru vykazoval vzorek M1 nejvyšší stupňovitost a to 12,52 % (obrázek 10). Ne příliš vysoký obsah alkoholu opět napovídá, že piva měla vyšší procento neprokvašeného extraktu a lze tedy předpokládat vyšší plnost pív.

Skutečný extrakt se pohyboval v rozmezí 4,07 – 4,84 %.



Obrázek 9: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových pív ředěných na 12 %.





Obrázek 10: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu piv z minipivovaru ředěných na 12 %.

## 4.2 Výsledky sensorického hodnocení

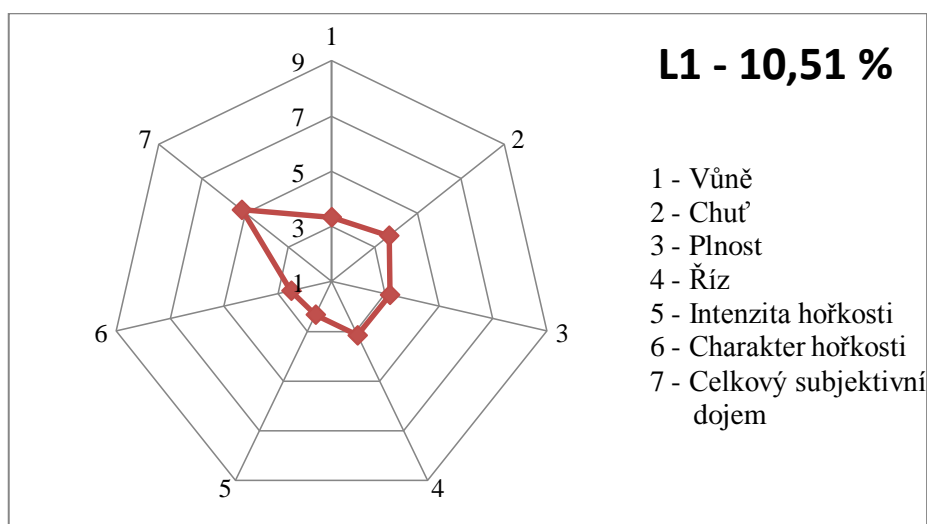
Intenzita jednotlivých deskriptorů byla hodnocena 5-ti bodovou stupnicí, kde nejjintenzivnější hodnota daného deskriptoru byla vyjádřena nejvyšším bodovým hodnocením. Cizí chutě a vůně piva byly vyjádřeny mírou intenzity a slovní charakteristikou. U výsledků ze sensorických hodnocení uvařených a naředěných piv byly zprůměrovány jednotlivé deskriptory a byly zaznamenány do obrázků 11 – 38.

Pivní pěna byla u všech neředěných maloobjemových vzorků velmi řídká nebo žádná. Piva vyrobená v univerzitním minipivovaru měla pivní pěnu dobrou. Celkově, po sensorické stránce, se pěna nejlépe jevila u piv neředěných. Ředěná piva, podobně jako maloobjemová piva, byla téměř bez pěny, z tohoto důvodu byla piva uměle dosycována suchým ledem. S kvalitou pěny a tedy i s obsahem CO<sub>2</sub> souvisí i plnost a říz. Piva neředěná byla plnější a říznější. Oproti tomu piva ředěná byla méně plná a řízná, především piva ředěná na 10 % a 11 %. Jelikož piva nebyla filtrována, u všech vzorků se vyskytoval mírný zákal, který ustupoval s přibývajícím ředěním.

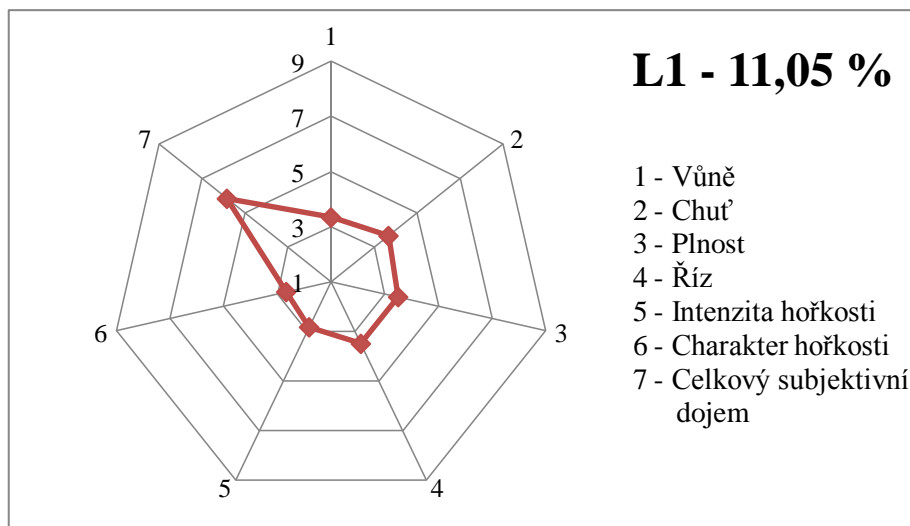
#### 4.2.1 Výsledky sensorického hodnocení maloobjemových piv

Vzorky L1 řaděné na 10,51 %, 11,05 % a 12,98 % pivo znázorněné na obrázcích 11 – 14 měly průměrnou vůni, chuť i říz. Intenzita hořkosti byla slabá a doznívání hořkosti slabé. Celkově byly vzorky hodnoceny jako průměrné až dosti dobré. Cizí chutě ani vůně se nevyskytovaly. Rozdíly u vzorků byly v plnosti, která se zvyšovala se stoupající stupňovitostí piva. Ze všech řaděných vzorků piva L1, byl vzorek řaděný na 12,98 % hodnocen nejlépe.

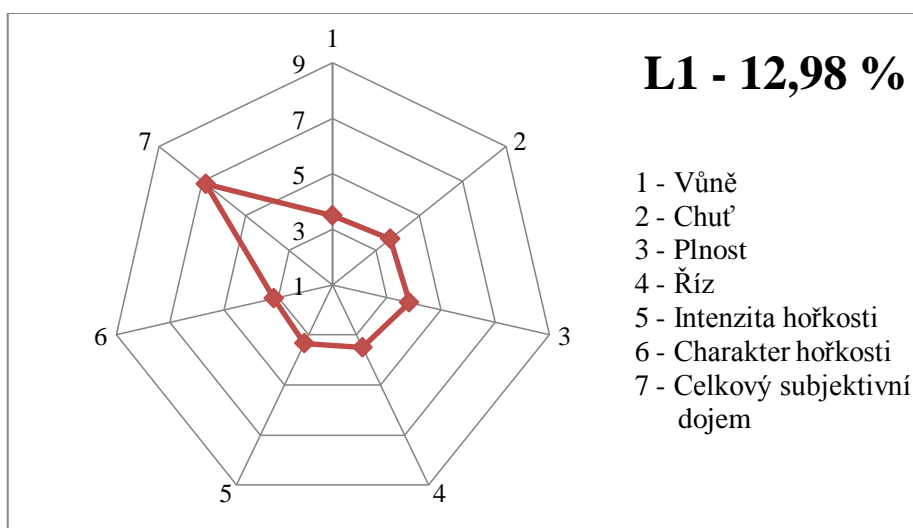
Původní neřaděný vzorek L1, jehož sensorické hodnocení je znázorněno na obrázku 14, byl hodnocen dosti dobře. Chuť i vůně byla silná, pivo bylo plné a řízné. Hořkost se jevila jako střední a mírně ulpívající.



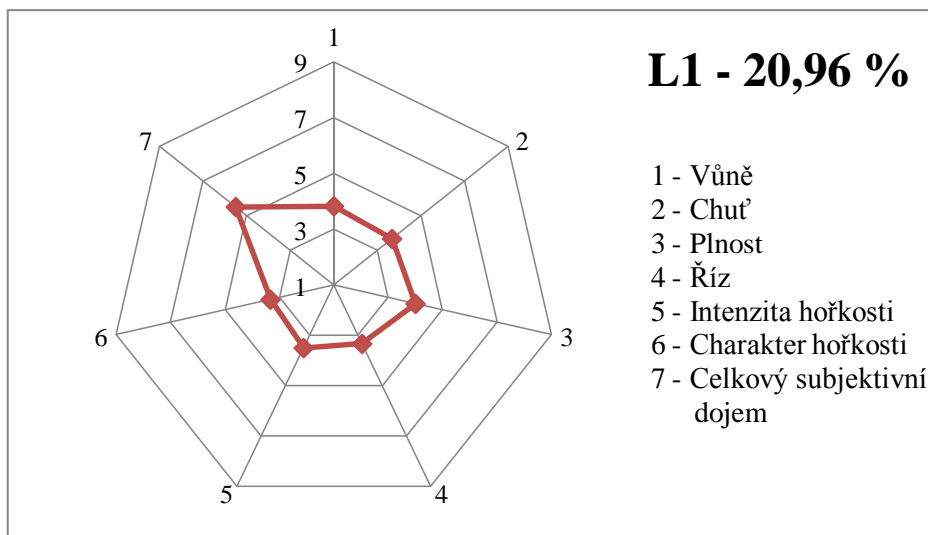
Obrázek 11: Sensorické hodnocení řaděného vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 10,51 %.



Obrázek 12: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 11,05 %.



Obrázek 13: : Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 12,98 %.

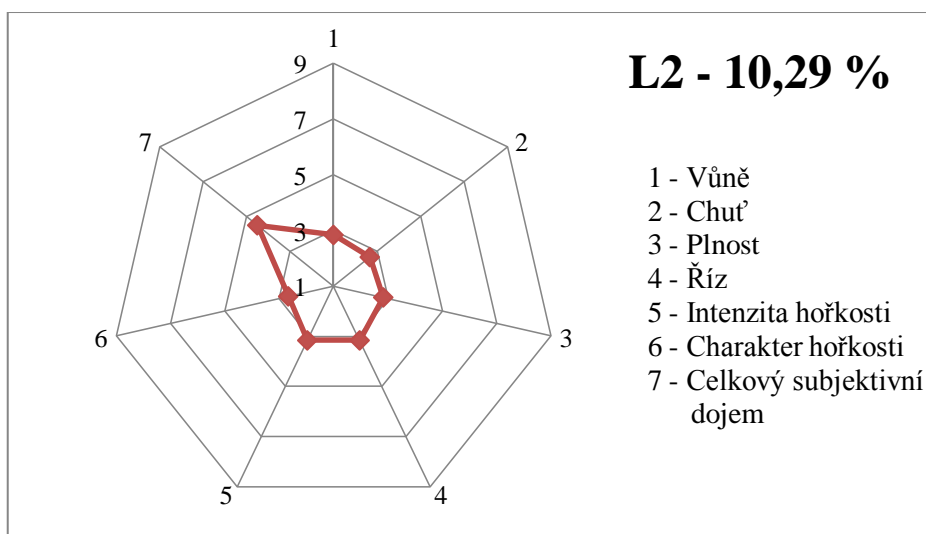


Obrázek 14: Sensorické hodnocení vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 20,96 %.

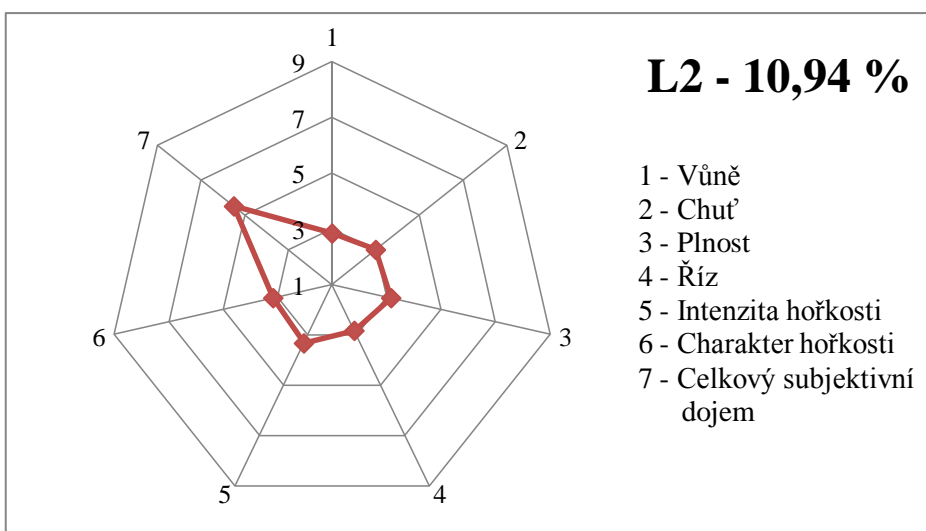
Na obrázku 15 – 18 je znázorněno sensorické hodnocení vzorku L2 ředěného na 10,29%, 10,94%, 12,92% pivo. Vůně i chuť sejevila u vzorku L2 – 10,29 % jako slabá, pivo bylo málo plné i řízné. Vzorek L2 – 10,94 % měl chuť i vůni střední, hořkost průměrnou s mírně ulpívajícím dozníváním. Tomuto vzorku bylo uděleno celkové hodnocení dosti dobrý.

L2 vzorek, naředěný na 12,92% pivo, byl hodnocen velmi dobře. Chuť i vůně byla sice slabá, ale pivo bylo plné, řízné a hořkost sejevila jako silná s ulpívajícím dozníváním. Původní neředěný vzorek L2 měl nevýraznou vůni, ale chuť sejevila silná. Pivo bylo plné, řízné, intenzita hořkosti silná a doznívání hořkosti ulpívající. Celkově bylo pivo vyhodnoceno jako velmi dobré.

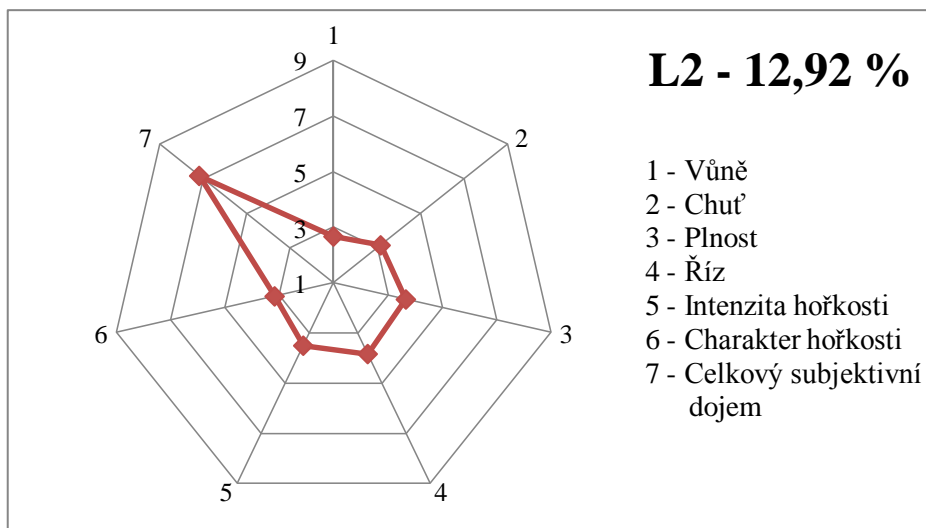
U vzorku piva L1 a L2 byl použit totožný postup výroby i druhy chmelů. V jednotlivých parametrech se však piva mírně lišila, na což mohly mít vliv vnější podmínky při výrobě piv.



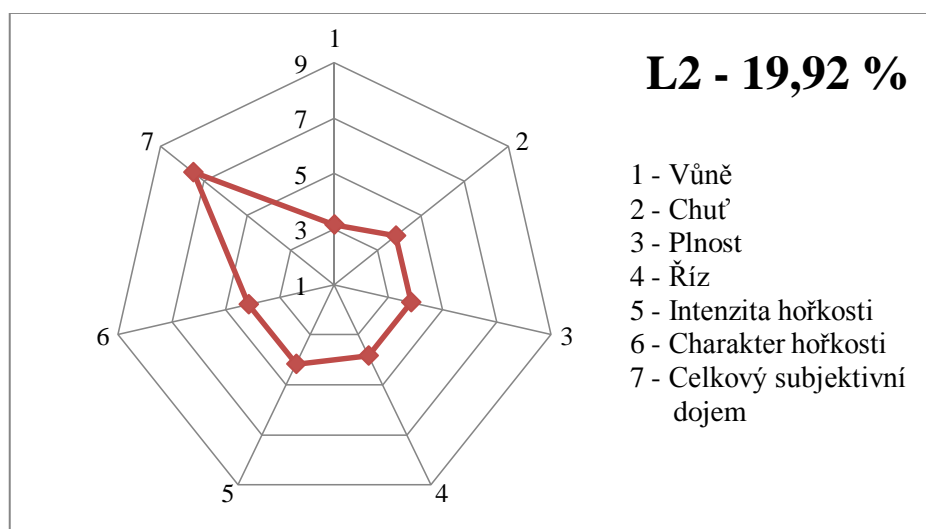
Obrázek 15: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 10,29 %.



Obrázek 16: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 10,94 %.



Obrázek 17: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 12,92 %.

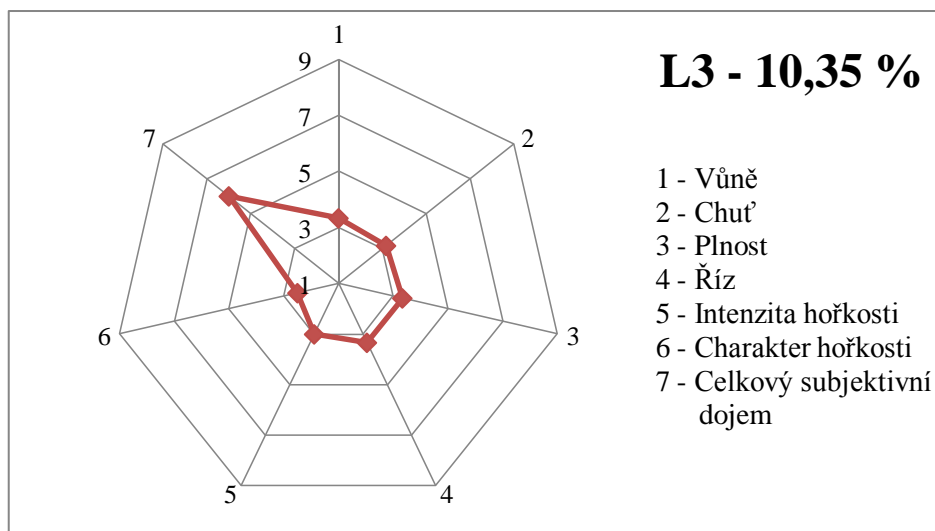


Obrázek 18: Senzorické hodnocení vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 19,92 %.

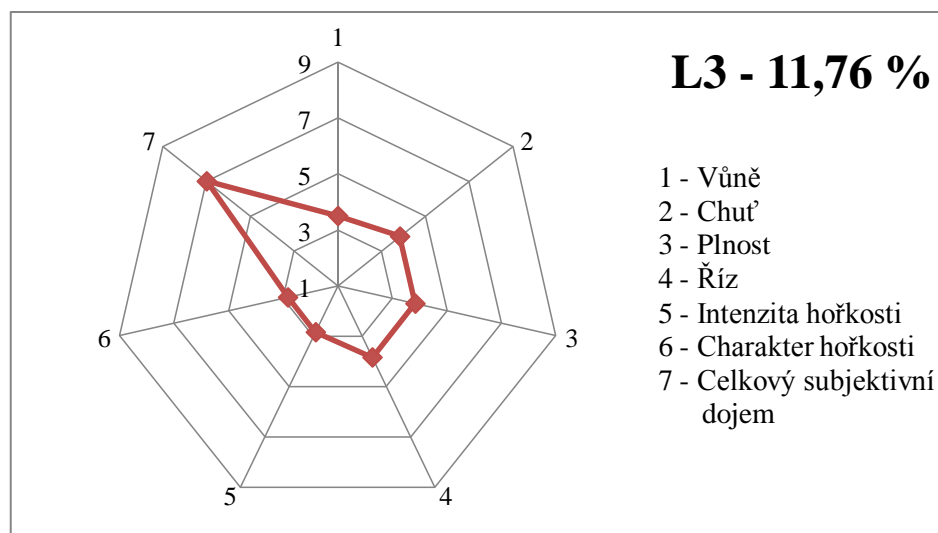
Při výrobě piva L3 byl použit chmel Citra, který má charakteristické aroma i chuť. Název naznačuje, že chuť zahrnuje citrusy (citron a limetku), grapefruit i charakter dalšího tropického ovoce. Tato aromatická odrůda má vysoký obsah alfa hořkých kyselin.

V obrázcích 19 – 22 jsou znázorněny výsledky sensorických hodnocení řady vzorků L3. U všech vzorků byla chuť i vůně hodnocena jako silná. Hodnotiteli byla chuť i vůně všech vzorků hodnocena jako ovocná s mírně kyselým nádechem. Piva byla plná a řízná. Charakter a doznívání hořkosti byly u ředěných piv průměrné. Celkový dojem ředěných vzorků byl dobrý. U neředěného vzorku L3 (obrázek 22) byla hořkost silná

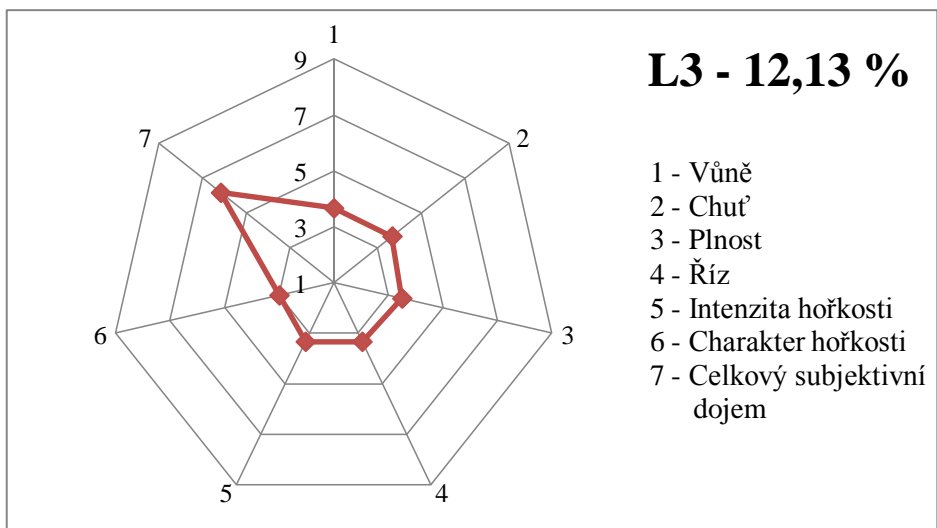
s ulpívajícím dozníváním a bylo zde znát velmi silné aroma po citrusech, což bylo některým hodnotitelům až nepříjemné.



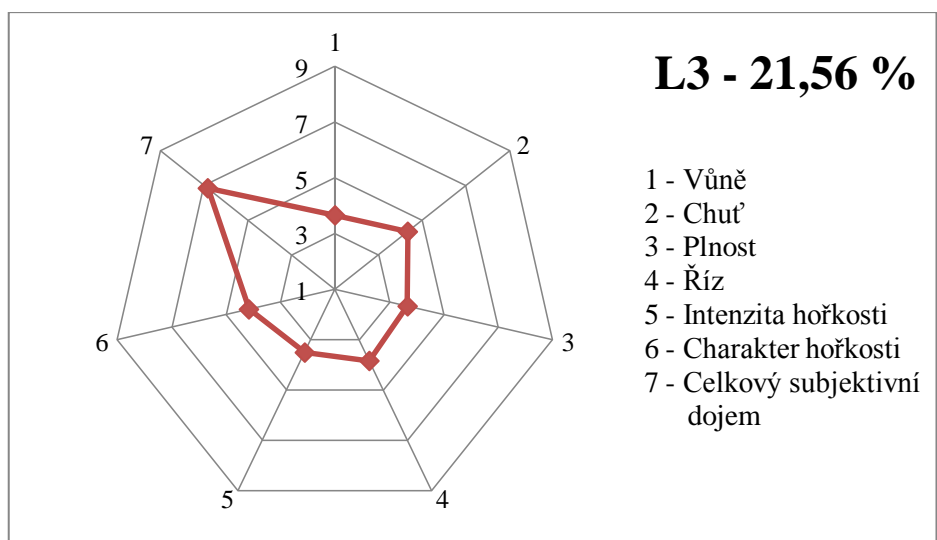
Obrázek 19: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 10,35 %.



Obrázek 20: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 11,76 %.



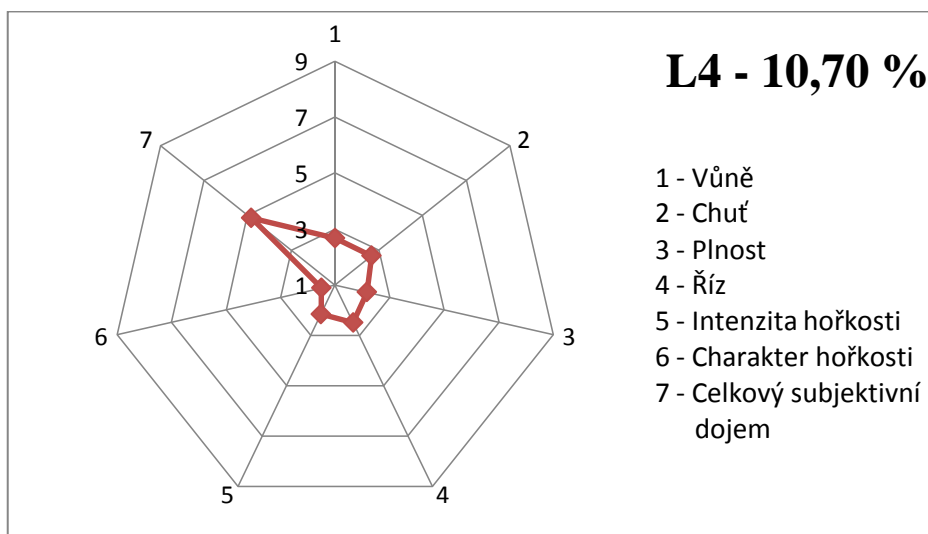
Obrázek 21: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 12,13 %.



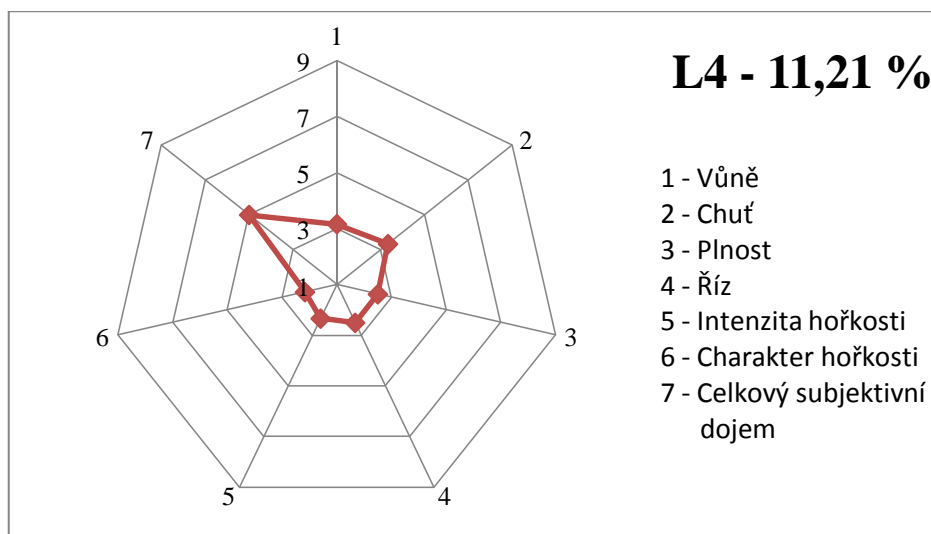
Obrázek 22: Senzorické hodnocení vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 21,56 %.



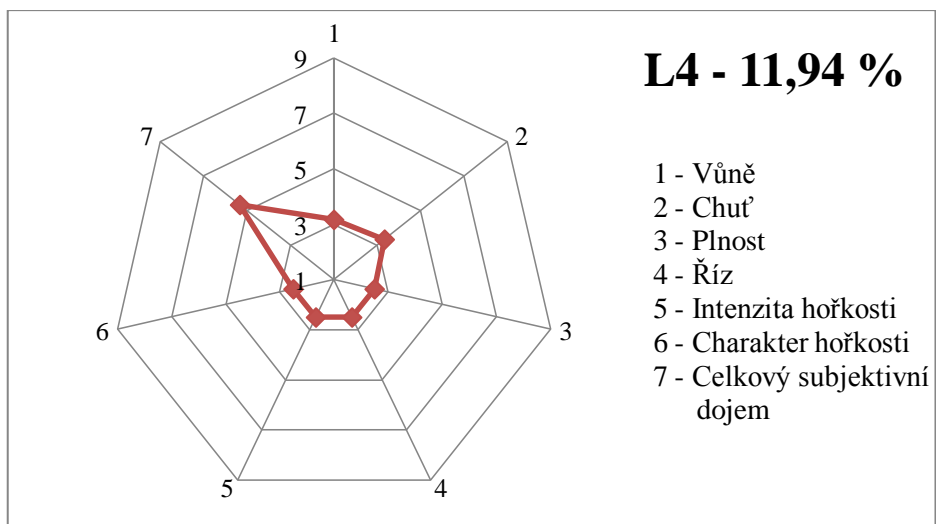
Při výrobě piva L4 (obrázek 23 – 26) byl použit chmel Kazbek a Citra. Jelikož jsou to oba aromatické chmele s nádechem po citrusech, bylo předpokládáno, že vzorky budou mít ovocné aroma. Použité kvasnice však špatně prokvasili mladinu a citrusovou chuť i vůni hotového výrobku přebilo sladové aroma. Všechny piva byla nezaokrouhlená, intenzita hořkosti slabá a charakter dozívání jemný. Původní neředěný vzorek připomínal spíše limonádu. Nejlépe byl vyhodnocen vzorek ředěný na L4 – 11,94 %.



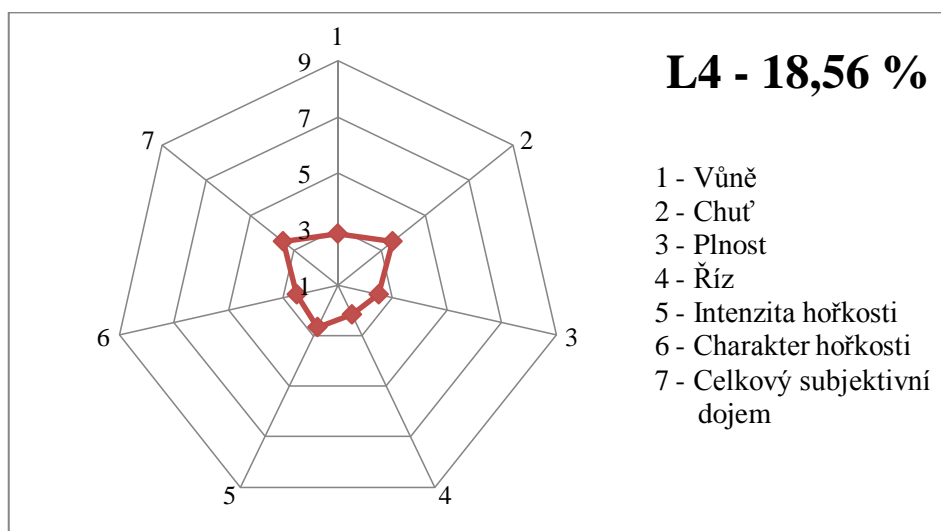
Obrázek 23: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 10,70 %.



Obrázek 24: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 11,21 %.



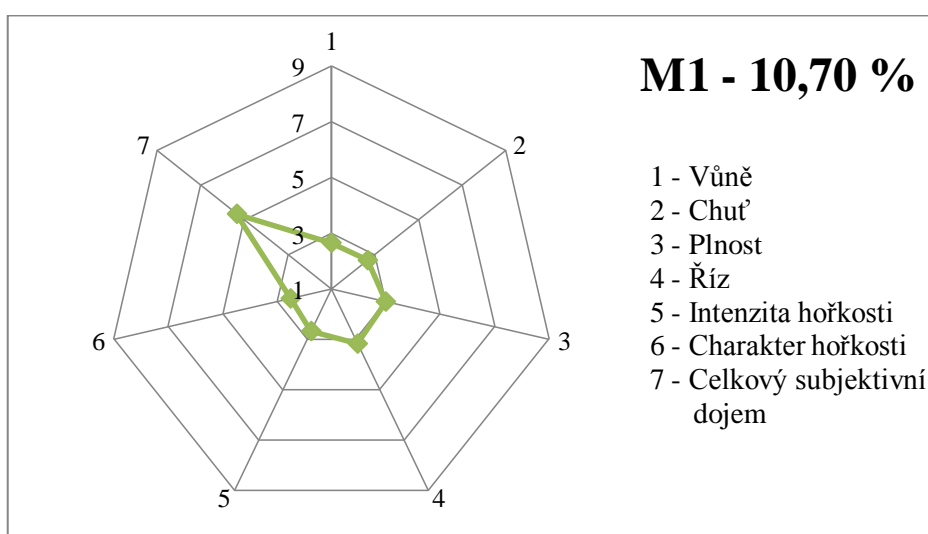
Obrázek 25: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 11,21 %.



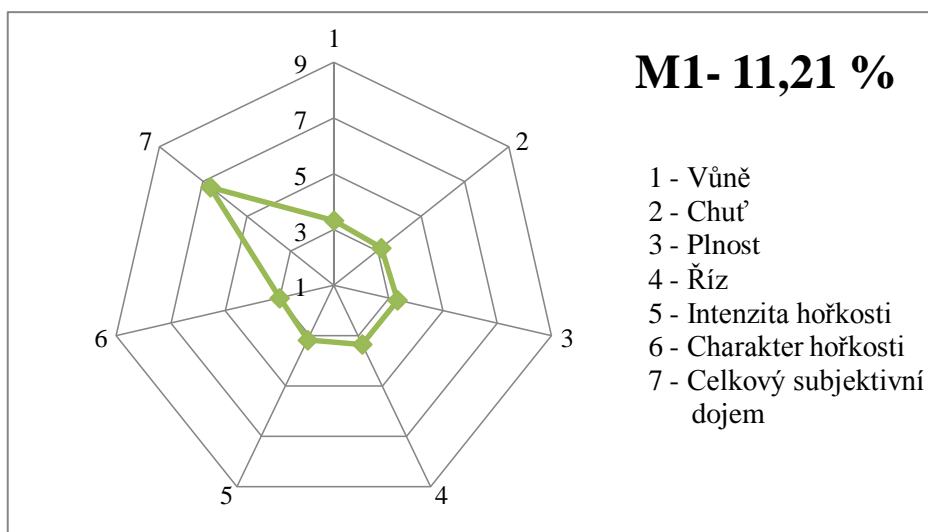
Obrázek 26: Sensorické hodnocení vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 18,56 %.

#### 4.2.2 Výsledky sensorického hodnocení pív z minipivovaru

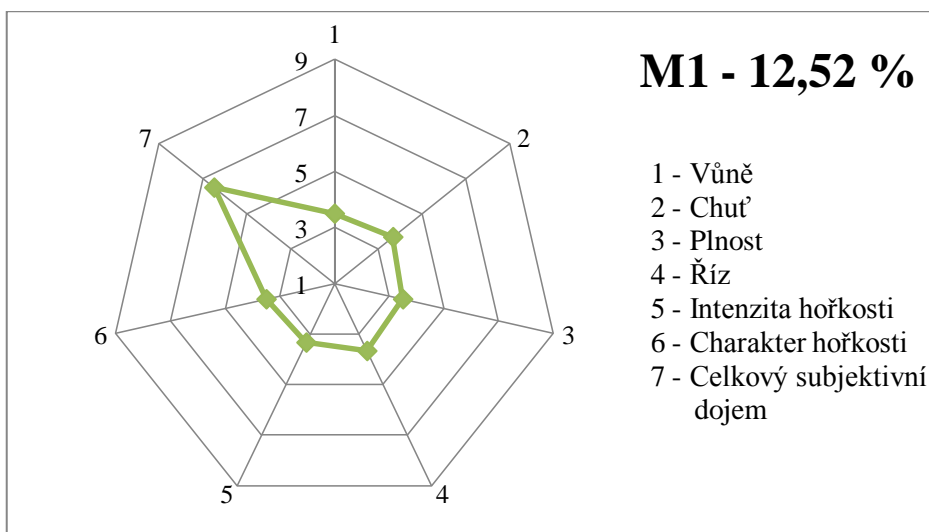
Senzorické hodnocení pív z minipivovaru dopadlo podstatně lépe než u maloobjemových pív. Původní i ředěné vzorky M1 byly celkově hodnoceny velmi dobře. Nejhůře byl hodnocen vzorek M1 – 10,70 %. Vzorek byl málo plný, řízný a intenzita hořkosti byla slabá. Čím vyšší byla stupňovitost pív, tím lepší bylo i sensorické hodnocení. Nejlépe byly hodnoceny vzorky M1 – 12,52 % a M1 – 14,45 %, které měly silnou chuť i vůni. Oba vzorky byly plné, řízné, se silnou intenzitou hořkosti a s ulpívajícím dozníváním hořkosti.



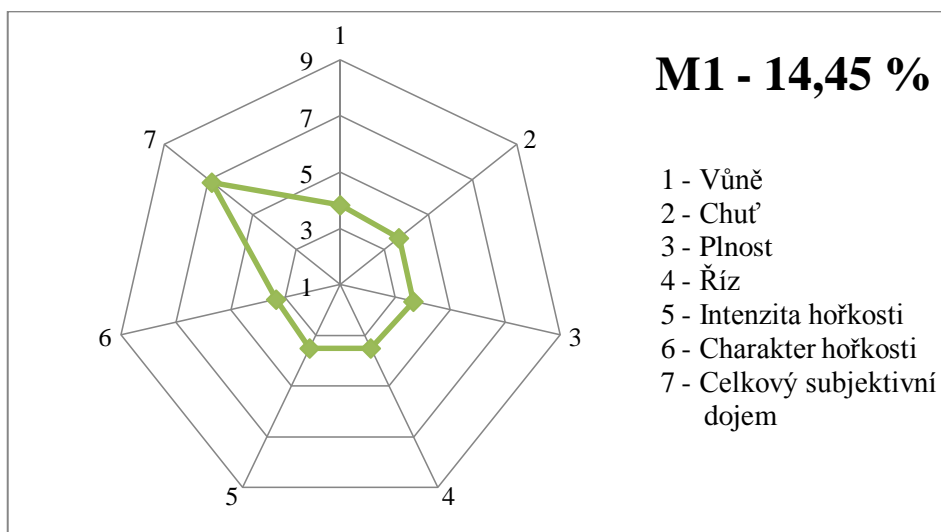
Obrázek 27: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 10,70 %.



Obrázek 28: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 11,21 %.

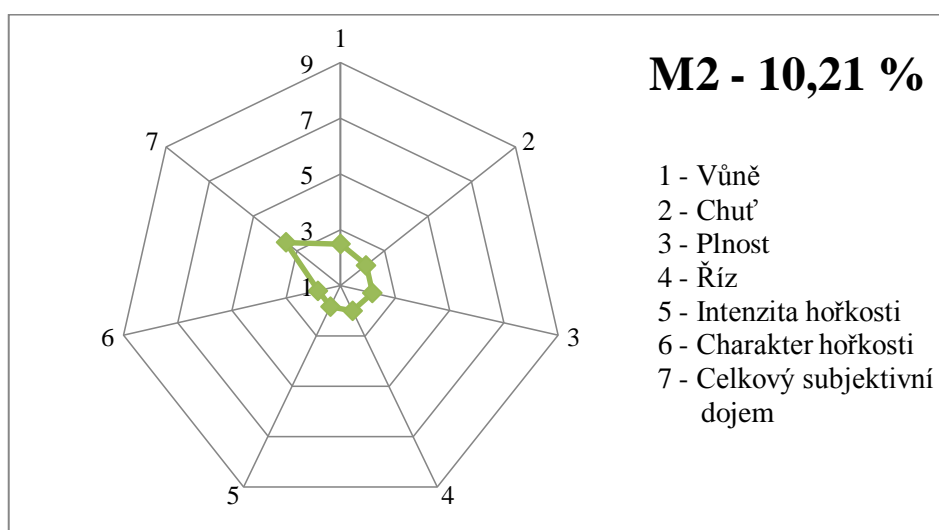


Obrázek 29: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 12,52 %.

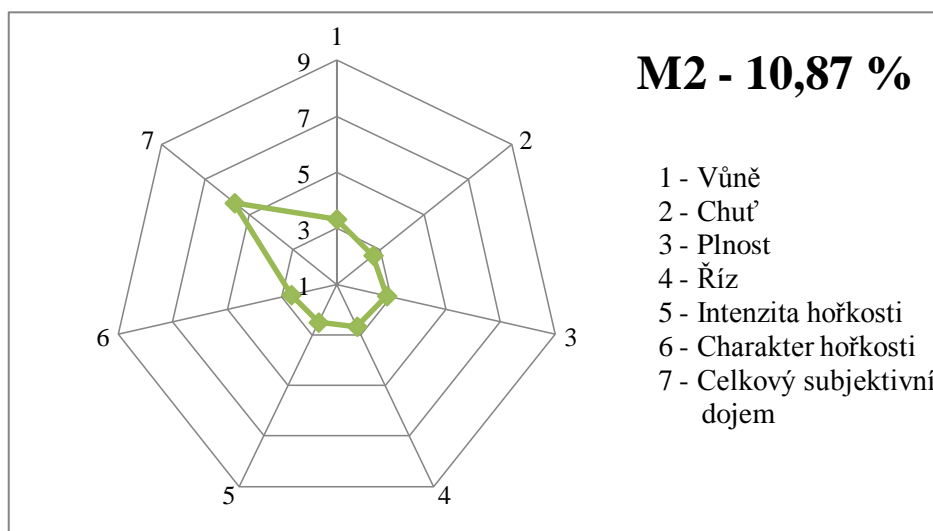


Obrázek 30: Sensorické hodnocení vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 14,45 %.

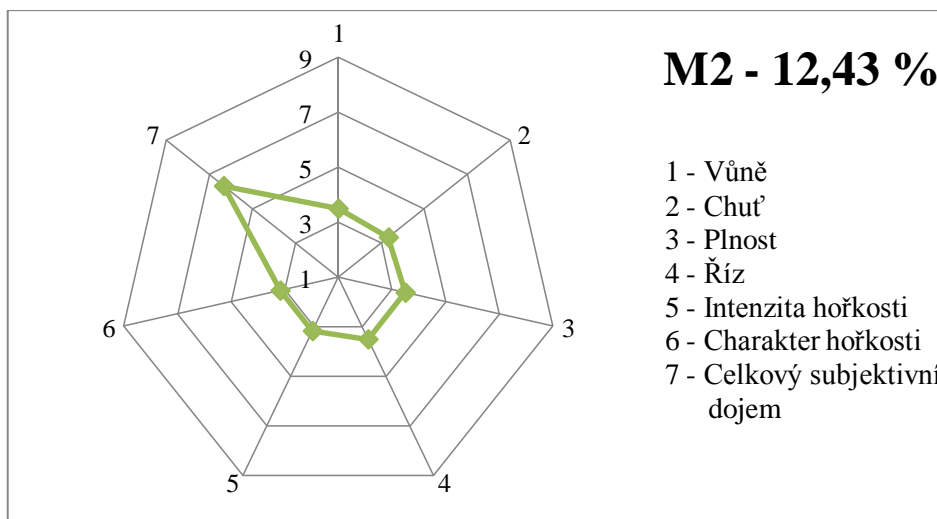
Na obrázcích 31 – 34 jsou znázorněny výsledky senzoričkého hodnocení vzorku M2. U piva ředěného na 10,21 % byly všechny parametry hodnotiteli určeny jako velmi špatné. Chyba byla způsobena nepřesným ředěním a vzorek chutnal velmi vodově. Ostatní vzorky řady M2 byly hodnoceny kladně a s rostoucí stupňovitostí celkový subjektivní dojem stoupal. Vzorek M3 – 10,87 % byl hodnocen jako průměrný. Piva M3 – 12,43 % a M3 – 16,41 % měla silnou vůni i chuť, byla plná, řízná a intenzita hořkosti byla silná s ulpívajícím dozníváním hořkosti.



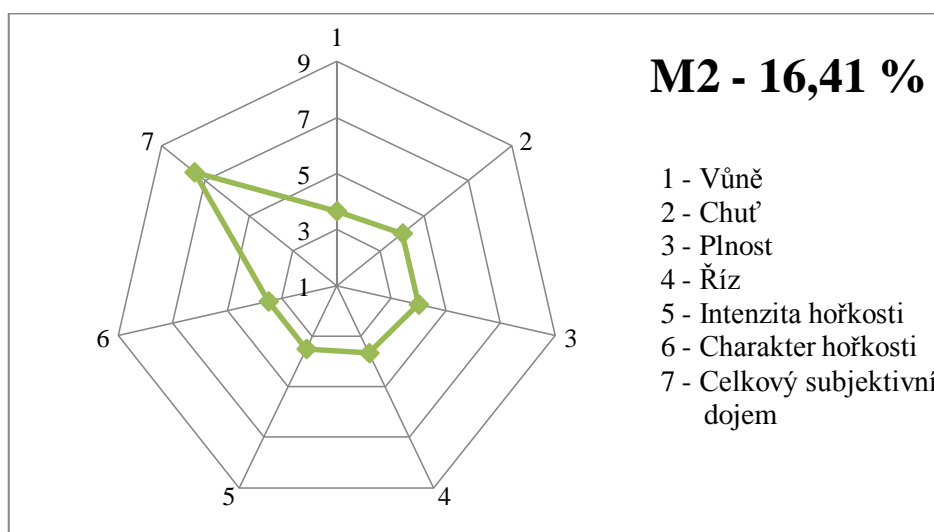
Obrázek 31: Senzorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 10,21 %.



Obrázek 32: Senzorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 10,87 %.

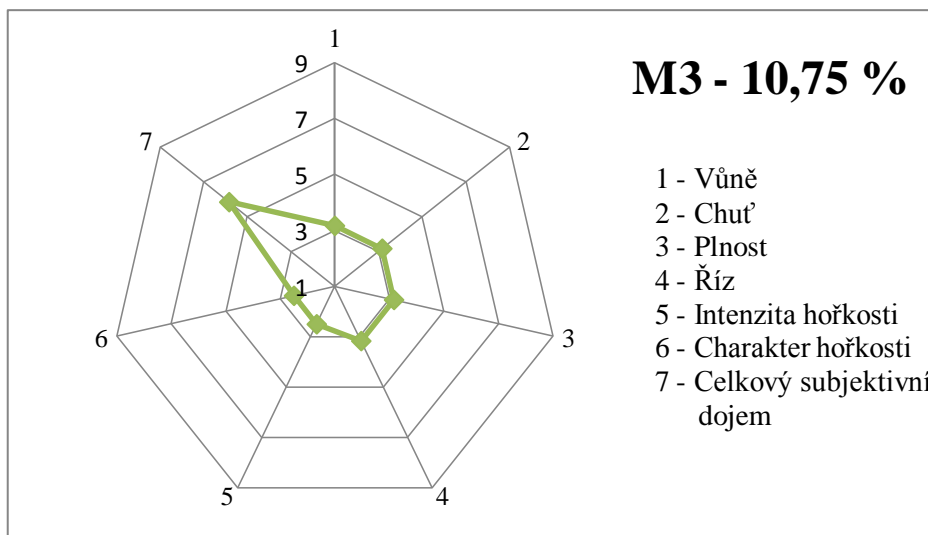


Obrázek 33: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 12,43 %.

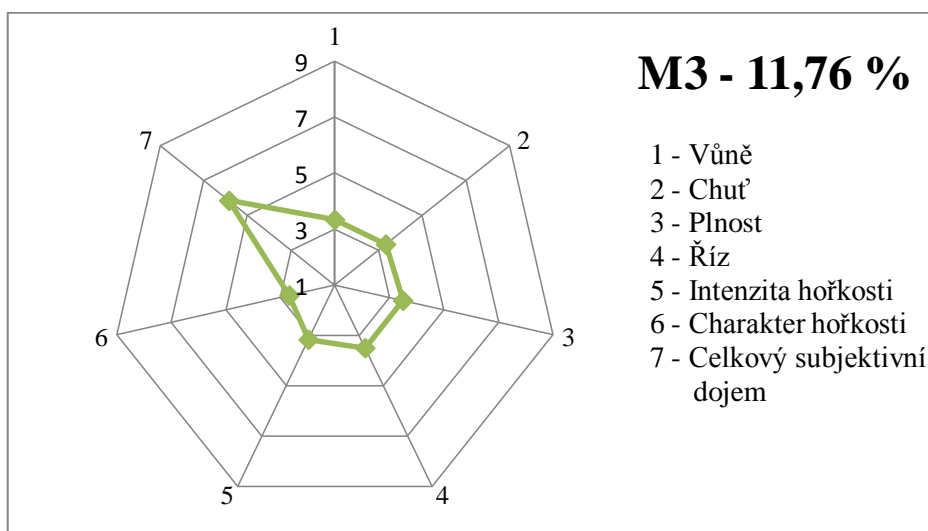


Obrázek 34: Sensorické hodnocení vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 16,41 %.

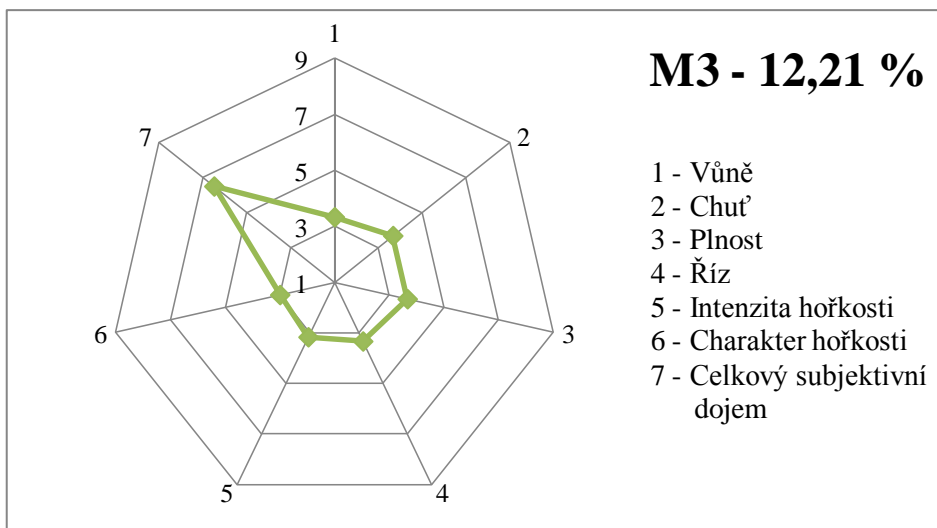
U vzorků M3 (obrázek 35 – 38) byl nejlépe hodnocen původní neřaděný vzorek o stupňovitosti 20,09 % a to jako velmi dobrý. M3 – 20,09 % měl silnou vůni i chuť. Pivo bylo plné, řízné a silně hořké s ulpívajícím dozníváním hořkosti, což je typické pro piva českého typu. U řaděných piv nebyla chuť ani vůně tak výrazná a s přibývajícím řaděním intenzita klesala. Řaděná piva byla plná, intenzita hořkosti střední a celkově byla piva hodnocena jako dosti dobrá až dobrá.



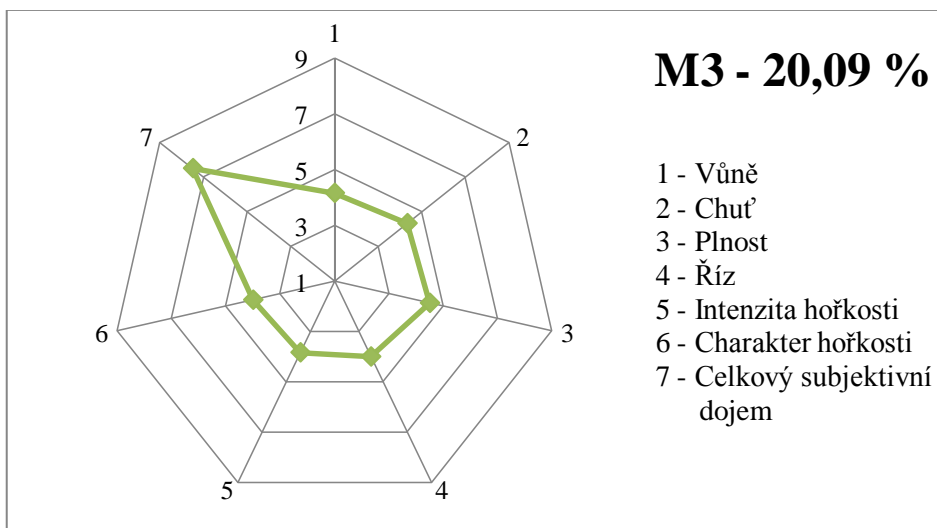
Obrázek 35: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 10,75 %.



Obrázek 36: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 11,76 %.



Obrázek 37: Senzorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 12,21 %.



Obrázek 38: Senzorické hodnocení vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 20,09 %.



## 5 ZÁVĚR

High gravity brewing je technologie, která původně pomáhala pivovarům s optimalizací a se zpřesněním stupňovitosti vařeného piva, z důvodu výše spotřební daně, která se stupňovitostí úzce souvisí. HGB metoda umožňuje pivovarům snížit výrobní náklady a proto se čím dál více dostává do popředí zájmů pivovarů. Je tedy běžné, že pivovary v dnešní době vaří 18 i 20 % piva, která poté ředí sycenou vodou na piva o nižší stupňovitosti. V České republice je povoleno uvařit pivo metodou HGB o nejvyšší koncentraci 16 % a bohužel i takto vyrobené pivo může být označováno chráněným zeměpisným označením Evropské unie jako České pivo.

Metoda HGB má však i své nevýhody. Hlavní nevýhodou je ředění kvašením vzniklých látek sycenou vodou, což si vybere svoji daň na chuti a vůni piva, kdy vznikají piva prázdnější se slabou sladovou chutí. Pro české pivo je však právě plná chuť s nízkým výskytem cizích chutí a vůní typická. Dalším charakteristickým znakem spodně kvašených českých piv je smetanově hustá, čistě bílá pěna, která po napití lehce ulpívá na skle a s tím souvisí další nevýhoda piv vyrobených metodou HGB. Při výrobě dochází ke snížení obsahu hydrofobních bílkovin, což má za následek nízkou stabilitu pěny. Konzument se však často nedozví, že právě pivo vyrobené HGB metodou pije, protože není povinností pivovaru tuto informaci zveřejňovat.

Cílem mé diplomové práce bylo uvařit několik várek piva metodou HGB a zjistit zda-li tato technologie má vliv na finální kvalitu piva. Pro testování byly k dispozici čtyři vzorky piv uvařených v univerzitní laboratoři na stupňovitost 20 % a tři vzorky piv z univerzitního minipivovaru o různé stupňovitosti. Všechny vzorky byly analyticky proměřeny, ředěny sycenou vodou na stupňovitost 10 %, 11 %, 12 % a následně senzorycky zhodnoceny.

Analytickou analýzou jednotlivých vzorků piv bylo zjištěno, že kmenové vzorky měly celkově vyšší procento neprokvašeného extraktu a tedy i vyšší plnost, což bylo senzoryckou analýzou potvrzeno. Výjimku tvořilo pivo L4, které špatně prokvasilo. Stupňovitost ředěných maloobjemových piv i piv z minipivovaru na 10 % se pohybovala v rozmezí 10,21 – 10,75 % a lze tedy piva označit jako výčepní. U piv ředěných na 11 % byla naměřena stupňovitost 10,87 – 11,76 %. Vzorky M1 o stupňovitosti 10,87 % a L2 o stupňovitosti 10,94 % nespĺňovaly požadavky dané legislativou a byly tak zařazeny mezi piva výčepní. Ostatní vzorky se řadí mezi ležáky.

Všechna piva ředěná na 12 % byla označena za ležáky a jejich stupňovitost se pohybovala od 11,94 % do 12,98 %.

V rámci hodnocení senzorické kvality piv se ukázalo, že piva z univerzitního minipivovaru byla podle celkového subjektivního dojmu hodnocena lépe než piva maloobjemová. Pivní pěna u všech maloobjemových vzorků byla velmi špatná nebo žádná, čímž byla potvrzena teorie Čížkové a kolektivu. Piva z minipivovaru měla pěnu dobrou, ale s přibývajícím ředěním piv kvalita pěny podstatně klesala. Z tohoto důvodu byla piva dosycována suchým ledem. Z neředěných maloobjemových piv byl vzorek L2 o stupňovitosti 19,92 % hodnotiteli určen jako nejlepší. Vůně a chuť byla průměrná, pivo bylo řízné, plné, silně hořké s ulpívajícím dozníváním hořkosti. U ředěných maloobjemových piv kvalita klesala s přibývajícím ředěním. U piv ředěných na 10 % bylo velmi znát ředění vodou. Z ředěných maloobjemových vzorků byl nejlépe hodnocen vzorek L1 o stupňovitosti 12,98 %, který na hodnotitele celkově působil velmi dobře. Nejhůře byl z maloobjemových piv hodnocen vzorek L4, především kmenový vzorek o stupňovitosti 18,56 %. Tento vzorek měl velmi silné sladové aroma, což sejevilo jako velmi nepříjemné.

Piva z minipivovaru byla vesměs hodnocena velmi kladně. Nejlépe byly hodnoceny neředěné vzorky, které byly plné, řízné, se silnou hořkostí, doznívajícím ulpíváním hořkosti a chuť i vůně piv byla silná. Z neředěných vzorků byl vzorek M1 o stupňovitosti 20,09 % hodnotiteli označen jako nejlepší, co se týče celkového subjektivního dojmu. Dle výsledků můžeme opět tvrdit, že s přibývajícím ředěním kvalita piv klesala. Nejhůře byl hodnocen vzorek z minipivovaru M3 naředěný na 10,21 %. Vzorek chutnal velmi vodově a jednotlivé deskriptory byly hodnotiteli vyhodnoceny jako podprůměrné.

Srovnání piv vyrobených v minipivovaru s maloobjemovými pivy vyrobenými v univerzitní laboratoři je obtížné. Při výrobě piv v univerzitním minipivovaru lze lépe regulovat a dodržovat postupy výroby a kvalita výrobku je mnohem vyšší než u piv vyrobených v laboratoři.

Jak již bylo uvedeno výše, technologie HGB zvyšuje výrobní kapacitu pivovaru, což se potvrdilo i v našem případě. U maloobjemových piv bylo vyrobeno z kmenového vzorku o 4 l následným ředěním celkově téměř 7 l piva o různé stupňovitosti.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

BASAŘOVÁ, G., 2002: *Vývoj teorie a praxe kvašení a dokvašování piva*. Kvasný průmysl 48 (3), s 193 – 199.

BASAŘOVÁ G., BLÁHA M., VESELÝ P., 2003: *Vliv kmene kvasnic na senzoricou stabilitu piva*. Kvasný průmysl 49 (1), s 3 – 9.

BASAŘOVÁ G., ŠAVEL J., BASAŘ P., LEJSEK T., 2010: *Pivovarství*. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 904 s.

CASEY G. P., INGLEDEW W. M., 1983: *High-gravity brewing: Influence of pitching rate and wort gravity on early yeast viability*. **Journal of the American Society of Brewing Chemists** 41(4): p 148-152. Databáze online [cit. 2014-1-24]. Dostupné na: <http://www.asbcnet.org/publications/journal/vol/abstracts/41-42.htm>

CVENGROSCHOVÁ, M., ŠMOGROVIČOVÁ, D., 2005: *Vplyv aditív na priebeh fermentácie mladiny*. Kvasný průmysl 51 (3), s 83 – 85.

ČÍŽKOVÁ H., DOBRÝ J., FIALA J., VERNEROVÁ J., ŠÍDLOVÁ M., 2002: *Vliv technologie HGB na vlastnosti vyráběného piva*. Ústav kvasné chemie a bioinženýrství, VŠCHT, Praha. Databáze online [cit. 2014-2-3]. Dostupné na: [www.vscht.cz/zkp/ustav/doc/SouhrnySD02.doc](http://www.vscht.cz/zkp/ustav/doc/SouhrnySD02.doc)

ČÍŽKOVÁ H., DOSTÁLEK P., FIALA J., KOLOUCHOVÁ I., 2006: *Význam bílkovin z hlediska pěnivosti a stability pěny piva*. Chemické listy 100, s. 478 – 485.

DRAGONE G., MUSSATTO S., ALMEIDA E SILVA J., 2007: *High Gravity Brewing by Continuous Process Using Immobilised Yeast: Effect of Wort Original Gravity on Fermentation Performance*. Journal of the Institute of Brewing 113 (4): p 391 – 398. Databáze online [cit. 2014-12-27]. Dostupné na: [http://www.researchgate.net/profile/Giuliano\\_Dragone/publication/200825755\\_High\\_gravity\\_brewing\\_by\\_continuous\\_process\\_using\\_immobilised\\_yeast\\_Effect\\_of\\_wort\\_original\\_gravity\\_on\\_fermentation\\_performance/links/00b7d5319c7c473b2c000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Giuliano_Dragone/publication/200825755_High_gravity_brewing_by_continuous_process_using_immobilised_yeast_Effect_of_wort_original_gravity_on_fermentation_performance/links/00b7d5319c7c473b2c000000.pdf).

HLAVÁČEK F. a kol., 1958: *Pivovarské kvasnice*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 183 s.

CHLÁDEK L., 2007: *Pivovarnictví*. Grada Publishing, a.s., Praha, 208 s.

KANO Y., KAMIMURA M., 1993: *Simple methods for determination of the molecular weight distribution of beer proteins and their application to foam and haze studie*. The Journal of the American Society of Brewing Chemists 51: p. 21 – 28. Databáze online [cit. 2014-2-7]. Dostupné na: [https://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=Q2NAIRdic4buCkSNHHq&page=1&doc=1](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=Q2NAIRdic4buCkSNHHq&page=1&doc=1)

JONES, M., INGLEDEW, M., 1994: *Fuel alcohol production: Assessment of selected commercial proteases for very high gravity wheat mash fermentation*. Enzyme Microb. Technol. 16, p 683–687. Databáze online [cit. 201-04-18]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0141022994900906>

KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000: *Technologie výroby sladu a piva*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 398 s.

KOŠIN P., ŠAVEL J. BROŽ A., 2013: *Výpočet extraktů míchaného nápoje z piva*. Kvasný průmysl 59 (9), s 258 – 261.

KRUPKA Z., 2012: *Výroba piva*. Databáze online [cit. 2015-02-3]. Dostupné na: <http://www.pivovyskov.cz/cz/pivovar/vyroba-piva/>

KUBIZNIAKOVÁ P., 2011: *Testování produkčních kmenů ze sbírky VÚPS pro technologii HGB*. Kvasný průmysl 57 (2), s 26 – 30.

KUČEROVÁ J., PELIKÁN M., HŘIVNA L., 2007: *Zpracování a zbožiznalství rostlinných produktů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, s 72 – 76.

MAJARA, M., O'CONNOR-COX, C., AXCEL, C., 1996: *Trehalose-A stress protectant and stress indicator compound for yeast exposed to adverse conditions*. J. Am. Soc. Brew. Chem. 54, p 149–154. Databáze online [cit. 2015-04-15]. Dostupné na: [http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=6&SID=U1EdAikPpsLXJRixaJ6&page=1&doc=1](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=6&SID=U1EdAikPpsLXJRixaJ6&page=1&doc=1)

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, Vyhláška č. 335/1997, 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 koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí.

MOTÝL I., 2009: *Jak se ředí české pivo? Ze šestnáctky na desítku*. Databáze online [cit. 2015-01-6]. Dostupné na: [http://www.tyden.cz/rubriky/domaci/jak-se-redi-ceske-pivo-ze-sestnactky-na-desitku\\_121625.html#.VNcnOdKG9oM](http://www.tyden.cz/rubriky/domaci/jak-se-redi-ceske-pivo-ze-sestnactky-na-desitku_121625.html#.VNcnOdKG9oM)

O'CONNOR-COX, C., PAIK, J., INGLEDEW, M., 1991: *Improved ethanol yields through supplementation with excess assimilable nitrogen*. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 8, p 45 – 52. Databáze online [cit. 2015-04-18]. Dostupné na: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF01575590>

PAJUREK M., 2003: *Vybrané technologické aspekty a souvislosti při zlepšování senzorické stability piva*. Kvasný průmysl 49 (5), s 120 – 124.

PÁTKOVÁ J., ŠMOGROVIČOVÁ D., BAFRNCOVÁ P., DŮMÉNY Z., 2001: *Adaptácia voľných a imobilizovaných pivovarských kvasinek při skvasování vysoko koncentrovaných mladín*. Kvasný průmysl 47 (1), s 1 – 10.

PELIKÁN M., DUDÁŠ F., MÍŠA D., 2004: *Technologie kvasného průmyslu*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 129 s.

PRATT, P. L., BRYCE, J. H., STEWART, G. G., 2003: *The Effects of Osmotic Pressure and Ethanol on Yeast viability and Morphology*. Journal of the Institute of Brewing 109 (3), p 218 – 228. Databáze online [cit. 2014-2-15]. Dostupné na: [https://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=Q1qSLNgtJV3cgDxnxdg&page=1&doc=2](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=Q1qSLNgtJV3cgDxnxdg&page=1&doc=2)

SIGLER K., MATOULKOVÁ D., 2011: *Pivovarské kvasinky a reakce na stres*. Kvasný průmysl 57 (7-8), s 277 – 284.

SILVA, D., BRÁNYIK, T., DRAGONE, G., VINCENTE, A., TEIXEIRA, J., ALMEIDA E SILVA J., 2008: *High gravity batch and continuous processes for beer production: Evaluation of fermentation performance and beer quality*. Chemical Papers 62 (1): p 34 – 41. Databáze online [cit. 2014-11-15]. Dostupné na: [https://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=Q2NAIRdic4buCkSNHHq&page=1&doc=1](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=Q2NAIRdic4buCkSNHHq&page=1&doc=1)

SIMPSON, K., B., 2006: *Food Biochemistry and Food Processing*. Blackwell Publishing, Oxford, 671 p. Databáze online [cit. 2014-12-15]. Dostupné na: <https://books.google.cz/books?id=nAugAPE8aNIC&pg=PA651&lpg=PA651&dq=high+gravity+brewing+was+first+used+in+Europe+in+1975&source=bl&ots=36DGiZycHd&sig=CjdEIdxGCRSDq4dNp40cKHzYqb8&hl=cs&sa=X&ei=RSrXVO32HpDSaLaGgMgC&ved=0CCAQ6AEwAA#v=onepage&q=%20Europe%20in%201975&f=false>

STEENBERG, J., GUBIŠ J., MELICHAROVÁ E., ŠIMEK V., 2003: *Dynamický sběr kvasnic z CKT a jejich asimilace před zakvašováním – kvasničné hospodářství Gambrinus*. Kvasný průmysl 49 (2), s 30 – 33.

WAINWRIGHT, T., 1998: *An introduction to the scientific basis of malting and brewing for people in the industry*. Basic brewing science, England, 317 p.

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Hořké látky v mladině a v CKT v závislosti na použití odpěňovacího přípravku .....	26
Obrázek 2: Schéma univerzitního minipivovaru.....	28
Obrázek 3: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových piv. ....	36
Obrázek 4: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu piv vyrobených v minipivovaru. ....	37
Obrázek 5: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových piv ředěných na 10 %.....	38
Obrázek 6: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu piv z minipivovaru ředěných na 10 %. ....	38
Obrázek 7: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových piv ředěných na 11 %.....	39
Obrázek 8: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu piv z minipivovaru ředěných na 11 %. ....	40
Obrázek 9: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu maloobjemových piv ředěných na 12 %.....	40
Obrázek 10: Porovnání stupňovitosti, obsahu alkoholu a skutečného extraktu piv z minipivovaru ředěných na 12 %. ....	41
Obrázek 11: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 10,51 %.....	42
Obrázek 12: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 11,05 %.....	43
Obrázek 13: : Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 12,98 %.....	43
Obrázek 14: Senzorické hodnocení vzorku maloobjemu L1 o stupňovitosti 20,96 %..	44
Obrázek 15: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 10,29 %.....	45
Obrázek 16: Senzorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 10,94 %.....	45

Obrázek 17: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 12,92 %.....	46
Obrázek 18: Sensorické hodnocení vzorku maloobjemu L2 o stupňovitosti 19,92 % ..	46
Obrázek 19: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 10,35 %.....	47
Obrázek 20: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 11,76 %.....	47
Obrázek 21: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 12,13 %.....	48
Obrázek 22: Sensorické hodnocení vzorku maloobjemu L3 o stupňovitosti 21,56 % ..	48
Obrázek 23: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 10,70 %.....	49
Obrázek 24: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 11,21 %.....	49
Obrázek 25: Sensorické hodnocení ředěného vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 11,21 %.....	50
Obrázek 26: Sensorické hodnocení vzorku maloobjemu L4 o stupňovitosti 18,56 % ..	50
Obrázek 27: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 10,70 %.....	51
Obrázek 28: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 11,21 %.....	51
Obrázek 29: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 12,52 %.....	52
Obrázek 30: Sensorické hodnocení vzorku z minipivovaru M1 o stupňovitosti 14,45 % ..	52
Obrázek 31: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 10,21 %.....	53
Obrázek 32: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 10,87 %.....	53
Obrázek 33: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 12,43 %.....	54
Obrázek 34: Sensorické hodnocení vzorku z minipivovaru M2 o stupňovitosti 16,41 % ..	54



Obrázek 35: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 10,75 %.....	55
Obrázek 36: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 11,76 %.....	55
Obrázek 37: Sensorické hodnocení ředěného vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 12,21 %.....	56
Obrázek 38: Sensorické hodnocení vzorku z minipivovaru M3 o stupňovitosti 20,09 %. .....	56

## 8 SEZNAM ZKRATEK

CKT – cylindrokónický tank

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

EPM – extrakt původní mladiny

HGB – high gravity brewing

L1, 2, 3, 4 – maloobjemový vzorek piva č. 1, 2, 3, 4

M1, 2, 3 – vzorek piva z minipivovaru č. 1, 2, 3

VÚPS – výzkumný ústav pivovarský a sladařský

ŽPČ – žatecký poloraný červeňák

%hm – hmotnostní procenta

°C – stupně Celsia

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

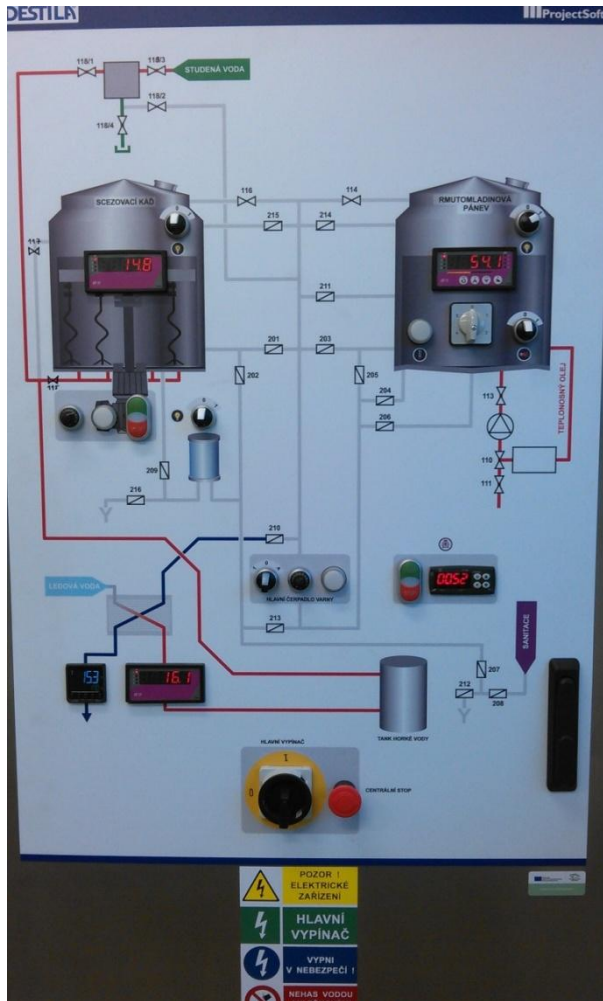
Příloha 1: Světlá slad ze sladovny Bernard a dvouválcové mačkadlo sladu. ....	66
Příloha 2: Várenský blok univerzitního minipivovaru. ....	66
Příloha 3: Displej várenského bloku. ....	67
Příloha 4: Formulář pro sensorické hodnocení. ....	69



Příloha 1: Světlá slad ze sladovny Bernard a dvouválcové mačkadlo sladu.



Příloha 2: Várenský blok univerzitního minipivovaru.



Příloha 3: Displej várenského bloku.

<b>BODOVÉ HODNOCENÍ PIVA</b>				<b>Jméno:</b>		
				<b>Datum a čas:</b>		
<b>Stabilita pěny (s)</b>			<b>Výška pěny (mm):</b>			
<b>Kvalita pěny:</b>		řidká	střední	hustá		
<b>Uvolňování CO<sub>2</sub> (řetízky bublinek):</b>		silné	střední	slabé	téměř žádné	
<b>Čiřost:</b>		čirá	opalescence	zákal	sedlina	<b>slovní popis:</b>
<b>Znak jakosti</b>	<b>Body</b>	<b>Slovní charakteristika</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Vůně</b>	5	Velmi silná				

	4	Silná				
	3	Střední				
	2	Slabá				
	1	Velmi slabá				
<b>Cizí vůně</b>	E	Velmi silná				
	D	Silná				
	C	Střední				
	B	Slabá				
	A	Velmi slabá				
Slovní popis						
<b>Chuť</b>	5	Velmi silná				
	4	Silná				
	3	Střední				
	2	Slabá				
	1	Velmi slabá				
<b>Cizí chuť</b>	E	Velmi silná				
	D	Silná				
	C	Střední				
	B	Slabá				
	A	Velmi slabá				
Slovní popis						
<b>Plnost</b>	5	Plné, zaokrouhlené				
	4	Plné				
	3	Málo plné				
	2	Nezaokrouhlené				
	1	prázdné				
<b>Říz</b>	5	Příjemné, řízné				
	4	Řízné				
	3	Málo řízné				
	2	Zvětralé; velmi řízné				
	1	Velmi zvětralé; extrémně řízné				

<b>Intenzita hořkosti</b>	5	Velmi silná				
	4	Silná				
	3	Střední				
	2	Slabá				
	1	Velmi slabá				
<b>Charakter hořkosti - doznívání</b>	5	Silně ulpívající				
	4	Ulpívající				
	3	Mírně ulpívající				
	2	Jemná				
	1	Velmi jemná				
<b>Celkový subjektivní dojem</b>	9	Mimořádně dobrý				
	8	Velmi dobrý				
	7	Dobry				
	6	Dosti dobrý				
	5	Střední				
	4	Dosti špatný				
	3	Špatný				
	2	Velmi špatný				
	1	Mimořádně špatný				

Příloha 4: Formulář pro senzorické hodnocení.