

Im odeMENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2016

Bc. JANA CALTOVÁ

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav Technologie potravin



**Vliv kombinace sladů a vybraných látek na finální
kvalitu nízkostupňového piva**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Jana Caltová

Brno 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Vliv kombinace sladů a vybraných látek na finální kvalitu nízkostupňového piva* vypracovala samostatně a použila jen prameny, 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 Mendlovy univerzity v Brně.

Dne

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu Ing. Tomáši Gregorovi, Ph.D. za odbornou pomoc, didaktické podněty, odborné rady, komentáře, trpělivost, za čas a jeho přístup při vedení mé diplomové práce. V neposlední řadě patří velké díky rodičům a sestře za podporu během celého studia.

Abstrakt

V této diplomové práci jsem zpracovávala téma „Vliv kombinace sladů a vybraných látek na finální kvalitu nízkostupňového piva.“ V úvodu teoretické části je stručně popsána historie a výroba piva. Dále jsou v práci vysvětleny pojmy nealkoholické a nízkoalkalické pivo, jednotlivé technologie na výrobu těchto druhů piv, tedy jsou technologie, které se používají na odstranění alkoholu, jsou například reverzní osmóza, použití speciálního druhu kvasinek, nebo vynechání kvašení.

V praktické části je popsána výroba jak nealkoholického, tak i nízkoalkoholického piva. U nealkoholických piv byly použity různé druhy sladů. Dále jsou v praktické části popsány výsledky senzoričké analýzy, analýzy měření a dále vyhodnocení výsledků.

Klíčová slova

Nealkoholické pivo, nízkostupňové pivo, odstraňování alkoholu, kvasinky

ABSTRACT

The theme of this thesis is “The effect of storage and other elements on beer quality”. The theoretical part of my work concentrates on the history and production of beer, methods of production of low-alcohol and non-alcoholic beer. In my thesis I deal with reverse osmosis, use of special kinds of yeasts or with fermentation.

In the practical part of my work is described the production of low-alcohol and non-alcoholic beer.

For non-alcoholic beers there were used different kinds of storages. The practical part of my work is focused on results of sensory analysis and measurement analysis.

Key words

Non-alcoholic beer, low-alcohol beer, removal of alcohol from beer, yeasts.

Obsah

1	Úvod.....	14
2	Cíl práce.....	15
3	Literární přehled	16
3.1	Historie piva.....	16
3.2	Nízkoalkoholická piva	16
3.3	Výroba piva.....	17
3.4	Suroviny na výrobu	17
3.4.1	Ječmen	17
3.4.2	Voda.....	18
3.4.3	Chmel.....	19
3.4.4	Umělá sladidla	20
3.4.5	Kvasinky	20
3.4.6	Slad	21
3.4.7	Mladina	24
3.5	Způsoby přípravy nízkoalkoholických a nealkoholických piv	27
3.5.1	Úprava technologie	28
3.5.2	Odstraňování alkoholu z hotového piva	31
4	Materiál a metodika	36
4.1	Postup vaření piva.....	38
4.2	Vaření piva v minipivovaru na Mendelově univerzitě v Brně.....	39
4.2.1	Vlastní vaření.....	40
4.3	Separční metody	40
4.3.1	Vlastní měření.....	41
4.4	Senzorická analýza.....	43
5	Výsledky a diskuze	45
5.1	Statistické zpracování.....	60
5.1.1	Statistické vyhodnocení senzorické analýzy.....	60
5.1.2	Statistické zpracování kapalinové chromatografie	69
6	Závěr	76
7	Seznam použité Literatury	77
8	Seznam obrázků.....	81
9	Tabulky	83

10	Seznam zkratek.....	84
11	Přílohy.....	85

1 ÚVOD

Pivo je velmi oblíbený nápoj již od dávných dob. První zmínky o pivě sahají až do doby 7 tisíc let před naším letopočtem. Za první objevitele piva je považována Mezopotámie. Sumerové a Babyloňané připravovali kvašené nápoje. Tento druh piva, byl Sumery nazýván kaš a Babyloňany šikarum. Z těchto dob je zachována zmínka, že pivo zde bylo připravováno velmi jednoduchým způsobem.

Na našem území první zmínka o pěstování chmele je z roku 1039. První historický doklad o výrobě piva je z roku 1088 z za vlády krále Vratislava II. Roku 1842 byl založen první pivovar v Plzni. V něm bavorský sládek vytvořil podobu dnešního světlého ležáku, který se později rozšířil do celého světa. Veliký rozvoj pivovarnictví zastavily světové války. Česká piva jsou tmavší oproti zahraničním díky přítomnosti neprokvašeného extraktu, sacharidových složek, které dávají pivu plnost spolu s CO₂.

Před více než sto lety byla poprvé vyzkoušena výroba nealkoholických nápojů. Jsou to piva, která mají nízký obsah extraktu původní sladiny, ale velký podíl náhražek sladu. V době mezi roky 1919 a 1933 se v Americe zvyšovala spotřeba, tedy i výroba nealkoholických piv, vzhledem k prohibici. V 80. letech 20. století došlo k velkému zvýšení výroby vzhledem k legislativě vztahující se na řidiče motorových vozidel a bezpečnost práce.

Nízkoalkoholická piva a nealkoholická piva jsou vyráběna různými technologickými postupy, např. metodu řízeného kvašení. I přes velké množství postupů na odstraňování alkoholu jsou piva se sníženým alkoholem odlišné chuti, protože alkohol ovlivňuje chuť piva. Tato piva jsou v dnešní době velmi rozšířená a mají už své místo na trhu.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce na téma „Vliv kombinace sladů a vybraných látek na finální kvalitu nízkostupňového piva“ bylo:

- 1 Vypracovat z dostupných tuzemských a zahraničních zdrojů literární rešerši k problematice výroby nízkoalkoholických a nealkoholických piv
- 2 Zaměřit se na vhodné technologie výroby a druhy sladů, umělých sladidel a dalších látek ovlivňujících chuť a stabilitu piva
- 3 Navrhnout laboratorní experimenty výroby nízkoalkoholických a nealkoholických piv a tyto realizovat v laboratorních podmínkách, provést laboratorní i senzorickou analýzu produktů
- 4 V minipivovaru provést některý z pozitivně hodnocených laboratorních experimentů, u výsledného produktu provést analytické měření a senzorické hodnocení
- 5 Z literární rešerše a naměřených a statisticky zpracovaných dat vytvořit diplomovou práci dle zadaného rozsahu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Historie piva

Pivo je velmi oblíbený český nápoj. Jeho počátky sahají až do 7 tisíc let př. n. l. Za objevitele piva se považuje Mezopotámie. V těchto dobách se připravovaly velmi jednoduché druhy piv. Ve 13. století začal největší rozvoj výroby piva, ke kterému bylo důležité právo várečné a právo mílové. (www.pivo-pivovar.estranky.cz)

3.2 Nízkoalkoholická piva

Výroba prvních nealkoholických nápojů byla poprvé vyzkoušena už více jak před sto lety. Piva s nízkým extraktem původní sladiny a velkým podílem náhražek sladu se vyráběla v období světových válek. V letech 1919 až 1933 se v USA zvyšovala spotřeba a výroba nealkoholických piv vzhledem k částečné prohibici. V roce 1980 byl tento druh piva označen jako budoucnost (Briggs et al., 2010).

Ve 20. století se tato piva začala vyrábět z důvodů:

- Zajištění zvýšení růstu díky novým druhům piv v oblastech s největší konzumací piva
- Zamezení konzumace alkoholických nápojů u fyzicky pracujících osob
- Umožnit lidem konzumaci piva při činnostech, u kterých je pití zakázáno (řízení motorových vozidel, nemoc)
- Umožnit vývoz piva do oblastí s přísným zákazem konzumace alkoholu, např. z náboženských důvodů (Russo, 2013, Sohrabvandi 2010)

Očekávané zvyšování spotřeby nízkoalkoholických a nealkoholických piv se neuskutečnilo. V ČR, Anglii, USA se výroba těchto piv pohybuje kolem 2,5% z roční výroby. Piva s nulovým obsahem alkoholu se vaří v Karibské oblasti bez kvasného procesu (Malta) a jsou zde podávána i kojencům z důvodu nedostatku mléka.

Mezi nealkoholická piva s obsahem obj. alkoholu 0 – 0,1% patří např. Mousy, Kaliber. Širší oblibu si získala piva s 0,5 až 1,5 % obj. alkoholu např. Clausthaler, Talisman, Danish Light a Birrel (Basařová et al., 2010).

Česká vyhláška č. 335/1997 Sb. označuje pivo jako pěnivý nápoj vyrobený ze sladu, vody, chmele nebo chmelových produktů, který dále obsahuje etanol, oxid uhličitý, ale i určité množství neprokvašeného extraktu (vyhláška 335/1997 Sb.).

Podle české legislativy jsou piva rozlišována na výčepní piva s extraktem původní mladiny 8 – 10,99% hm., piva ležáky s mladinou 11 – 12,99 % hm. a speciální piva s extraktem původní mladiny 13% a více. Kvasnicová piva jsou vyráběna za přídavku čistých kvasničných kultur. Ochucená piva jsou vyráběna přidáním doplňků s vlastním aromatem (vyhláška 335/1997 Sb.).

Legislativa u jednotlivých států je odlišná, tím se liší rozdíly mezi nízkoalkoholickým a nealkoholickým pivem. V Evropské unii se piva s obsahem alkoholu do 0,5% obj. načují jako nealkoholická a za nízkoalkoholická piva se považují piva s obsahem 0,6 až 1,2 % obj. Ve Spojených státech amerických a Kanadě se pivo s obsahem alkoholu pod 0,5 % neoznačuje jako pivo, ale jako lehký sladový nápoj (Brányik, 2012). Pivo nealkoholické je určené v České republice pro řidiče (0,5% obj.), naopak pivo nízkoalkoholické (1,2% obj. alkoholu) je řidiči zakázáno konzumovat během jízdy, nebo před jízdou. Ve Spojených státech amerických a Kanadě pivo, které obsahuje pod 0,5% alkoholu nesmí být označováno jako pivo, ale je označován jako nápoj ze sladu. (Kosař et al., 2000).

3.3 Výroba piva

Na výrobu piva jsou potřeba suroviny, jako jsou: pitná voda, ječmen, chmel, chmelové výrobky a pivovarské kvasinky. Světlý slad používáme na výrobu světlých piv, na tmavá piva se používají tmavé slady: karamelový, bavorský a slad barevný. Těmito druhy sladů se upravuje jak barva, tak i chuť tmavého piva. (<http://www.pivovarferdinand.cz/vyroba-piva-varna/>)

3.4 Suroviny na výrobu

3.4.1 Ječmen

Ječmen je nejstarší kulturní rostlina u nás. Začátky pěstování sahají až do Egypta, ze kterého se rozšířil do Evropy. V roce 1884 byla vyšlechtěna speciální odrůda sladovnického ječmene, *Proskowetz Hana pedigree*. Tato odrůda se pěstovala jak u nás, tak i v zahraničí. Na našem území se v roce 1990 začaly pěstovat i zahraniční odrůdy, které se používaly kromě exportu i v pivovarech. U nás se pěstují vybrané odrůdy jarního, dvouřadého, níčího ječmene (*Hordeum distichum var. nutas*), který je nekvalitnější na světě. Pro výrobu piva s EU označením „české pivo“ jsou doporučeny odrůdy Bojos, Malz, Tolar, Calgary, Radegast, Blaník a Aksamit. U sladovnického

ječmene jsou důležitými vlastnostmi, výnos, odolnost, náročnost, ale i sladařské vlastnosti, které rozdělujeme na fyziologické, mechanické a fyzikálně – chemické. Z fyziologického hlediska je nejdůležitější klíčivost a klíčivá energie. K mechanickým vlastnostem patří především objemová hmotnost, absolutní hmotnost, podíl zrn nad sítím a hlavně odrůdová čistota. Z hlediska chemického nejvíce sledujeme obsah vody, škrobu, celkových extraktivních látek a bílkovin. Kvalitní odrůdy ječmene mají okolo 62 – 65% škrobu v sušině. Ječné zrnko je tvořeno z 10% neškrobovými polysacharidy, celulosou, hemicelulosou, pentozany a ligninem. Ideální obsah bílkovin v zrně je 10,5 – 11,5 %. Z technologického hlediska jsou pro zpracování důležitými složkami ječmene enzymy, dusíkaté složky (ovlivňují technologii zpracování na slad i pivovarnickou technologii a ovlivňují i kvalitu daného piva), pepity, volné aminokyseliny, polyfenolové látky, vitamíny, minerální látky (nejdůležitější jsou fosforečnany).

Ječmen skladujeme v různých podmínkách. Čerstvě sklizený ječmen musí projít tzv. posklizňovým dozráváním a vyzrálý ječmen je připravený na okamžité zpracování na slad. Čerstvě sklizený ječmen špatně klíčí. Klíčivost se vytváří až po několika týdnech či měsících odležení v závislosti na odrůdě (Kadlec et al., 2009).

3.4.2 Voda

Voda je velmi důležitá při výrobě piva, a proto se označuje jako „tělo“. Tvoří přibližně 90% objemu piva, zbytek tvoří cukry, barviva ze sladů, pryskyřice z chmele, fenoly a jiné nepatrně zastoupené látky. Na 1 hektolitr piva se spotřebuje až 15 hektolitrů vody. Při vaření piva se musí používat zdravotně nezávadná voda. V laboratořích se důkladně prošetřuje, aby negativně neovlivňovala kvalitu piva (Zýbrt, 2005).

Voda se v pivovarnictví dělí na:

- 1) **varní voda** se používá na vaření piva. Může být měkká plzeňská, mírně tvrdá mnichovská nebo tvrdá dortmundská. Nejčastěji se používá měkká nebo středně tvrdá, která velmi pozitivně ovlivňuje sensorické vlastnosti piva.
- 2) **Mycí a sterilizační voda** nesmí obsahovat žádné mikroorganismy a nejčastěji se používá desinfekční prostředek chlor.
- 3) **Provozní voda** musí odpovídat požadavkům na jednotlivé operace.

K vaření piva je velmi důležitá hodnota pH. V jednotkách pH měříme kyselost nebo zásaditost vody – je to určeno obsahem a složením jednotlivých látek ve vodě. Na štěpení škrobů při rmutování, chmelení piva a stupeň prokvašení ve sklepě má vliv zvýšené pH (přes 7), které způsobuje slabší charakter piva (Nováková, Richter, 2009).

3.4.3 Chmel

Chmel je jednou ze tří nejdůležitějších surovin při výrobě piva. Ze všech surovin se používá v nejmenším množství, ale nejvíce ovlivňuje chuť a vůni piva. Na vaření se používá chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.) patřící do čeledi Cannabinaceae. K pivovarským účelům se používají samičí rostliny. Hlavními částmi rostliny je kořenová soustava, réva s pazochy a listy s květenstvím, které se v průběhu dozrávání mění na chmelové hlávky. Pro pivovarské účely jsou nejdůležitější chmelové pryskyřice, chmelové silice a polyfenoly. Pryskyřice jsou tvořeny – α -hořkými látkami (humulon, kohumolon, adhumulon) a β -hořkými látkami (lupulon, kolupolon a adlupulon). Chmelové α -hořké látky jsou málo rozpustné v mladině, ale při chmelovaru izomerují a vznikají cis- a trans-iso- α -hořké kyseliny, které jsou velmi hořké. Tato izomerie probíhá v mladině v lehce kyselém prostředí. Další látkou v chmelu jsou chmelové silice, které během chmelovaru částečně vytékají a částečně zoxidují. Česká piva mají jemné chmelové aroma.

Chmelové odrůdy dělíme dle obsahu α -hořkých látek na:

- Jemné aromatické chmele s dlouhým obsahem α -hořkých kyselin do 4,5% - Žatecký poloraný červeňák, Spät, Hallertauer, Mittelfrüher, atd.
- Aromatické chmele s dlouhým obsahem α -hořkých kyselin nad 4,5 % - Sládek, Bor, Cascade, First Gold, Golding, Perle
- Hořké a vysokoobsažné chmele - Agnus, Admiral, Chelan, Herkules, Warrior.

Mezi oblastmi, kde se pěstuje nejvíce chmele na území České republiky, jsou tři oblasti – Žatecko v Poohří, Ústěcko v Polabí a v oblasti Tršické.

Po sklizni chmele se musí snížit obsah vody ze 72 – 82 % sušením na 8%, dále se třídí a lisuje, v takovéto formě se používá jenom výjimečně. Z lisovaného chmele se získá malý podíl cenných složek, proto se většina produkce zpracovává na chmelové výrobky (Kadlec et al., 2009).

3.4.4 Umělá sladidla

Umožňují osladit potravinu bez nárůstu zvýšení její energetické hodnoty. Jsou to látky, které jsou méně sladké jak cukr, jsou vhodné i pro diabetiky. Velmi dlouhou dobu byly nejvíce používaná sladidla sacharin a cyklamáty. Sladidla musí splňovat kritéria jako je rozpustnost, stabilita v širokém rozmezí pH a teplot. Náhradní sladidla se dělí do dvou skupin a to kalorických a nízkokalorických. Nízkokalorická sladidla jsou např. sacharin (E 954), cyklamáty (E 952), aspartam (E 951) a acesulfam (E950). Mezi kalorická sladidla patří xylitol. U nás se nejvíce používá sacharin, který má 200- 700x vyšší sladivost než sacharosa. Nově se vyskytuje aspartam, což je ester dipeptidů a je zahrnuto do skupiny oxathiazinových dioxidů s názvem acesulfam. V zahraničí se tato sladidla používají hlavně u nealkoholických piv s různými typy sirupů. Většina umělých sladidel je schváleno používat v potravinách (Čadková, Čudlík, Jurková, 1996). Přehled povolených sladidel je uvedeno ve vyhlášce 122/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 4/2008 S., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, ve znění vyhlášky č. 130/2010 Sb. (Ministerstvo zdravotnictví).

3.4.5 Kvasinky

Kvasinky jsou mikroorganismy, které jsou celosvětově nejvyužívanější. Používají se jak v potravinářském, farmaceutickém průmyslu, tak i v oblastech vědy a medicíny. Více jak tisíc let se využívají k výrobě alkoholických nápojů, lihu, vína, ale i pekařství. Kvasinky se řadí mezi heterotrofní mikroorganismy eukaryotního typu, patřící do nadříše Eukaryota, říše Fungi, třídy Ascomycetes a čeledi Saccharomycetaceae (Faměra, 2000). Od roku 1952 se používá název pro spodní kvasinky – *Saccharomyces carlsbergensis* a pro svrchní kvasinky - *Saccharomyces cerevisiae*.

Kmeny pivovarských kvasinek jsou velmi citlivé na teploty zvýšené a jejich metabolické dráhy a metabolické struktury jsou uzpůsobeny na růst při nižších teplotách (Sigler, Matoulková, 2011).

Spodní pivovarské kvasinky se používají na výrobu piva ležáckého typu v teplotním rozmezí 7 – 15 °C se sedimentací na dně nádoby. Svrchní kvasinky se využívají na výrobu piv typu, ale i dalších druhů s teplotou v rozmezí 18 až 22 °C s vynášením kvasnic na povrch tzv. kvasničné deky (Šavel, 2010).

Živiny nejdůležitější pro kvasinky jsou sacharidy, tvořící 90 % mladiny. Nejdříve bývá zakvašována glukosa, fruktosa a sacharosa, potom maltosa a matotriosa (Bendová, Kahler, 1981).

Rozdíl mezi svrchními a spodními kvasinkami:

- Složení genetického materiálu
- Růst na specifických půdách
- Vyšší tepelná odolnost u svrchních kvasinek
- Vyšší maximální teplota růstu u svrchních kvasinek

(Turakainen et al., 1993)

3.4.6 Slad

Příprava sladu se skládá z příjmu, čištění a skladování ječmene, máčení, klíčení hvozdní zeleného sladu, úpravy a expedice. Cílem je vyrobit slad, který obsahuje potřebné enzymy, aromatické i barevné látky, které jsou nezbytné pro tvorbu určitého druhu piva

3.4.6.1 Příjem, čištění, třídění a skladování ječmene

Ječmen se přijímá na rampě z cisteren, vagonů či z přepravních lodí. Z každé dodávky ječmene se odebírají vzorky na analýzu. Ukazateli kvality je obsah vody, bílkovin, klíčivost, podíl zrna nad sítem 2,5mm, podíl zlomků, nečistot, napadení škůdci nebo mikrobiální kontaminace. Příjmací rampy jsou vybaveny automatickými vahami. Sladovny jsou vybaveny dopravním zařízením, které může být mechanické nebo pneumatické. Mechanické dopravníky se dělí na vertikální a horizontální. Pneumatické dopravníky se dělí na sací systémy a doprava talkovým vzduchem.

Čištěním a tříděním se z ječmene odstraní prach, nečistoty, přímíseniny a roztrídí se dle velikosti. K čistícím zařízením ve sladovnách patří aspirátor, triér, třídíče, magnet, odklasňovač a přečišťovací triér a jímače prachu. Ječmen, který prošel tříděním, se skladuje v silech, která jsou vybavena pneumatickou dopravou a provzdušňovacím zařízením. Uskladněné zrno intenzivně dýchá a vzniklé zplodiny jsou pro klíček velmi škodlivé, a proto je důležité oxid uhličitý odvést větráním (Ružbarský, 2005).

3.4.6.2 Máčení ječmene

Máčení ječmene se provádí z důvodu zvýšení obsahu vody v zrně, aby byly zahájeny enzymové reakce a klíčení. Máčení je provázáno v náduvnících a je považováno za

nejdůležitější při výrobě sladu. Náduvník je naplněn do poloviny vodou a ječmen se do něj spustí. Rychlost příjmu vody ječmenem je dána teplotou vody, velikostí zrna, strukturou zrna a provětráváním ječmene. Prvním krokem je namočení – na 30 % obsahu vody, tj. 2-6 hodin pod vodou a následující přestávkou 14 – 20 hodin. Dále probíhá namočení na 38 – 40 %, tj. 6 – 10 hodin pod vodou a během tohoto procesu dochází k odsávání oxidu uhličitého. Konečná fáze je namočení na 42 – 44 % obsahu vody (Caltová, 2013).

3.4.6.3 Klíčení

Na klíčení se používá zelený slad. Cílem klíčení je aktivace a syntéza enzymů a rozluštění zrna. Narušení buněčných stěn probíhá pomocí cyklických enzymů, jako jsou hemicelulosa, β -glukanasy, rozštěpení škrobových zrn a bílkovinných řetězců. U klíčení probíhají čtyři kroky – tvorba enzymů, přeměna látek, růstové změny a projevy růstu. Obsah vody je důležitý, jelikož ovlivňuje typ vyráběného sladu. Při výrobě světlého sladu je optimální množství vody 43 – 45 % a pro výrobu tmavého okolo 50 %. Kvalita sladu je ovlivňována množstvím vody, teplotou dodržovanou při klíčení a délkou klíčení (Kosař, 2000).

3.4.6.4 Hvozdění

Cílem hvozdění v zeleném sladu je snížit obsah vody pod 4% a zachovat všechny vegetační pochody a enzymové aktivity. Hvozděním chceme vytvořit chuťové, barevné a oxidoredukční látky, které jsou charakteristické pro slad. Slad nejdříve sušíme šetrně ve vysokém nadbytku vzduchu při 20 – 60 °C. Dalším krokem hvozdění je sušení ve slabém proudu horkého vzduchu při 60 – 80 °C u světlého sladu a 60 – 105 °C u tmavého. Při hvozdění probíhají ve sladu fyzikální a chemické změny, které jsou závislé na teplotách, množství vody a rychlosti jejího odstraňování.

Při sušení sladu probíhají dvě fáze:

- Předsoušení: snížení obsahu vody ze 40 – 45% na 10 – 12 %, při teplotě vzduchu max. 55 °C
- Zvyšování teploty a dotahování: tvorba aromatických a barevných látek. Odstraňování vázané vlhkosti ze zrna, což závisí na stupni rozluštění zrna

Z hlediska chemického a biologického probíhají při hvozdní tři fáze:

- Růstová: obsah vody nad 20 % (zrno je schopné dále klíčit)
- Enzymová: obsah vody klesl pod 20 % (zastavení vegetačních procesů, ale dále pokračují enzymové reakce)
- Chemická: obsah vody je pod 10 % (zastaveny enzymové reakce, ale probíhají zde chemické reakce, které vedou k tvorbě chuťových a barevných látek.

Hvozdní probíhá na jednolískových hvozdech, dříve na vícelískových. Hlavními prvky hvozdu jsou vyhřívací systémy, lísky, větrací systém, regulační a ovládací prvky. Při výrobě světlého sladu se hvozdní zelený slad ve výšce 50 -120 cm jedenkrát za 18 – 22hodin. Hvozdní tmavého sladu (bavorského) s postupem dvakrát 24 hodin začíná nanesením zeleného sladu na horní lísku ve vrstvě 20 až 25 cm. Při teplotě 40 °C se sníží obsah vody na 20 – 25 %. Při zvýšení teploty na 55 – 60 °C se spouští na spodní lísku, kde se za 12 hodin sníží obsah vody na 10 % a za teploty 70 °C vlhkost klesne na 5 %. Ze zeleného nebo nevlhčeného odhvozdného sladu, který se nechá v bubnu pražičce zcukřit, dále se zahřeje na karamelizační teplotu (světlý 120 – 130°C, polotmavý 160 °C a tmavý 180 °C), se takto připravuje karamelový slad. Odhvozdný slad se přepravuje do košů a dále do odkličovačky , kde se odstraňují kořínky (sladový květ). Tento květ má vysoký obsah biologicky aktivních látek (využívá se v krmivářství nebo fermentačních technologiích) (Kadlec et al., 2009).

Druhy sladů:

Speciální slady se od běžných světlých a tmavých sladů odlišují enzymovou aktivitou, kyselostí, barvou, vůní a redoxní kapacitou. Základní slady jsou:

- Plzeňský – světlý, klíčení jeden týden
- Bavorský – tmavý, vyrábí se z ječmene s vysokým obsahem bílkovin.
- Vídeňský – mezityp
- Dormundský – slad vhodný pro tvrdou vodu

Mezi speciální slady patří:

- Karamelový – vysoký obsah aromatických a barvicích složek, sloužící pro výrobu polotmavých a tmavých pív. Jsou vyráběny zcukřením a následnou karamelizací.
- Barevný slad – na přípravu tmavých pív, vyrábí se pražením
- Pšeničný slad – tento slad se používá pro přípravu speciálních „světlých“ pív

- Diastaltický slad – je potřeba slad s vysokým obsahem N – látek (Pelikán, Sáková, 2001).

3.4.7 Mladina

Mladina se připravuje ze sladu, vody, chmele, či chmelových přípravků.

Jednotlivé kroky přípravy:

- Čištění a šrotování sladu
- Vystírání a rmutování
- Scezování
- Chmelovar
- Chlazení a separace kalů

3.4.7.1 Čištění a šrotování

Slad se při čištění zbavuje prachu na obilných aspirátorech, ostatní nečistoty se zachycují na odkaménkovači nebo magnetu.

Šrotování je mechanický proces, který rozcením umožní chemicko – fyzikální a enzymové reakce při výrobě mladiny. Slad se rozemílá na dvou nebo víceválcových šrotovnicích, po rozemletí nesmí být ve šrotu žádná celá zrna (Narziss, 1985).

3.4.7.2 Vystírání a rmutování

Cílem vystírání je dobře smíchat varní vodu a sladový šrot (Basařová, 2010). Cílem rmutování je převod žádoucích složek extraktu varních surovin do roztoku. Existují dva rmutovací způsoby, tj. infuzní a dekokční rmutování. Výběrem vhodné metody rmutování lze ovlivnit složení mladiny vyráběnému typu piva. Při infuzním rmutování objem vystírky se vyhřívá. Vytírací teplota je 50 °C, podporuje tvorbu proteas a β -glukanas. Dále se objem vyhřeje na teplotu 60-64 °C a vyšší cukrovarnou teplotu 72 – 74 °C a odrmutovací 75 – 78 °C. Mezi tyto teploty se v průběhu procesu zařazují prodlevy. Při těchto teplotách nedochází k provařování, vzniká světlá a méně výrazná chuť piva.

Dekokční způsob potřebuje dvě nádoby, z toho jedna je rmutovací pánve nebo kotel a druhá je vystírací kád'. Jsou různé postupy – jednormutové, dvourmutové a třířmutové. U nás je nejvíce používán dvourmutový dekokční způsob, varem rmutu

dochází ke zvyšování tvorby barevných a chuťových látek (Chládek, 2007).



Obrázek 1: Vystírací pánev

(<http://www.pivniobzor.cz/clanky/2009-10-08-podkrkonoskym-podzimem/>)

3.4.7.3 Scezování a vyslazování

Po skončení rmutování obsahuje zcukřená vystírka extrakt a nerozpustné zbytky sladu. V mlátu jsou obsaženy pluchy, nerozpustné bílkoviny. K výrobě piva se používá pouze sladina, která musí být velmi dobře oddělena od mláta. Scezování je termín odpovídající filtraci, kde je mláto použito jako filtrační materiál (ALBL a KOL., 1990).

Scezování probíhá ve dvou krocích:

- Oddělení předku - roztok extraktu, který se získal v průběhu rmutování
- Vyslazením se získá zředěná sladina

Nádobou na scezování je scezovací kád', která je válcovitá, dobře izolovaná, s plochým dnem a párníkem. Kád' je vybavená dvojitým dnem. Horní dno je děrované a ke spodnímu dnu je připojen systém scezovacích trubek odvádějících sladinu. Získaný objem sladinu se dále zpracovává při chmelovaru. Mláto se může dále využívat jako krmivo pro dobytek (Kosař, Procházka, 200).

3.4.7.4 Chmelovar

Sladina získaná scezováním se vaří s chmelem v mladinové pánvi. Dochází k odpařování vody při 100 °C (90 – 120 min). V průběhu chmelovaru dochází ke zkoncentrování mladiny odpařením vody, tvorbě barevných látek a změně pH odstraněním dimethylsulfidu. Odpařením vody získává mladina požadovanou stupňovitost. Vaření mladiny za vyššího tlaku má příznivý vliv na průběh chmelovaru.

Po skončení chmelovaru se odebere vzorek a měří se stupňovitost a sleduje se, zda se bílkoviny dobře vysrážely a vytvořily shluky pevných vloček (Chládek, 2007). Dávka chmele a chmelových přípravků se přidává na základě výpočtů α – hořkých kyselin. Hořkost se udává v jednotce IBU, která je rovna 1mg α – hořkých kyselin na litr piva. Tato jednotka se stanovuje výpočtem. Limit pro hodnotu IBU je od 0 do 100. U nealkoholických piv se rozmezí pohybuje u nealkoholických piv mezi 10 – 15 a u alkoholických piv mezi 20 – 29.

IBU se počítá podle vzorce: $IBU = H \times (A+B/9)/0,3$

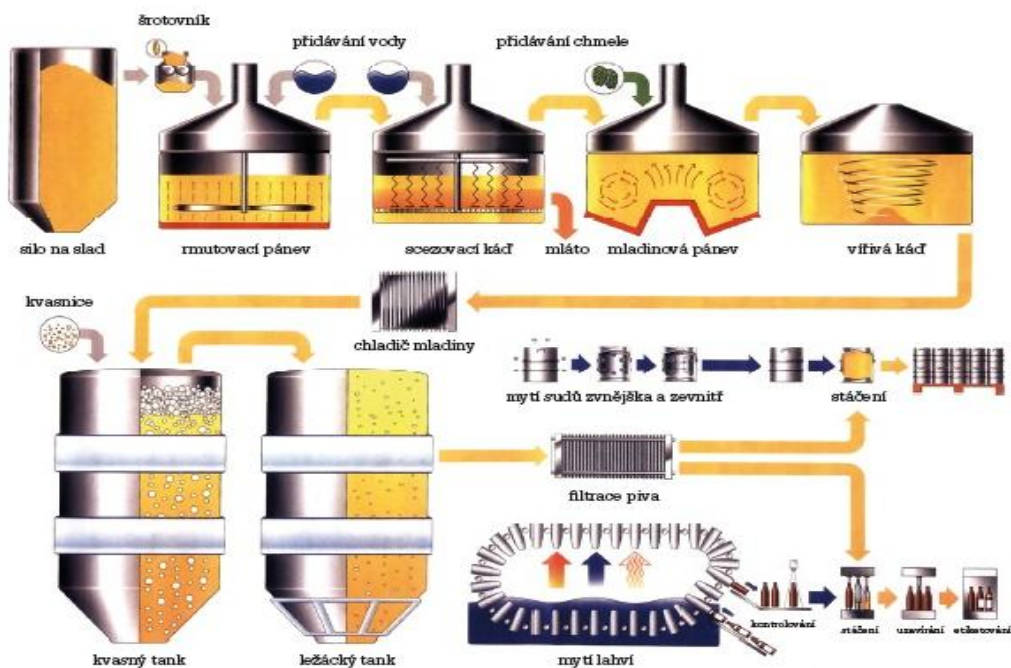
- H je koncentrace chmele v g/l
- A je koncentrace alfa – kyselin v chmelu (%)
- B je koncentrace beta – kyselin v chmelu (%)

Hrubý kal, který je tvořen bílkovinami, musí být z mladiny odstraněn, protože by ovlivňoval pěnivost a způsoboval hořkost piva. Odstraňování kalů probíhá ve vířivé kádi, kde mladina rotuje a kaly se soustředí do středu dna. Dalším krokem před zakvašováním je chlazení na 5 – 10 °C pomocí jednostupňového nebo dvoustupňového chladiče. Snížením teploty pod 80 °C se začínají tvořit jemné kaly, které je důležité částečně odstranit, protože zanášejí kvasinky nebo zhoršují filtrovatelnost, zatímco úplné odstranění způsobuje prázdnu chuť piva (Kadlec et al., 2009).

Důležitým krokem je hlavní kvašení, během kterého dochází k přeměně zkvasitelných cukrů (glukosa, maltosa, maltotriosa) na etanol a CO₂ procesem anaerobního kvašení $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2 + energie$.

Během hlavního kvašení dochází k tvorbě sensoricky aktivních látek, které jsou důležité pro charakter daného piva. Hlavní kvašení probíhá na spilce, která je umístěná ve větraných a chlazených místnostech, aby nedocházelo k hromadění CO₂ při teplotě 5 – 10 °C. Kvasicí mladinu podle vzhledu povrchu rozdělujeme na jednotlivé fáze: zaprašování a odrážení (po 12 – 24 hod. od zakvašení se začíná objevovat bílá pěna), nízké bílé kroužky (po 24 – 36 hod. probíhá nejintenzivnější kvašení, kde vzniká hustá bílá pěna), vysoké hnědé kroužky (po 72 – 96 hod., kaly obarvují pěnu). Propadání deky je způsobeno sedimentací kvasnic na dno nádoby a dochází k poklesu výšky pěny. Tmavá pěna, která je na povrchu, se sbírá a mladé pivo se přečerpává do ležáckých tanků (Basařová, 2010). Po odčerpání piva se usazené kvasinky sbírají a proplachují studenou vodou a mohou se dále používat na zakvašováním mladiny. Doba hlavního kvašení je 6 – 10 dní. Dalším krokem je dokvašování, které trvá v rozmezí 1 – 10 týdnů

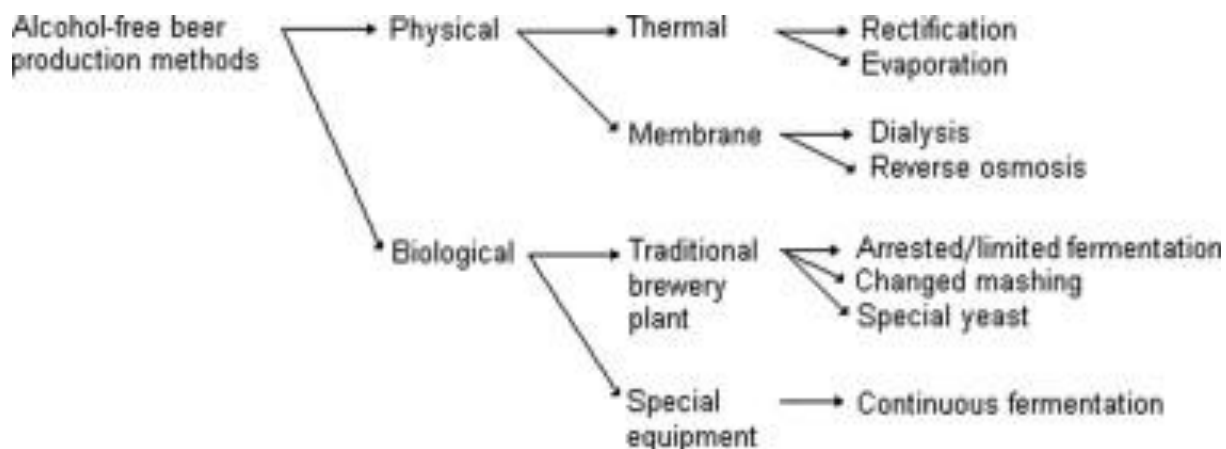
v ležáckých tancích při teplotě -2 až 3 °C. Závěrečná úprava piva následuje po skončení fáze dokvašování a zrání piva. Úpravy se provádí kvůli spotřebitelským požadavkům: vzhled, trvanlivost. Jednotlivé kroky jsou: filtrace, stabilizace, stáčení, pasterace (Kadlec, 2009).



Obrázek 2: Schéma výroby piva (<http://www.heinekenceskarepublika.cz/co-delame?age=more>)

3.5 Způsoby přípravy nízkoalkoholických a nealkoholických piv

Výrobu nízkoalkoholických a nealkoholických nápojů můžeme rozdělit do tří skupin. První možností je fyzikální odstranění alkoholu, kde jsou metody založené na odstranění alkoholu z klasických piv. Tato metoda vyžaduje velké investice do speciálního zařízení. Touto fyzikální metodou jde dosáhnout velkého snížení alkoholu. Druhou metodou je biologické odstranění alkoholu. Jde o technologii, která není finančně náročná (žádná speciální zařízení). U této biologické metody je riziko kontaminace nebo cizí příchutě piva. Poslední možností na omezení tvorby alkoholu je použití speciálních kvasinek a mikroorganismů (Catarino, 2006, Brányik et al., 2012).



Obrázek 3: Možnosti výroby nealkoholického piva

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877411005140>)

3.5.1 Úprava technologie

Technologie na odstraňování alkoholu nepotřebují žádná speciální zařízení, takto upravená piva mají vyšší plnost, jsou slabší a mají mladinový charakter (Basařová et al., 2010).

3.5.1.1 Speciální slady s nízkou aktivitou β -amylasy

Alkohol snížíme použitím speciálních sladů s nízkou aktivitou β -amylasy, která zajistí nízký podíl zkvasitelných sacharidů. Při vaření dochází k omezení štěpení škrobu při nižší cukrotvorné teplotě 63°C. Teplota se překročí vystřením sypání nad teplotu 60°C. U nízkoalkoholických a nealkoholických piv dochází ke snižování koncentrace extraktu původní mladiny na 5 – 8 % (Narziss et al., 2005). Mladina ochlazená na 3 – 3,5 °C se zakvašuje a při krátkém kvašení se nechá teplota vystoupat až na 6°C. Dále se ochlazuje na 0°C a poté se nechá pivo ležet na kvasnicích, aby docházelo k obohacování buketními látkami, ale nedocházelo ke zkvašování. Během následné filtrace a stabilizace dochází ke snížení koloidních látek, a to polypeptidů, polyfenolů. Tímto dochází k zajištění fyzikálně-chemické stabilizaci piva. Následně se pivo nasatí oxidem uhličitým a stočí se do lahví, které následně procházejí pasterem (Basařová et al., 2010).

3.5.1.2 Výroba z mláta

U nealkoholických piv z mláta se nejdříve extrahuje vodou, nebo projde kyselou hydrolýzou. Mladina s extraktem okolo 7,6% se vaří s chmelem 90min. Mladé pivo se nechá po prokvašení dokvasit a konečné pivo obsahuje 1% obj. alkoholu. Tento druh je chuťově odlišný od běžného typu piva (Basařová et al., 2010).

3.5.1.3 Míchání piva s nezkvašenou sladinou nebo mladinou

Ke snížení obsahu alkoholu může dojít smícháním hotového piva s nezkvašenou mladinou či sladinou. Pivo se nechá ležet na kvasnicích při nízké teplotě. Dále probíhá filtrace, stabilizace a sycení oxidem uhličitým. Toto pivo bude mít silnou sladinovou nebo mladinovou chuť (Basařová et al., 2010).

3.5.1.4 Oddělené zakvašení dvou mladin s různou koncentrací extraktu

Oddělené zakvašení dvou mladin s různou koncentrací extraktu a smíchání mladých piv z dvou várek je základ tzv. Barrel-patentu, který pochází z Anglie. Mladá piva s jiným stupněm prokvašení nebo hladinou etanolu se připravují piva, která mají jiný obsah alkoholu. K zajištění buketu je možné regulovat obsah těkavých látek převodem z jedné várky do druhé.

3.5.1.5 Zastavení nebo omezení kvašení

Kvašení je možno zastavit zahřátím kvasničného média ve výměníku, inhibičním účinkem tlaku nebo nízkou teplotou kvašení (na množení a metabolismus kvasinek).

Mladina, která je nasycená oxidem uhličitým nebo kvasí za anaerobních podmínek je zajištěn nižší obsah alkoholu. U těchto metod je důležité vybírat poctivě suroviny, kvasinky, upravit varný proces a sledovat fermentační podmínky.

3.5.1.6 Oddělení zakvašení s jinou koncentrací extraktu

Tato metoda pochází z Anglie. Při ní se zakváší odděleně dvě mladiny, které mají jinou koncentraci extraktu. Mladá piva mají stupeň prokvašení jiný a tím pádem jiný obsah alkoholu. Správné sensorické podmínky a dostačující množství aromatických látek lze zajistit převáděním těkavých látek z jedné várky do druhé (McKay, et al., 2010).

3.5.1.7 Kmen *Saccharomyces ludwigii*

Záměnou kvasinek kmene *Saccharomyces cerevisiae* kmenem *Saccharomyces ludwigii*, můžeme snížit obsah alkoholu v pivě. U tohoto kmene nedochází k zkvašování cukru, který je v mladině obsažen. Pivo vzniká kvašením glukózy, fruktózy a sacharózy. Fermentace probíhá velmi pomalu při 20°C a není potřeba stálé monitorování (Mohammadi, 2011). V konečné fázi piva bude obsaženo více maltózy a maltotriose. Vyšší obsah těchto cukrů nebude způsobovat sladkou chuť, protože sladkost cukrů je mnohem nižší než fruktózy a glukózy. Pivo je velmi náchylné na mikrobiální kontaminaci, proto je velmi důležité dodržování hygieny (Briggs et al., 2010, Brányik, 2012).

3.5.1.8 Využití jiných druhů kvasinek

Další způsob výroby piva, jako kvašeného nápoje bez obsahu alkoholu, proces využívající fermentace houbami z rodu *Monascus*. Nápoj vypadá jako pivo, má osvěžující chuť, načervenalou třpytící se barvu, osvěžující chuť, nízký obsah alkoholu a má vysokou antioxidační aktivitu. Otázka je, zda se nápoj dá považovat za pivo.

Další možností je využití jiného typu kvasinek *Saccharomyces rouxi*, které jsou schopny za anaerobních podmínek vstřebat určité množství etanolu. Tyto kvasinky jdou využít při vaření piva se sníženým obsahem alkoholu (Brányik, 2012).

3.5.1.9 Vynechání kvašení

Při výrobě tímto způsobem se do mladiny nepřidávají pivovarské kvasinky. Fáze kvašení je úplně vynechána. Takto uvařená piva mají prázdnou chuť, kterou je třeba zlepšit přísadami. Tato metoda se nejčastěji využívá v islámských státech, protože je jednodušší a úspornější než ostatní metody (Sohrabvandi, 2008).

3.5.1.10 Imobilizované kvasinky

Imobilizované kvasinky ovlivňují čas, kdy je v kontaktu mladina a mikroorganismy – kvasinky. Tímto lze ovlivnit zkvašování sacharidů a to ovlivňuje množství alkoholu v pivě. Náklady na provoz jsou nízké, ale technický postup je náročný. Mladina musí být co nejčistší. Používají se nosiče, které se ponořují a vytahují z kvasných nádob do té doby, dokud se nedosáhne požadovaného množství alkoholu. Takto upravené pivo se nechá zrát a dále probíhají klasické úpravy (Briggs et al., 2004, Basařová et al., 2010).

3.5.2 Odstraňování alkoholu z hotového piva

Odstraňování alkoholu můžeme provádět několika způsoby. Mezi teplotní procesy patří: odpaření alkoholu, vakuová destilace, odpaření s klesajícím filmem.

Pokud na odstraňování alkoholu používáme odpařování, vakuovou destilaci, či reverzní osmózu, dochází současně s odstraňováním alkoholu k zahušťování piva. Po ukončení tohoto procesu se musí odalkoholizované pivo naředit vodou na původní koncentraci (Moll, 1994). Při vakuové destilaci se používá nižší teplota 30 – 45 °C a tlak kolem 4 – 20 kPa, u piva se nemění chuť.

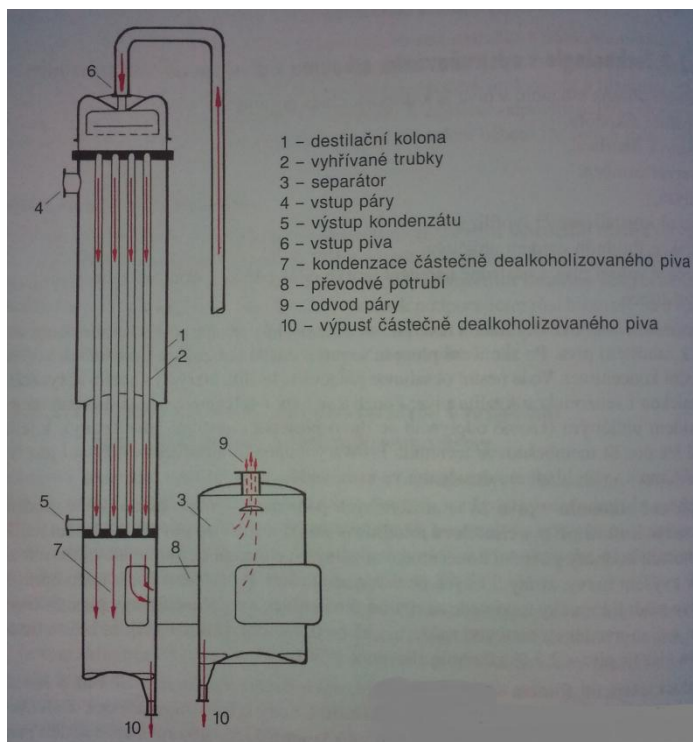
Mezi membránové procesy patří: vakuový odpar, reverzní osmóza, dialýza, extrakce fluidním CO₂, nanofiltrace nebo lyofilizace. Používá se membrána, kterou projde etanol a voda. Pro výrobu nízkoalkoholických piv se používá nejčastěji reverzní osmóza a dialýza (Brányik, 2012).

3.5.2.1 Odpaření alkoholu

Odpařování alkoholu z piva probíhá za atmosférických podmínek, patří mezi nejjednodušší fyzikální metody pro výrobu nízkoalkoholických a nealkoholických piv (Němec, 2012). K pivu se přidá 30 % podílu vody v chmelové mladinové pánvi a celá směs se provaří. Naředěním se zjišťují zachované hodnoty původní koncentrace mladiny po odpaření etanolu. Následkem může být zvýšení barvy, ztráta hořkých látek, nebo změna chuti piva. Po ochlazení směsi se přidávají kroužky a následuje druhá fermentace. Touto metodou se získávají piva o 0,5 % obj. (Basařová et al., 2010).

3.5.2.2 Klesající film

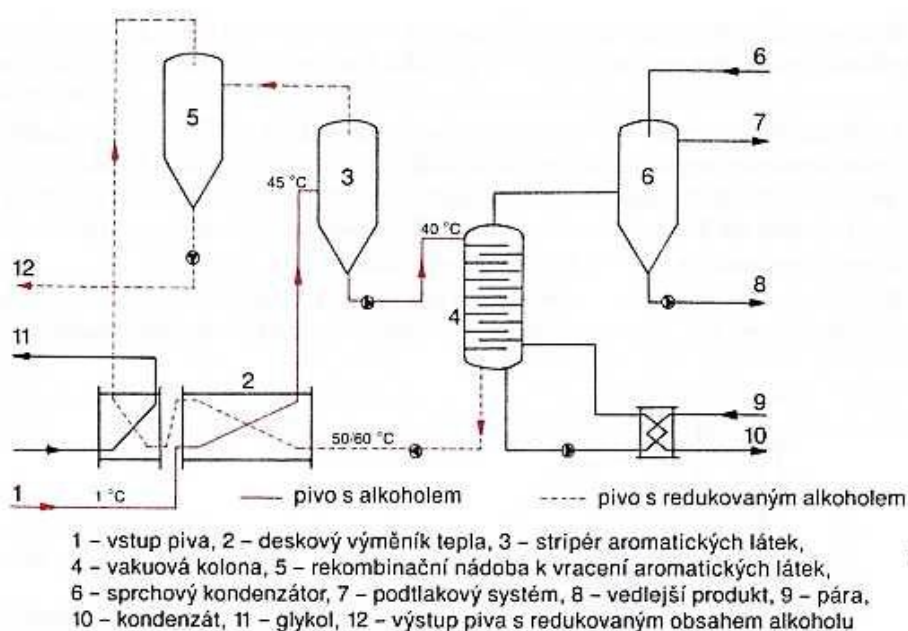
Odpaření alkoholu se provádí v trubkových odparkách s klesajícím filmem, které mají 4 – 5 kolon, kde se pivo vyhřívá nejvýš na 45 °C. Ve spodní části kolony dochází ke kondenzaci částečně dealkoholizovaného piva a destilát je veden spojovací trubkou z kolony do separátoru, kde dojde k oddělení páry, která obsahuje alkohol od dealkoholizovaného piva. Pokud tento postup opakujeme, můžeme snížit alkohol až na 0,03 % obj. (Kunze, 1996).



Obrázek 4: *Odparka s klesajícím filmem* (Basařová, 2010)

3.5.2.3 Vakuová destilace

Tento postup na odstraňování alkoholu je nejčastější. Teploty v rozmezí 30 až 45 °C jsou používány díky nízkému tlaku. Během tohoto procesu nedochází ke změně barvy nebo chuti piva. K destilaci jsou používány buď dvoustupňové, nebo třístupňové odparky, které jsou vyhřívány parou. Na deskovém výměníku tepla prochází zfiltrované pivo a po odplynění se předá do destilátoru aromatických látek. Díky sníženému tlaku dochází ke zkoncentrování těkavých látek t chmele a sladu. Látky, které byly zkoncentrovány, jsou shromažďovány v rekombinačních tancích a pivo je dále přečerpáváno do vakuové odparky, kde dochází k odpařování alkoholu. Destilační kolonou proudí směrem dolů kapalina o teplotě kolem 42 – 46 °C, v jejím protiproudu stoupají z piva vytvořené páry a tímto dochází k oddělení alkoholu. Pivo, které je zbaveno alkoholu se ochladí na nulovou teplotu a jsou k němu přidány zkoncentrované těkavé látky. Následujícím krokem je ředění odplyněnou vodou (Basařová et al., 2010). Je-li využít výparník s rektifikační kolonou, lze dosáhnout méně než 0,05% obj. alkoholu. Takto vyrobené pivo oproti klasickému vykazuje nárůst barvy a pokles hořkých látek. Pro zlepšení vlastností je možné smíchat dealkoholizované pivo s pivem neupraveným do povoleného množství alkoholu (Eßlinger, 2009).



Obrázek 5: *Vakuová odparka* (Basařová, 2010)

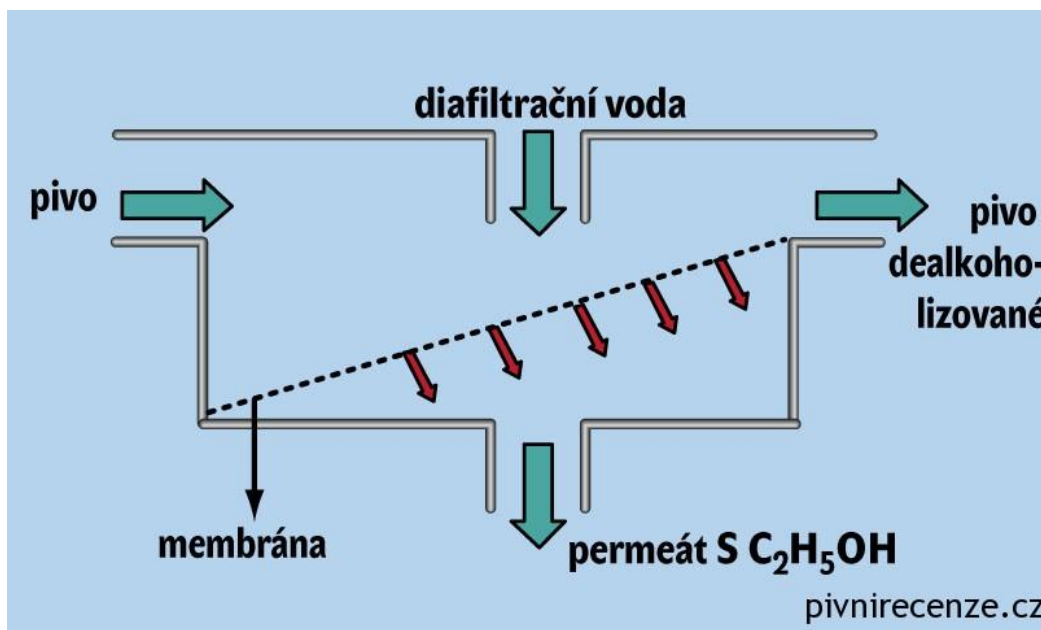
3.5.2.4 *Vakuový odpar s využitím talířové odstředivky*

Tato metoda se používá za sníženého tlaku než u vakuové destilace. Doba, kterou se zdržuje medium při odparu, je kratší. Na vnitřní stranu kuželového výměníku o rychlosti 1500 otáček/min je čerpáno pivo. Takto se vytvoří na povrchu výměníku tenká vrstva, pivo se zde zdrží na 1 sekundu a během této doby dosáhne teploty okolo 30 – 40 °C. Pivo, které je zbaveno alkoholu, se dostává z rotujícího kužele do chladiče a pára odchází do kondenzátoru. Při použití této metody se pivo obsahuje více aromatických látek než pivo z vakuové destilace (Briggs et al., 2004).

3.5.2.5 *Reverzní osmóza*

Tato metoda využívá semipermeabilní membránu, která propouští malé molekuly a to, vodu a etanol. Chuťové látky přes membránu neprojdou a zůstávají v pivu. Látky se oddělí na základě překročení osmotického tlaku. Látky jsou oddělovány na základě překročení osmotického tlaku. Filtrace probíhá s tangenciálním nátokem piva, tzv. cross-flow filtrace při tlaku 3 – 6 MPa. Ke zvyšování teploty dochází vlivem vysokých tlaků. Teplota nesmí přesáhnout 15 °C, a proto se musí celé zařízení ochlazovat. Semipermeabilní membrány jsou z různých materiálů, jako jsou celulóza, nylon, nebo jiných z polymerů. Voda oddělená průchodem membránou je doplňována odplyněnou diafiltrační vodou, které je potřeba 2 – 3 hl na 1 hl piva, při snížení

ze 4 % obsahu etanolu na 0,5 %. Frakční destilaci se může podrobit směs vody, ethanolu a dalších látek, které mají malou molekulovou hmotnost. Látky, které jsou těkavé bez frakce alkoholu, se přidají k dealkoholizovanému pivo k zajištění potřebného buketu (Basařová et al., 2010).



Obrázek 6: Nízkoalkoholické pivo reverzní osmózou

(<http://pivnirecenze.cz/7687-vyroba-nealkoholickeho-a-nizkoalkoholickeho-piva>)

3.5.2.6 Dialýza

Tato metoda se řadí do skupin membránových technik. Zde není třeba využívat vysoký tlak (Eßlinger, 2009).

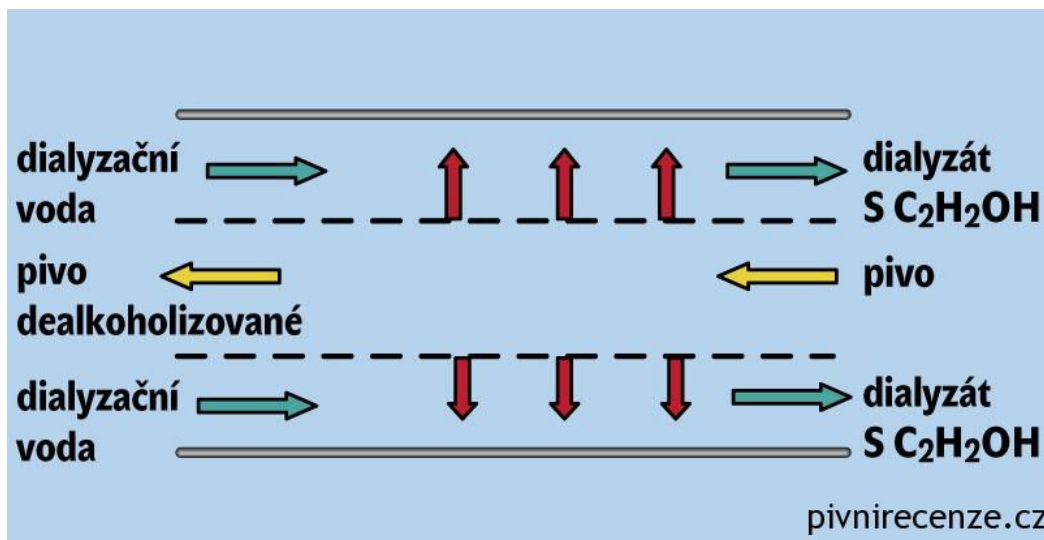
Průchodem membránou se odděluje etanol do dialyzátu na základě vyrovnávání různých koncentrací (Basařová et al., 2010).

Na jedné straně membrány je odsolená voda a na druhé je pivo (Brányik, 2012).

Membrána má póry, které propouštějí nejčastěji vodu a ethanol. Z piva přechází alkohol do dialyzátu tak dlouho, dokud se nedosáhne vyrovnané koncentrace na obou stranách. Dialyzát se průběžně odvádí a odparem z něho odstraňujeme etanol, potom se vrací zpět do dialyzačního zařízení. Pokud se použijí rektifikační kolony, můžou se z dialyzátoru oddělit frakce, které neobsahují alkohol, ale obsahují buketní látky, a ty se můžou vracet zpět do piva. Tento proces se opakuje do té doby, než má pivo potřebné množství etanolu. Výhodou tohoto postupu je, že nedochází k změnám barvy, extraktu a těkavé látky jsou stejně jako u reverzní osmózy nižší než u vakuového odparu. Hotové pivo se

dosycuje oxidem uhličitým, protože ho pivo ztrácelo, i když mělo zachovanou původní koncentraci a nemuselo se ředit (Basařová et al., 2010).

Dialýzou vyrobená piva mají vysokou kvalitu, ale mohou se zde vyskytovat malé sensorické odchylky. Ke zvýšení kvality je možné použít speciální slady a zvolit správně postup rmutování (Eßlinger, 2009).



Obrázek 7: Dealkoholizace piva dialýzou

(<http://pivnirecenze.cz/7687-vyroba-nealkoholickeho-a-nizkoalkoholickeho-piva>)

3.5.2.7 Extrakce alkoholu oxidem uhličitým

Princip této metody je podobný extrakci aromatických látek. Metoda je nová a probíhá při různých teplotách a tlacích. Kritickým bodem je 31 °C, 7,3 MPa (Basařová et al., 2010).

3.5.2.8 Nanofiltrace

Tato metoda je také zaměřena na oddělování malých molekul a etanolu z piva a přitom se nemění koncentrace extraktivních látek. Metoda je zařazována mezi ultrafiltraci a reverzní osmózu (Basařová et al., 2010). Filtrace probíhá přes filtrační přepážku o velikosti pórů 1 – 3 nm nesoucí skupiny, které mají záporný náboj. Iony s vyšším nábojem jsou zachycovány nanofiltrační membránou, která umožňuje selektivní oddělování malých molekul. Tlak je nízký, 0,5 – 1 MPa. Metoda byla použita i pro snížení obsahu barevných látek nebo zlepšení pěnivosti. Nanofiltrací lze také odstraňovat patogenní látky, pesticidy z vody nebo organické látky (Jelínek, 2009).

4 MATERIÁL A METODIKA

Na přípravu piva byl použit světlý slad Malz z pivovaru Bernard, který byl zpracován ve sladovně Rajhrad. U vzorků nealkoholického piva bylo použito 250 g světlého pošrotovaného sladu a u nízkoalkoholického 500g sladu. Při přípravě vzorku 5, 6 a 7 byl smíchán slad ječmene a ovsu, u vzorku 8 a 9 byl použit na přípravu piva oves. Na vzorek 10 byl použit slad čokoládový, kterého bylo přidáno 12,5 g a 237,5g světlého sladu. Pro vzorek 11 bylo použito 75 g karamelového sladu a 175 g světlého. Na další typ piva bylo použito 125 g vídeňského sladu a 125 g světlého sladu. Poslední nealkoholické pivo bylo vařeno ze sladu barvícího, kterého bylo použito 125g, a 125g světlého. Karamelový slad byl použit na výrobu tmavých a speciálních piv. Vyznačuje se vysokým obsahem cukrů, aromatických a barvících látek. Čokoládový slad je speciální druh sladu, který se používá na výrobu tmavých a polotmavých piv. Při malém dávkování dodává pivu hnědou barvu a chuť má mírně praženou, karamelové a kávové aroma. Slad vídeňský je přechodným typem mezi světlými (plzeňskými) a tmavými (mnichovskými) slady. Vyznačuje se dvakrát vyšší hodnotou barvy, než má světlý plzeňský slad.

Před začátkem vaření bylo nutné daný slad pošrotovat. Na šrotování byl použit stroj Romill MS 100. Je to výkonný stroj na drcení sladu, u kterého lze měnit zrnitost sladu. Na vaření byly použity 4 l vody, která splňovala všechny požadavky na zdravotní nezávadnost. Dalším krokem je chmelovar, byly použity dva druhy chmele, a to Premiant a Žatecký poloraný červeňák.

Premiant – hořko-aromatická odrůda, která je vyšlechtěná z hybridního potomstva a odrůdy Žateckého poloraného červenku. Obsahuje 8,80% alfa hořkých kyselin.

Žatecký poloraný červeňák – typická česká jemná aromatická odrůda, která se používá v mnoha pivech ležáckého typu po celém světě. Obsah alfa kyselin je 2,76 %.

Dále byly použity pivovarské kvasnice, které spodně kvasí a patří podle taxonomického zařazení do *Saccharomyces cerevisce var. Carlsbergensis*.



Obrázek 8: Šrotovník Romill MS 100

Tabulka 1: Suroviny použité na vaření nealkoholického piva

	voda	slad	chmel			kvasnice
VZ. 1	4 l	ječmen 250 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 2	4 l	ječmen 250 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 3	4 l	ječmen 250 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 4	4 l	ječmen 250 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 6	4 l	ječmen+oves 125 g+ 125 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 7	4 l	ječmen+oves 125 g+ 125 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 8	4 l	oves 250g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 9	4 l	oves 250g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 10	4 l	ječmen+ čokoláda 237,5 g +12,5 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 11	4 l	ječmen+ čokoláda 237,5 g +12,5 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 12	4 l	ječmen + karamel 175 g +75 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 13	4 l	ječmen + karamel 175 g +75 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 14	4 l	ječmen + vídeň 125 g+125 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 15	4 l	ječmen + vídeň 125 g+125 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 16	4 l	pšenice + barvíčí 237,5 g+12,5 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní
VZ. 17	4 l	pšenice + barvíčí 237,5 g+12,5 g	Premiant 2,2 g	ŽPČ 3 g	ŽPČ 3 g	spodní

Tabulka 2: Suroviny použité na vaření nízkoalkoholického piva

	voda	slad	chmel			kvasnice
Vz 1	4 l	ječmen 500 g	Premiant 2,64g	ŽPČ 3,6 g	ŽPČ 3,6 g	spodní
Vz 2	4 l	ječmen 500 g	Premiant 2,64g	ŽPČ 3,6 g	ŽPČ 3,6 g	spodní
Vz 3	4 l	ječmen 500 g	Premiant 2,64g	ŽPČ 3,6 g	ŽPČ 3,6 g	spodní
Vz 4	4 l	ječmen 500 g	Premiant 2,64g	ŽPČ 3,6 g	ŽPČ 3,6 g	spodní
Vz 5	4 l	ječmen 500 g	Premiant 2,64g	ŽPČ 3,6 g	ŽPČ 3,6 g	spodní
Vz 6	4 l	ječmen 500 g	Premiant 2,64g	ŽPČ 3,6 g	ŽPČ 3,6 g	spodní



Obrázek 9: *Voda se sladem*



Obrázek 10: *Přídavek chmele*

4.1 Postup vaření piva

Před začátkem každého vaření musí být slad našrotován. Byl použit šrotovník Romill MS 100. Na vaření piva musí být použity suroviny: voda, chmel a pivovarské kvasnice. Voda byla smíchaná v nádobě se sladem a zahřála na 45°C po dobu 15 min. Tento proces se nazývá vystírání. Po uplynutí této doby byla zvýšená teplota na 52°C po dobu 15 min (protéza). Dále byly teploty zvýšeny teploty na 62°C po dobu 10 min (I. cukrovar), 72°C 30 min (II. cukrovar) a 82°C bylo udržováno 5 min (odrmutování). Následovalo scezování přes plátno, čímž bylo odstraněno mláto. Sladina, která byla získána scezováním, byla vařena s chmelem. Ve varné nádobě byl vytvořen vír a chmel se nechal usadit na dně nádoby. Do mladiny byly rozmíchány kvasnice a vše se nechá kvasit. Po uplynutí doby kvašení bylo pivo přelito do PET lahví a nechalo zrát.

4.2 Vaření piva v minipivovaru na Mendelově univerzitě v Brně

V minipivovaru se vyrábí mladina infuzním nebo dekokčním způsobem. Kvašení mladiny se může provádět dvoufázovým způsobem – spilka, ležácký tank, nebo jednofázové kvašení v cylindrokónických tancík – CKT. Do šrotovny je slad převážen ze skladu rostlinného materiálu. Slad se nakupuje a v menším množství je z vlastní produkce mikrosladovny. Slad je pošrotovaný na dvouválcovém mačkadle Romill MS 100. Potřebné množství sladového šrotu je převezeno do varny, kde se nasype do vystírací kádě. Varna je dvounádobová, kde se dá vařit 100 l mladiny. Je složena z vystírací a scezovací kádě s kypřicím zařízením, rmutomladinové pánve, deskového chladiče, provzdušňovacího zařízení, topného kotle a kondenzátoru par. Mladina, která je zchlazená a provzdušněná se z varny čerpá do kvasírny. Chlazený prostor kvasírny je vybaven kvasnou kádí, stojatým kvasným tankem a dvěma ležáckými tanky. Kvasné nádrže jsou dvouplášťové, chlazené glykogenem a jsou napojeny na řídicí jednotku, která udržuje nastavený průběh kvasných teplot. Zřízení kvasírny umožňuje různé postupy hlavního kvašení, tak i dokvašování. Kvasnice, které jsou nakupovány z externích zdrojů jsou uchovávány v chladničce, která je umístěna v prostorách přípravný. Kvasnice pro zakvašování jsou taktéž připravovány v prostorách přípravný. Do stáčecích tanků je pivo s kvasnicemi čerpáno pojízdným čerpadlem. K separaci kvasnic dochází na naplavovacím filtru. Uvařené pivo se stáčí z tanků do uzavřených nádob a přepravováno k rozborům do laboratoří nebo do degustačních místností na senzorickou analýzu. V prostorách kvasírny je umístěna dvounádobová čistící stanice pro čištění minipivovaru, která umožňuje teplé i studené čištění. V nerezové skříně ve vedlejší místnosti jsou umístěny čistící prostředky. Energetické zařízení minipivovaru se skládá z chladicího zařízení a tlakovzdušné stanice. Bloková chladicí jednotka zabezpečuje provoz minipivovaru ledovou vodou, kterou se chladí mladina a vychlazený glykol pro chlazení kvasných nádob. V nerezovém provedení jsou jak rozvody ledové vody, tak i glykolu. Tlakovzdušná stanice je umístěna ve společném prostoru společně s chladicím zařízením. Tlakovzdušná stanice je sestrojena z kompresoru, vzdušníku, sušiče vzduchu, mikrobiálního filtru a uhlíkového filtru (Jedličková, 2015).

4.2.1 Vlastní vaření

Tabulka 3: *Surovina použité na vaření nealkoholického piva v minipivovaru*

	Voda	Slad		Chmel			Kvasnice
Vz.1	120l	Světlý 7,2 kg	Čokoládový 0,5 kg	Premiant 80 g	ŽPČ 100g	ŽPČ 100g	spodní
Vz.2	120l	Světlý 7,2 kg	Čokoládový 0,5 kg	Premiant 80 g	ŽPČ 100g	ŽPČ 100g	spodní
Vz.3	120l	Světlý 7,2 kg	Čokoládový 0,5 kg	Premiant 80 g	ŽPČ 100g	ŽPČ 100g	spodní

Do rmutovací pánve bylo napuštěno 120 l vody, která měla teplotu 40 °C, do které bylo přidáváno za stálého míchání přidáváno 7,2 kg pošrotovaného sladu a 0,5 kg pošrotovaného čokoládového sladu. Po vmíchání byla zvýšená teplota na 62 °C. Po 15 min se zvýšila opět teplota na 72 °C, která je cukrotvorná. Po 15 min, kdy proběhlo zcukření se opět zvyšovala teplota na 85 °C. Poté bylo dílo přečerpáno do scezovací nádoby. Pod scezovací dno byla vpuštěna do mycích trubek voda, která měla teplotu 75 °C. Dílo se nechalo stát, aby došlo k sedimentaci a byla vytvořena filtrační vrstva. Po vytvoření vrstvy následovalo odstraňování jemných kalů. Po jejich odstranění následovalo vyslazování mláta, které probíhalo promýváním vody, která měla teplotu 75 °C. PO scezování se odstranilo mláto. Dílo bylo poté přečerpáno do rmutovací pánve. Sladina se přivedla k varu a byla přidána první várka chmelu. Po 45 min byla přidána druhá dávka a po 80 minutách byla přidána poslední dávka chmele. Poté bylo dílo zchlazeno a přečerpáno do kvasných nádob. Do kvasných nádob poté byly přidány kvasnice. Kvašení probíhalo na otevřené spilce při 4 °C 4 dny a dokvašování trvalo 20 dnů při teplotě 3 °C

4.3 Separační metody

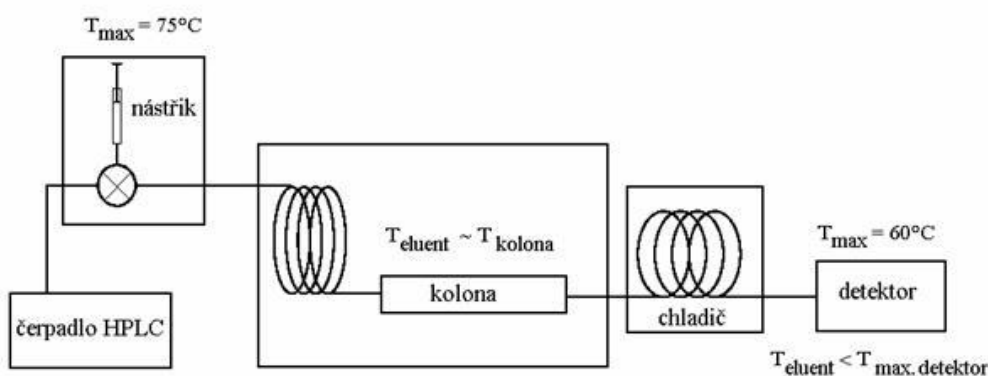
Kapalinová chromatografie souží k separaci složek vzoru, díky které se stanoví jejich přítomnost a koncentrace. HPLC je založena na separaci analytu na základě jejich distribuce mezi stacionární a mobilní fází. Stacionární fáze je zakotvená v koloně. Kapalinová chromatografie probíhá v uzavřeném systému. HPLC se skládá ze zásobníku mobilní fáze, čerpadla, vzorku, dávkovače, kolony, detektoru a vyhodnocovacího zařízení. Mobilní fáze je do procesu přidávána z jednoho nebo více zásobníků a protéká konstantní rychlostí. Čerpadlo je důležité kvůli přivádění mobilní

fáze, protože musí být co nejmenší kolísání tlaku. Roztok je dávkován do mobilní fáze. Ruční nastříkávání je horší, protože nemusí být přesné.

Detektory, které jsou nejvíce používané:

- Refraktometrický detektor
- UV/VIS Spektrofotometrický detektor
- Fluorescenční detektor
- Hmotnostně spektrofotometrický detektor

Jako náplň v koloně je používán silikagel nebo oxid uhličitý. Při vyhodnocování se používá doba průchodu kolonou, nebo objem nosného plynu, který je potřebný k eluci složky (<http://labmet.zshk.cz/vyuka/hplc.aspx>).



Obrázek 11: Schéma plynové chromatografie

(<http://www.hplc.cz/Tip/ufhtlc.htm>)

4.3.1 Vlastní měření

Vzorek piva byl přelit do kádinky, který byl dále vložen do Ultrazvuku PS 10 000. Ultrazvuk je přístroj, který má velkou škálu využití. Využívá se v lékařství, strojírenství, ale i v potravinářství. Pomocí ultrazvuku byly odstraněny přebytečné množství CO_2 . Po odstranění byl vzorek přefiltrován, a tím byl zbaven přebytečných kvasnic. Po filtraci byl vzorek daný do centrifugy. Separace probíhala 5 min při 18 000 otáčkách. Na dně ampulky byly usazeny zbytky jemných částic kvasnic. Odstředěný vzorek musí být nasán injekční stříkačkou, kde nesmí být žádná vzduchová bublinka. Vzorek byl nasát a udělán nástrík. Do přístroje bylo nastříknuto $5\mu\text{l}$ vzorku. Přístroj byl zapnut a nechal se vzorek analyzovat 30 min, během kterých byl na počítači vytvořen graf, na kterém byly zobrazeny obsažené látky ve vzorku. Stanovuje se přítomnost oligosacharidů, maltotriosy, maltosy, glukosy, fruktosy, glycerolu a etanolu. Byla

použita kapalinová chromatografie od značky Ecom, která je vyráběná v Praze. Do přístroje byla použita kolona typu WATREX 300*8 mm column, Polymer IEX H, 8 μ m. Jako mobilní fáze byla použita kyselina sírová o molární koncentraci 0,01 M. Jako stacionární fáze musí být použita SIGMA-ALDRICH Maltose monohydrate vyrobená v Japonsku.



Obrázek12: *Ultrazvuk*



Obrázek 13: *Centrifuga*



Obrázek 14: *Plynový chromatogram*

4.4 Senzorická analýza

Senzorická analýza je analytická metoda, při níž se používají lidské smysly na stanovení organoleptických vlastností. Metodou lze určit kvalitativní znaky, které není možno stanovit přístrojově. O kvalitě potravin má zásadní význam vnímání sensorických charakteristik vzorků (vzhled, barva, vůně, textura a chuť), kterou se určuje sensorická jakost potraviny. Senzorická analýza, se postupem času stala vědecká disciplína, která je nezbytnou součástí výzkumu, vývoje v potravinářských provozech.

Na sensorickou analýzu mého uvařeného piva bylo přítomno 21 hodnotitelů, z toho bylo 16 mužů a 4 dívky. Hodnotitelé musí být fyzicky, psychicky zdraví. Senzorické hodnocení probíhalo v místnosti, která byla rozdělena na kóje, aby nedocházelo ke komunikaci mezi hodnotiteli. Dále v každé kóji jsou umístěné výlevky, ale i přívod čisté vody. V laboratořích je zajištěn přívod čistého vzduchu, ale i odvod cizích pachů, aby nedocházelo k ovlivnění výsledků. Senzorické hodnocení probíhalo v 8 hodin ráno. Každý hodnotitel dostal formulář a bylo jim vysvětleno jeho vyplňování. Každý dostal

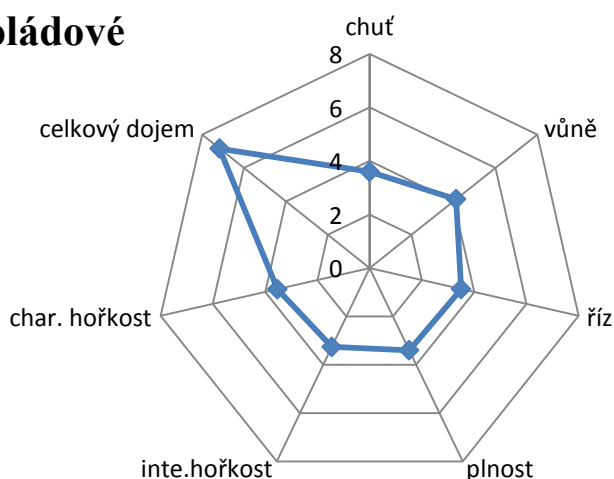
postupně jednotlivé vzorky, které byly v průhledných skleničkách. Skleničky na degustaci musí být vyrobeny ze skla, protože nezadržují pachy od předchozích vzorků. Objem skleniček by měl být okolo 200 – 300 ml (Hrabák 2001). Jednotlivé vjemy zaznamenávaly do formulářů. Mezi jednotlivými vzorky bylo podáváno drobné občerstvení kvůli neutralizaci chuti (sýr, šunka a bílé pečivo). Po skončení hodnocení byly dotazníky vybrány a vyhodnoceny.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Nejdůležitějšími parametry pro senzoryckou analýzu jsou chuť a vůně, protože dávají první dojem na spotřebitele. Dalšími znaky, které byly hodnoceny, jsou plnost a říz. Říz (nasyčenost) zaručuje u piva charakteristicky osvěžující chuť (pocit). Je dána množstvím CO₂ které je v nápoji obsaženo. Oxid uhličitý vzniká v pivě již během kvašení. Pivo má správný říz, když po napití hodnotitel pocítí osvěžující chuť. Plnost piva je označována jako jeho tělo. Plnost dává pocit plnosti v ústech, která je lehce spojená s hořkostí. Stupňovitost piva může určovat jeho plnost a to obsahem etanolu, hmotnostními procenty extrakt. látek nebo obsahem koloidů. Hořkost je velmi výrazná složka v hodnocení. Je ovlivněna množstvím chmele a obsahem polyfenolových a dusíkatých látek. Hořkost se projevuje jako první po napití. Hořkost lze rozdělit na jemnou, střední, a lehce ulpívající a velmi ulpívající. Správná hořkost se projeví, že po napití za chvíli odezní.

Při senzoryckém hodnocení čokoládového piva, které bylo uvařeno v minipivovaru na Mendelově univerzitě mělo podle hodnotitelů silnou chuť a vůni. Charakteristická hořkost byla mírně ulpívající. Celkový dojem tohoto piva byl pro hodnotitele dobrý.

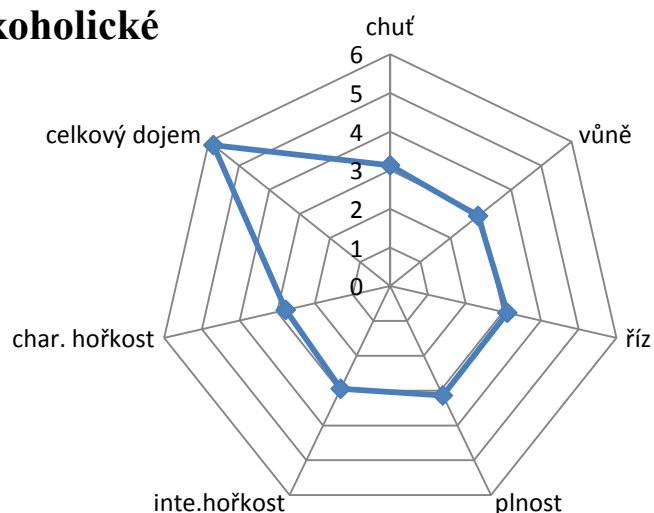
Čokoládové



Obrázek 15: Senzorické hodnocení čokoládového nealkoholického piva z minipivovaru

Při senzoričném hodnocení vlastního uvařeného nealkoholického piva hodnotitelé zaznamenali podle svých vjemů kvalitu piva. Pivo na ně z celkového hlediska působilo velice dobře a ostatní deskriptory vyhodnotili velice kladně.

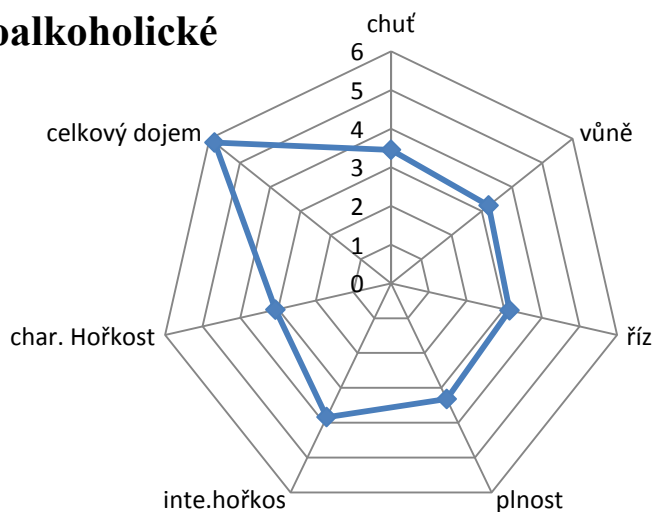
Nealkoholické



Obrázek 16: *Senzoričné hodnocení nealkoholického piva*

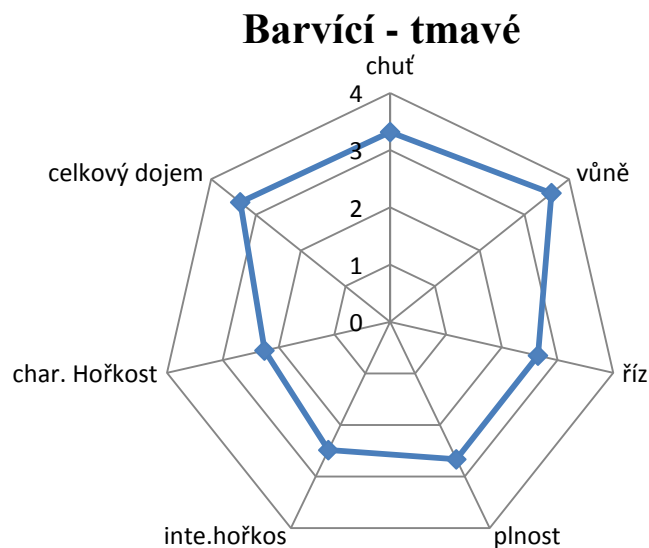
Nízkoalkoholické pivo bylo hodnoceno kladně. Celkový dojem byl podle hodnotitelů mimořádně dobrý, ostatní deskriptory byly hodnoceny kladně. Charakteristická hořkost byla hodnocena jako jemná až lehce ulpívající. Tato hořkost se projevuje při doznívání chuti v ústech hodnotitele.

Nízkoalkoholické



Obrázek 17: *Senzoričné hodnocení nízkoalkoholického piva*

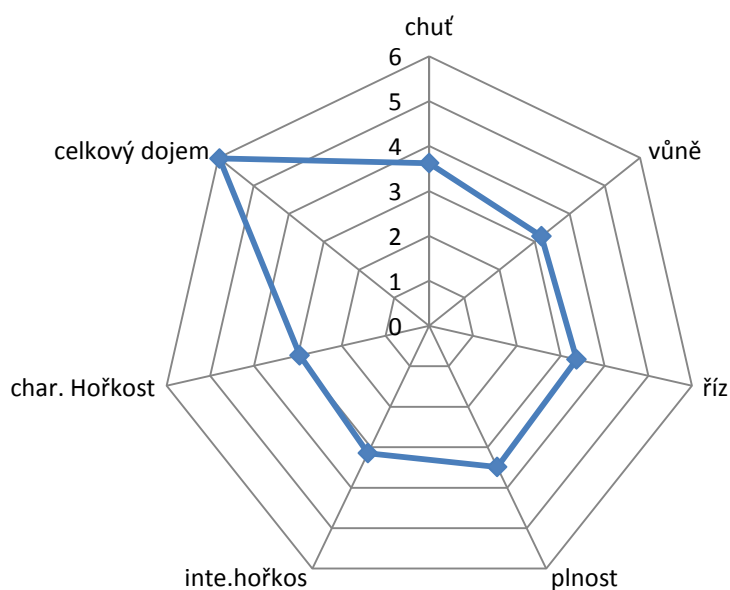
Pivo vyrobené ze světlého sladu s přidavkem sladu barvicího mělo podle hodnotitelů chuť středně silnou, vůni silnou, protože se jedná o slad, který je pražený. Celkový dojem z piva po vyhodnocení byl špatný.



Obrázek 18: *Senzorické hodnocení piva s barvicím sladem*

Karamelové pivo bylo uvařeno ze světlého sladu s přidavkem 75g karamelového sladu. Po vyhodnocení výsledků celkového dojmu vyšlo, že pivo bylo velmi chutné. Hořkost po napití, ani doznívající chuť nebyla silná. Vůně piva byla příjemná nasládlá a chuťově příjemná. Říz piva byl hodnocen jako slabý, plnost byla hodnocena jako málo plná.

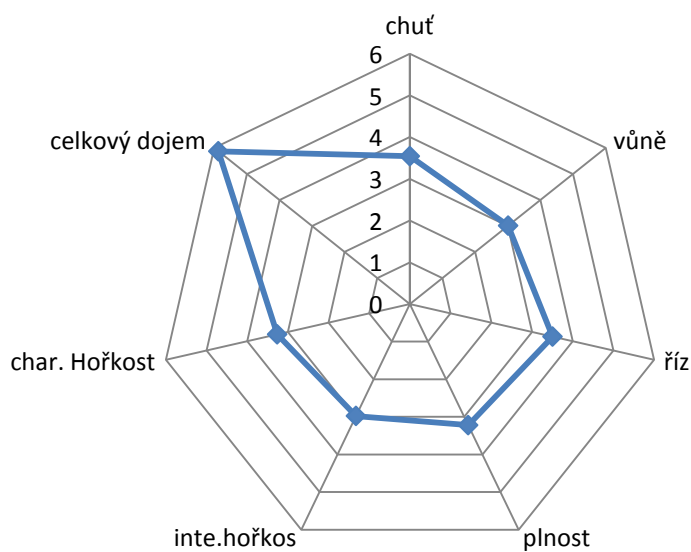
Karamelové



Obrázek 19: *Senzorické hodnocení piva s přidavkem karamelového sladu*

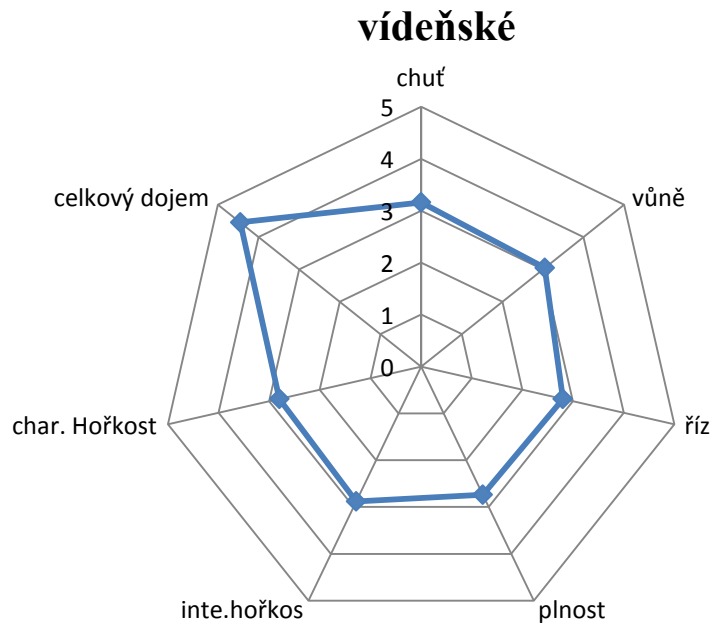
Čokoládové pivo, které je uvařeno ze sladu světlého a přidáno sladu čokoládového má všechny deskriptory hodnoceny kladně. Celková chuť byla hodnocena velmi kladně. Chuť piva je jemně pražená, nejvíce převládá chuť po čokoládě a kávě.

Čokoládové



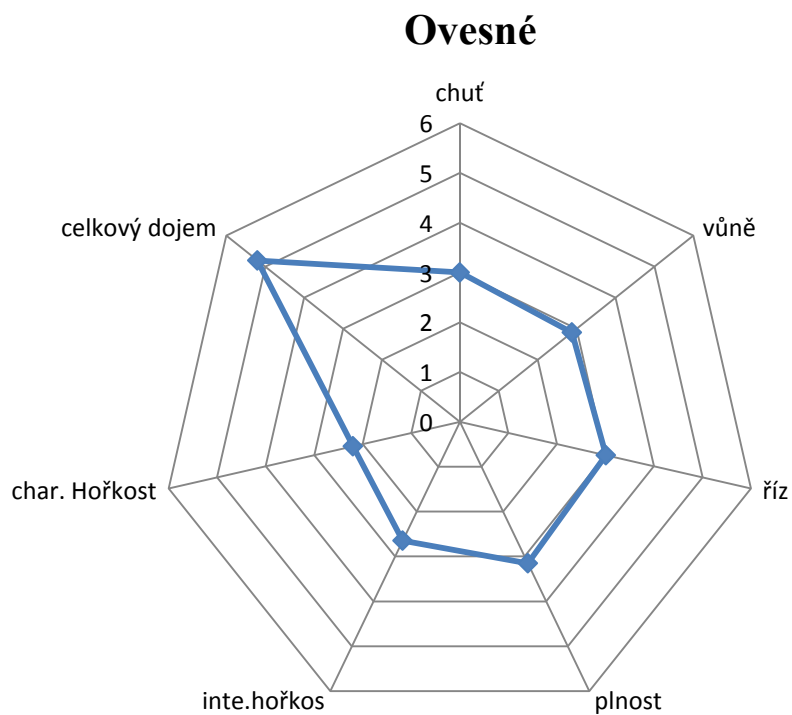
Obrázek 20: *Senzorické hodnocení piva s přidavkem čokoládového sladu*

Pivo, které bylo uvařeno ze sladu ječného s přídavkem sladu vídeňského, má barvu zlatou až oranžovou. Chuť a vůně byla hodnocena průměrně. Typické pro toto pivo je. Že chuť a vůně připomínají oříšky a lehké kořenové tóny. Celkový dojem dosti špatný.



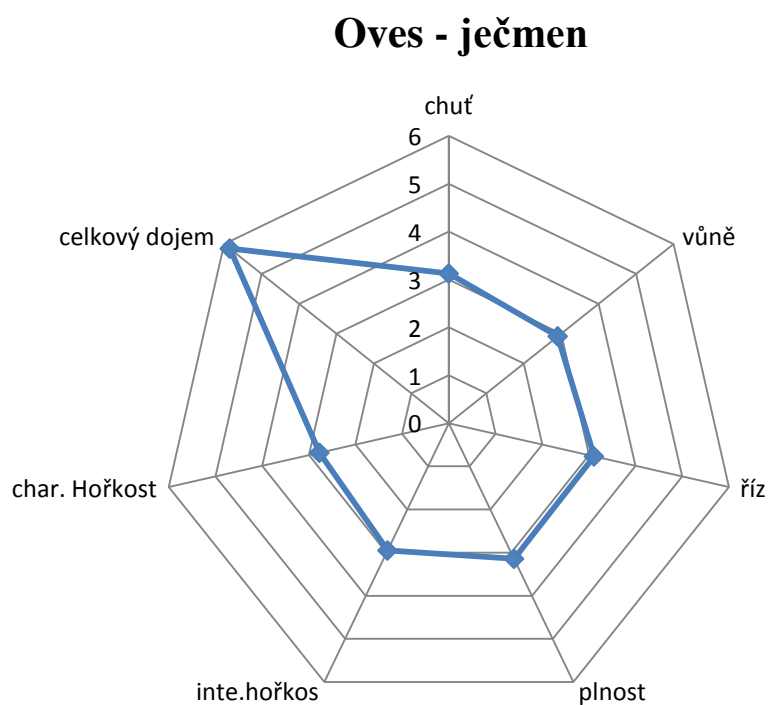
Obrázek 21: Senzorické hodnocení piva s přídavkem vídeňského sladu

Ovesné pivo bylo vyrobeno pouze ze sladu ovesného. Hodnotitelé posoudili, že charakter hořkosti byl jemný. Celková chuť byla dobrá a někteří hodnotitelé by si pivo vyrobené pouze ze sladu ovesného přáli na trhu, jelikož mělo jemnou, ale plnost byla silnější.



Obrázek 22: *Senzorické hodnocení ovesného piva*

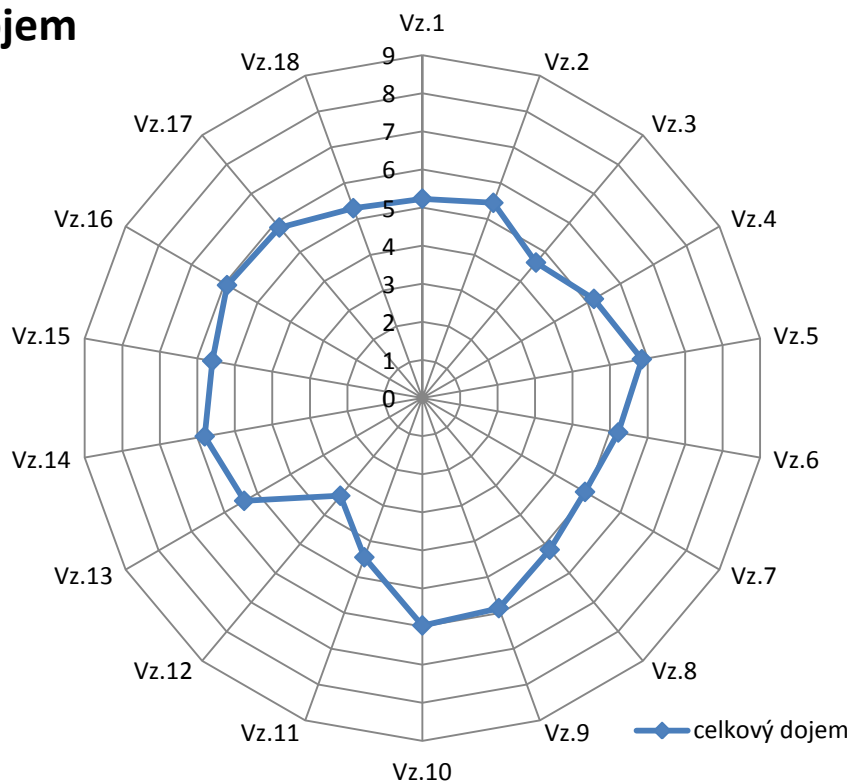
Pivo, které bylo uvařeno z 50 % světlého sladu a z 50 % sladu ovesného mělo chuť příjemnou. Plnost piva byla vyšší jak u piva pouze ze světlého sladu. Tento druh piva byl hodnocen pozitivně a bylo hodnoceno jako pivo, které by mohlo být pivovary vařeno a uváděno na trh.



Obrázek 23: *Senzorické hodnocení piva uvařeného z ovsa a ječmenu*

V tomto grafu jsem porovnávala celkové chutě jednotlivých druhů piva. Z grafu vyplývá, že hodnotitelům nejvíce chutnalo pivo karamelové a nejméně pivo barvící a vídeňské. Ostatní druhy piva měly velice podobné hodnocení a piva jim takřka vyhovovala.

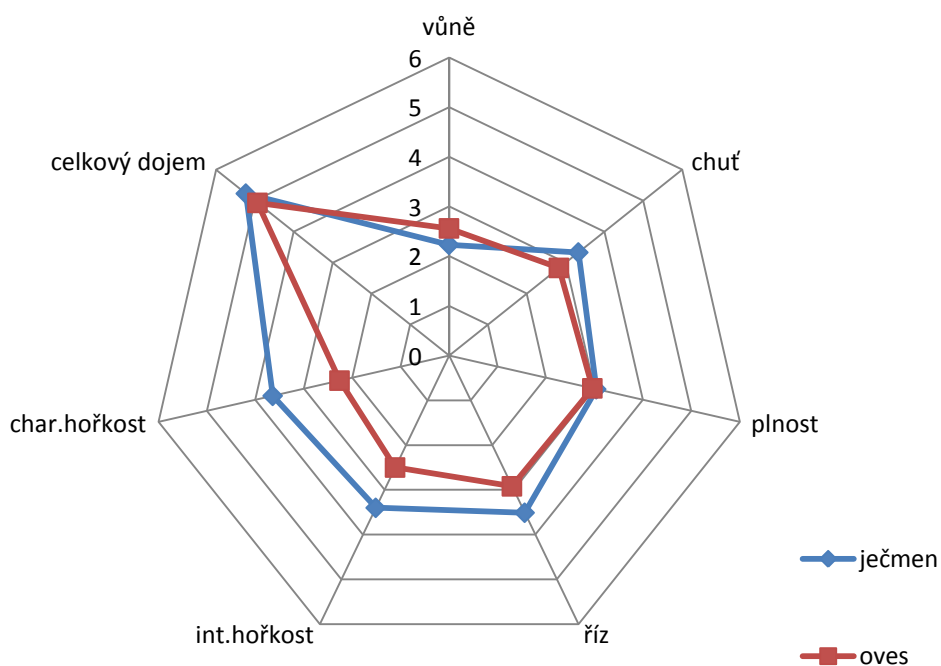
Celkový dojem



Obrázek 24: Senzorické hodnocení celkového vjemu

Srovnáváním piva ze světlého sladu a piva uvařeného pouze ze sladu ovesného je vidět, že charakteristická i intenzivní hořkost světlého piva byla vyšší jak u piva ovesného, ale celkový dojem je takřka stejný.

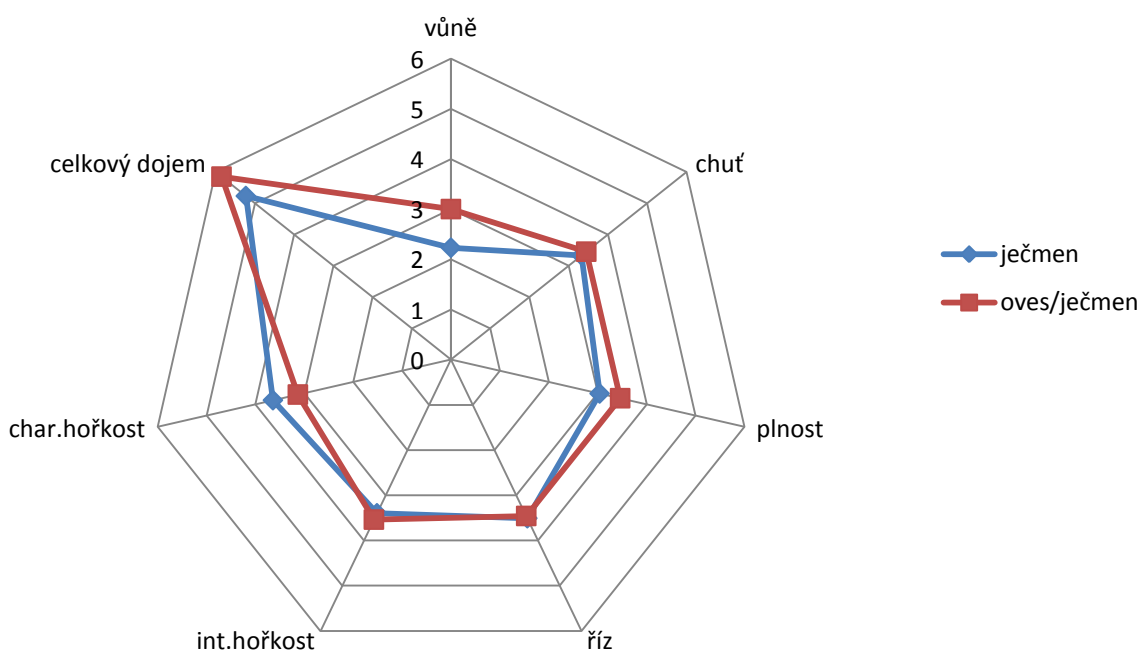
světlý slad vz.2 vs oves vz.7



Obrázek 25: Porovnání světlého sladu a sladu z ovsa

Tento graf popisuje rozdíl chutnosti mezi pivem, které je uvařeno ze světlého sladu a pivem, které je uvařené z 50% světlého sladu a 50% ovesného sladu. Na grafu je vidět, že pivo, uvařené z 50/50 má příjemnější vůni. Celkový dojem naopak byl u piva klasického příjemnější.

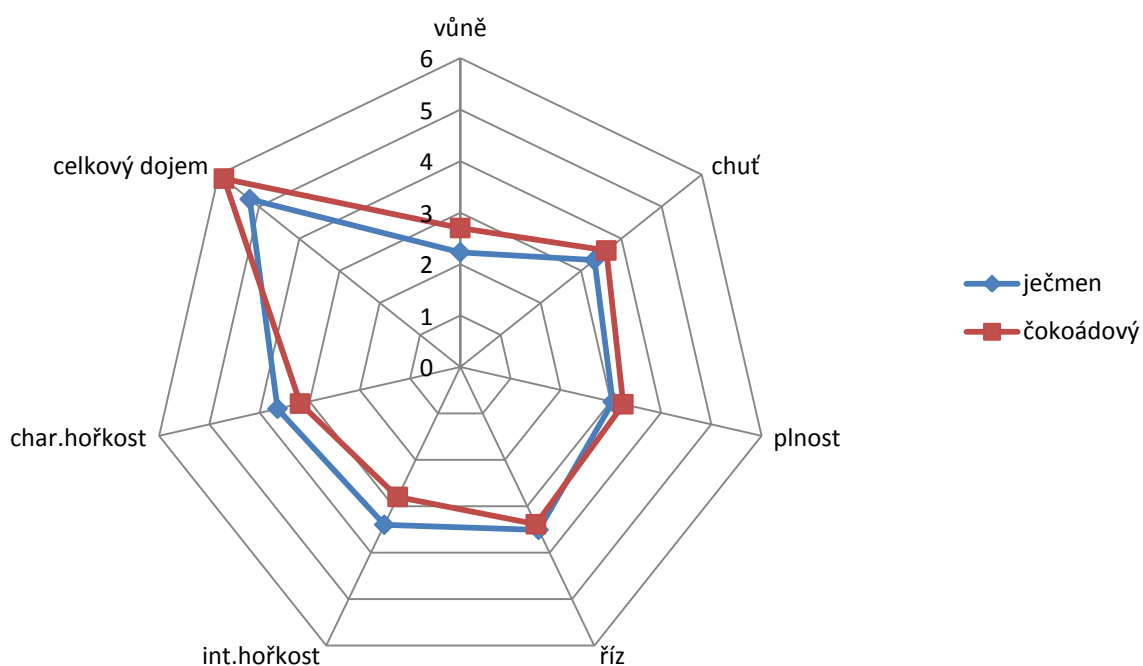
světlý slad vz.1 vs světlý slad/oves vz.5



Obrázek 26: Porovnání piva ze světlého sladu a piva ze světlého a ovesného 50/50

Tento graf popisuje rozdíl chutnosti mezi pivem, které je uvařeno ze světlého sladu a pivem, které je uvařené s přídavkem sladu čokoládového. Na grafu je vidět, že obě piva jsou chuťově velmi vyrovnané, ale doznívající hořkost je výraznější u světlého piva.

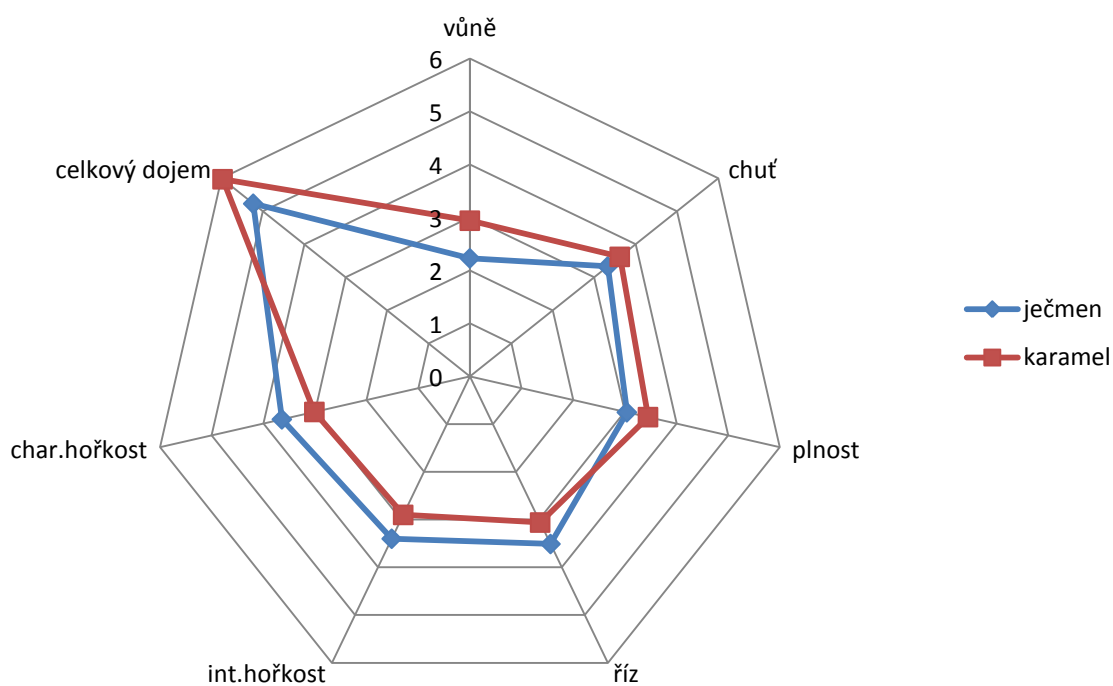
světlý slad vs. čokoládový



Obrázek 27: Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přídavkem sladu čokoládového

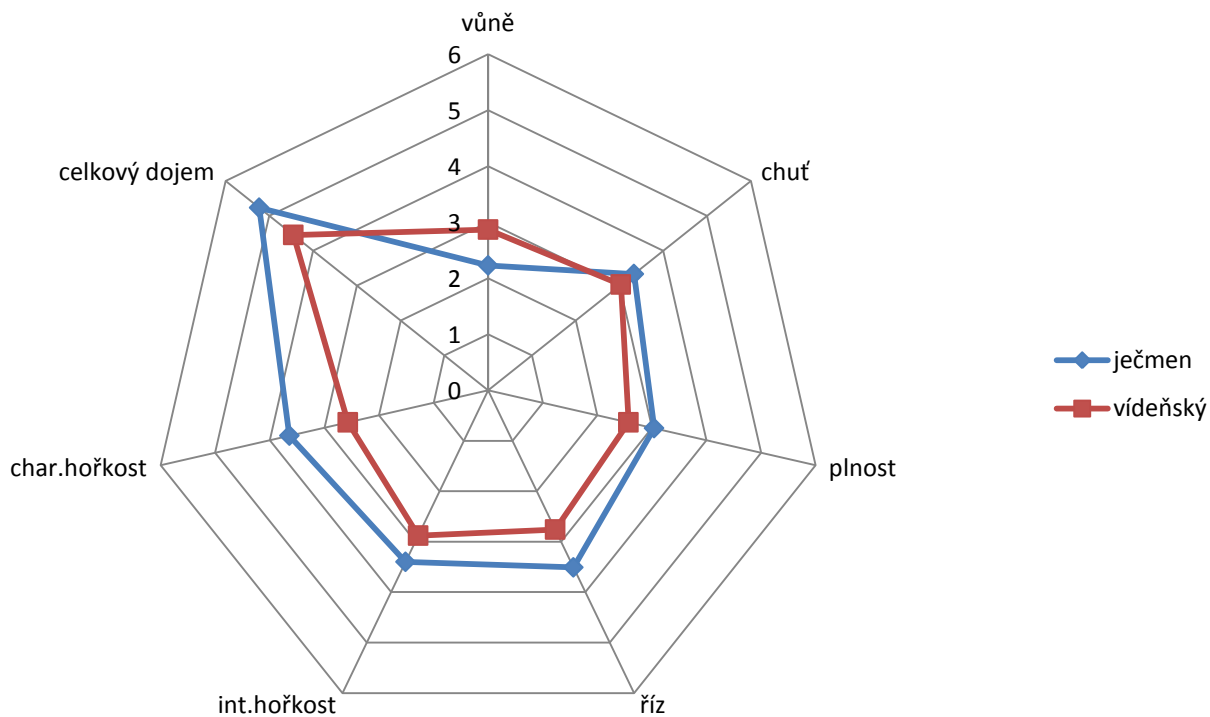
U tohoto grafu je vidět, že pivo ze světlého sladu má velmi podobné chuťové vlastnosti jako pivo s přidavkem sladu karamelového. Respondenti označili, že pivo s karamelovým sladem bylo podle celkového dojmu chutnější.

světlý slad vs. karamelový



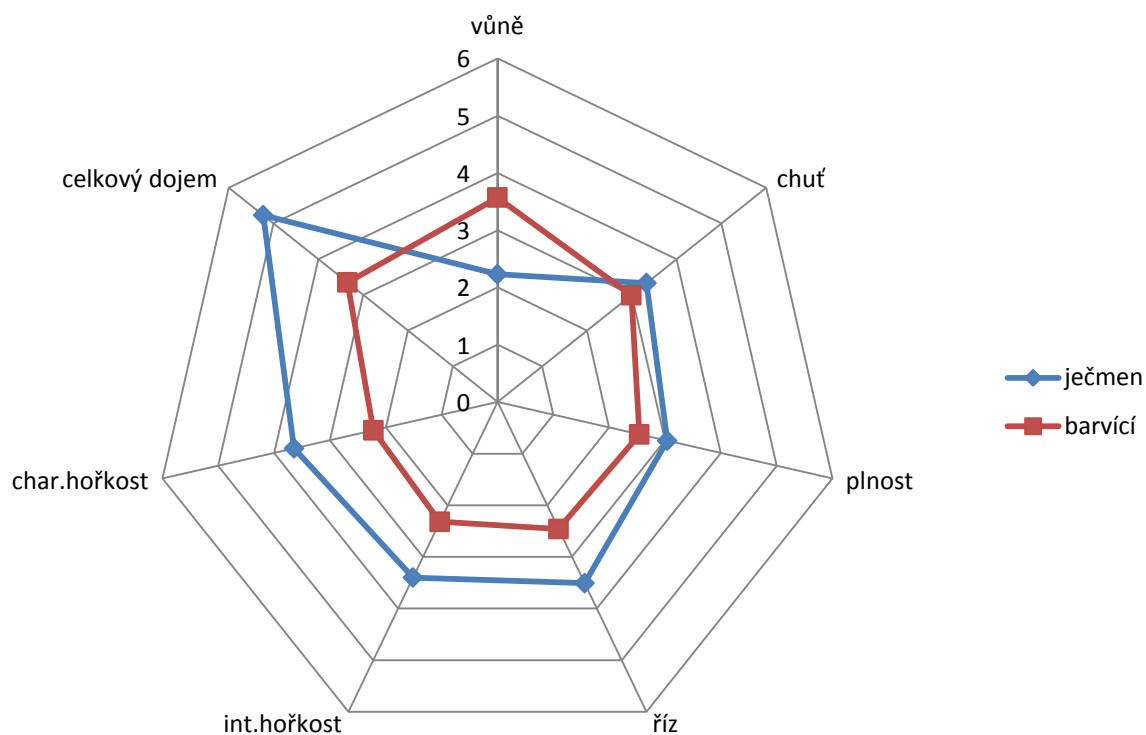
Obrázek 28: Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přidavkem sladu karamelového

V tomto grafu se porovnávají piva se světlým sladem a piv, u kterých byl přidán slad vídeňský. Zde je patrné, že lepší hodnocení má pivo s vídeňským sladem. Vídeňský slad dodává pivu výraznější barvu. Barva je v rozmezí mezi tmavým a světlým typem piva a chuť je oproti světlému pivu plnější, což má vliv na hodnocení.



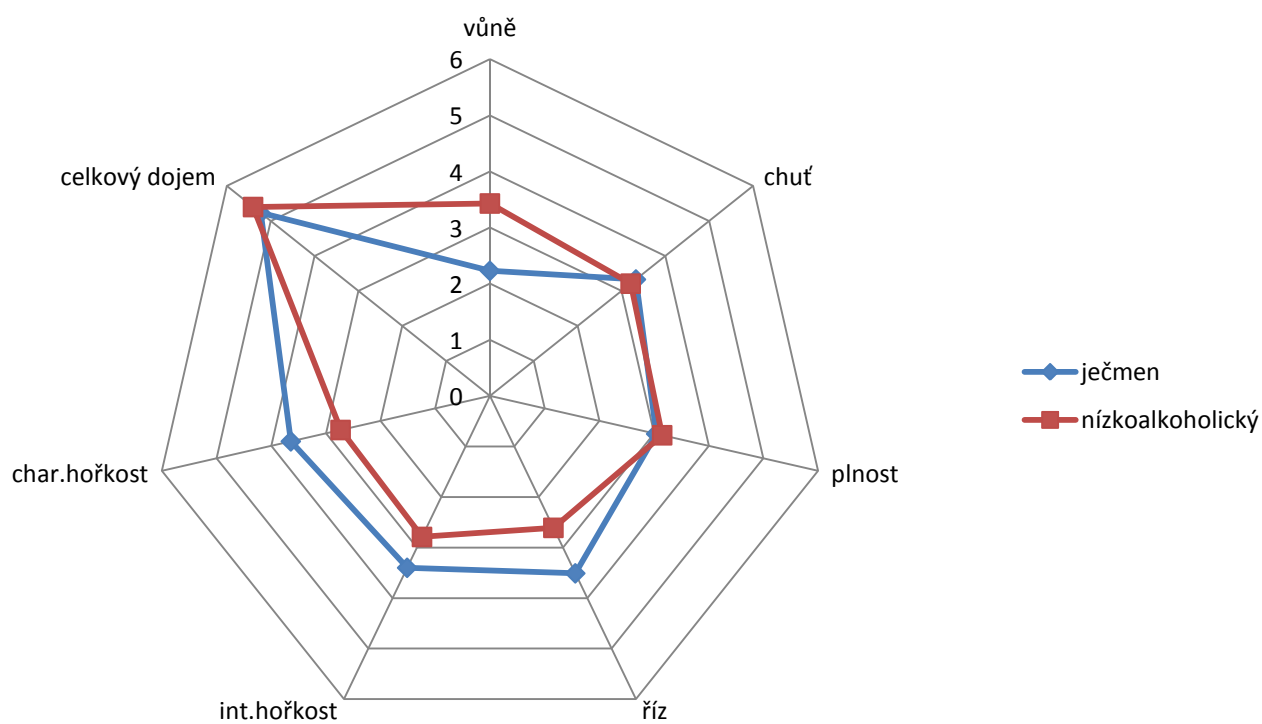
Obrázek 29: Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přídavkem sladu vídeňského

V tomto grafu se porovnávaly senzorické vlastnosti mezi pivem světlým a pivem světlým s přídavkem sladu barvícího. Podle výsledku vyplývá, že světlé pivo bylo pro hodnotitele příjemnější. Barvící slad dodává pivu výraznější aroma a tmavější barvu, což se projeví na celkovém hodnocení.



Obrázek 30: Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přídavkem sladu barvícího

V grafu 11 byly porovnávány senzorycké vlastnosti mezi nealkoholickým a nízkoalkoholickým pivem. U nealkoholického piva je velmi slabá vůně, ale hořkost je výraznější.

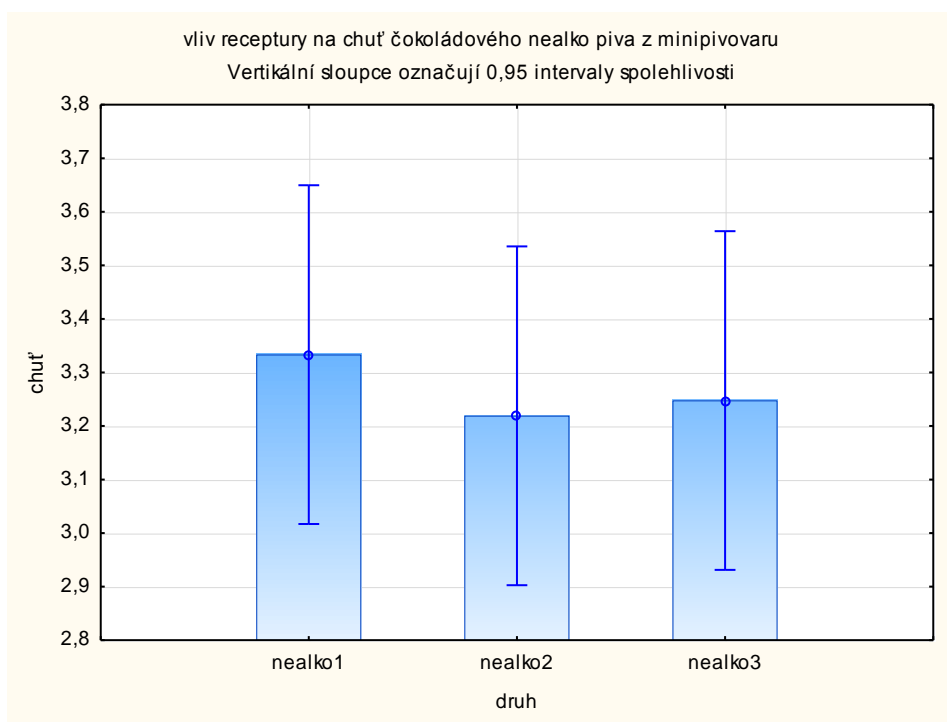


Obrázek 31: Porovnávání nealkoholického piva a piva nízkoalkoholického

5.1 Statistické zpracování

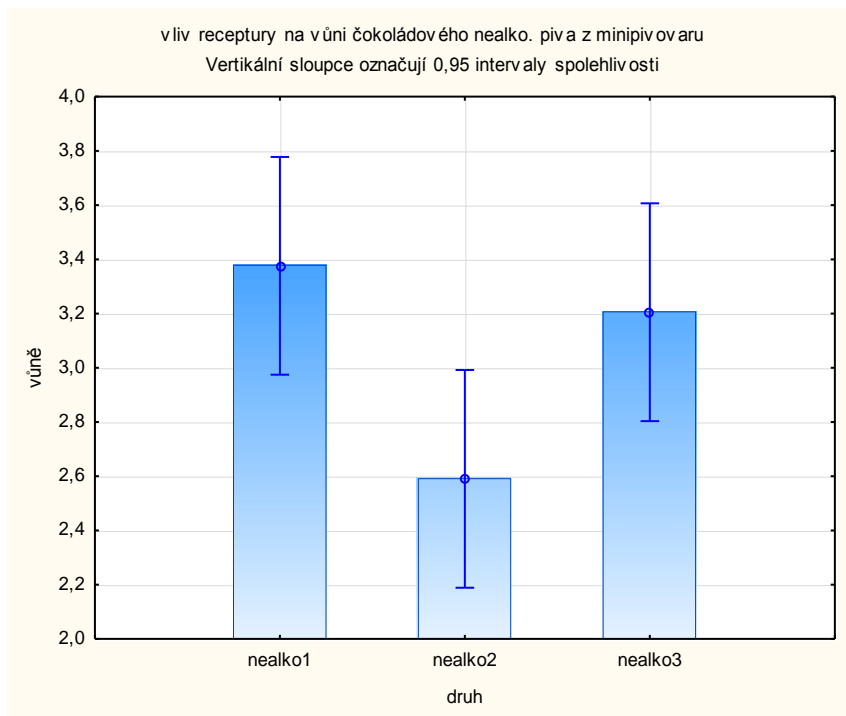
5.1.1 Statistické vyhodnocení senzorké analýzy

Podle statistického zpracování chuti čokoládových nealkoholických piv, které byla uvažena v minipivovaru měla nejlepší hodnocení piva nealko1.



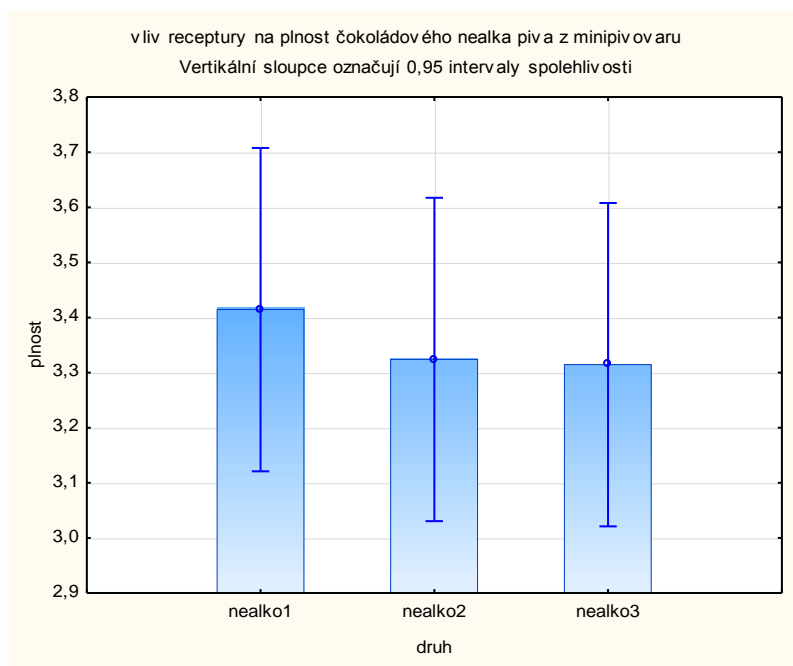
Obrázek 32: *Senzorké hodnocení chutě čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

U kvality piv z pohledu vůně byly stanoveny rozdíly. Nejpříjemnější dle statistického zpracování byl vzorek nealko1 a nealko 3. Nejméně příjemná vůně podle statistického vyhodnocení měl vzorek 2.



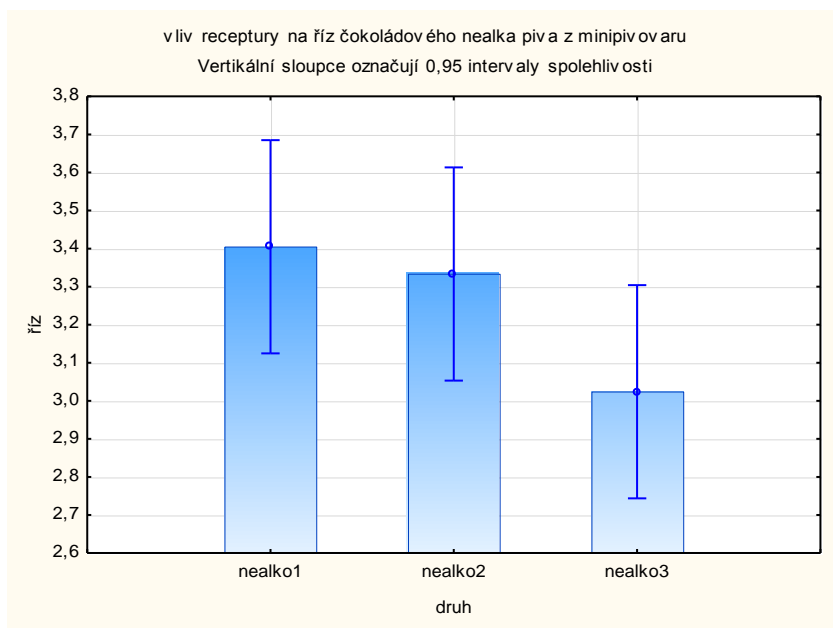
Obrázek 33: *Senzorické hodnocení vůně čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

U kvality pív z pohledu plnosti byly stanoveny rozdíly. Nejvíce plné dle statistického zpracování byl vzorek nealkoholického piva č. 1



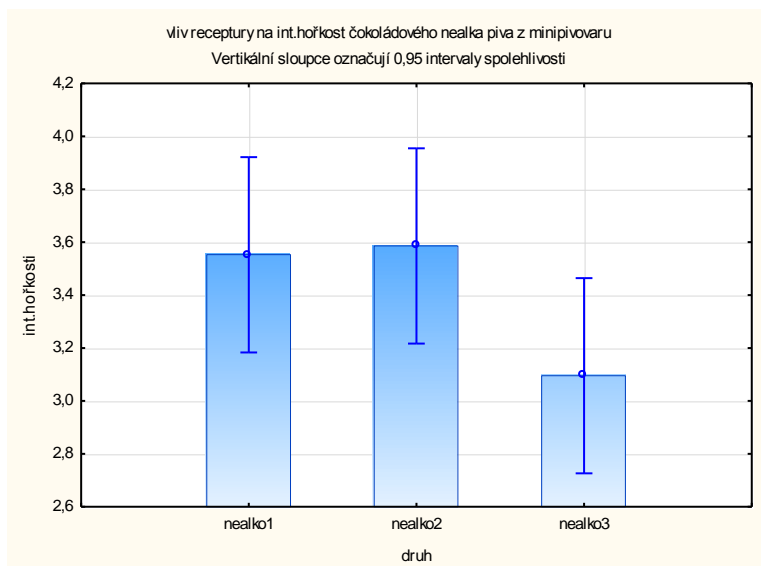
Obrázek 34: *Senzorické hodnocení plnosti čokoládových nealkoholických pív z minipivovaru*

Říz čokoládového nealkoholického piva byl statisticky rozdílný. Nejméně řízlé pivo byl vzorek č. 3 a nejlépe bylo hodnoceno pivo č. 1. Mezi vzorkem 1 a vzorkem 2 byl nepatrný rozdíl.



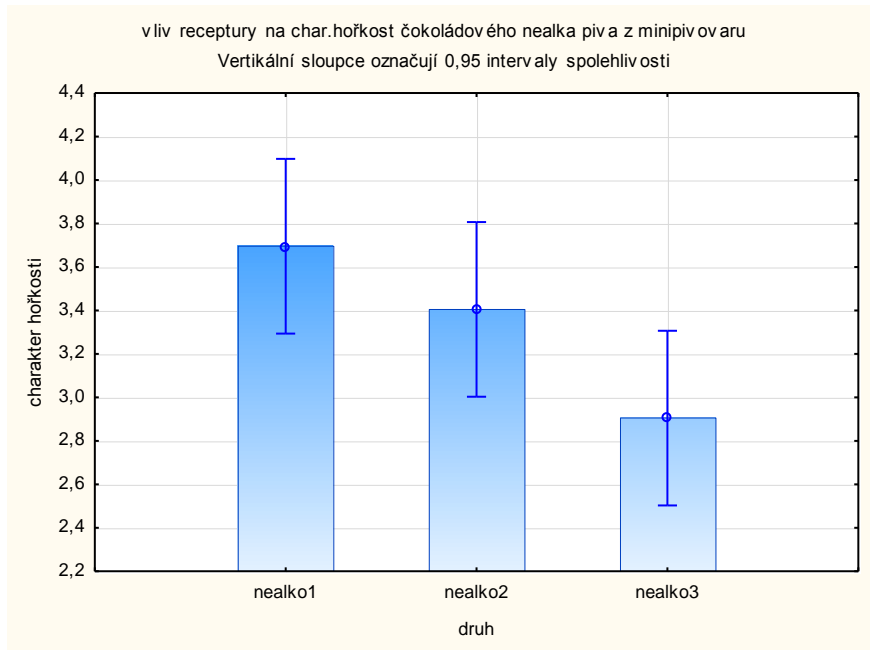
Obrázek 35: *Senzorické hodnocení řízu čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Z hlediska intenzity hořkosti byly stanoveny průkazné rozdíly mezi nealkoholickým čokoládovým pivem č. 2 a čokoládovým č. 3. Mezi vzorkem 2 a vzorkem 1 byl nepatrný rozdíl.



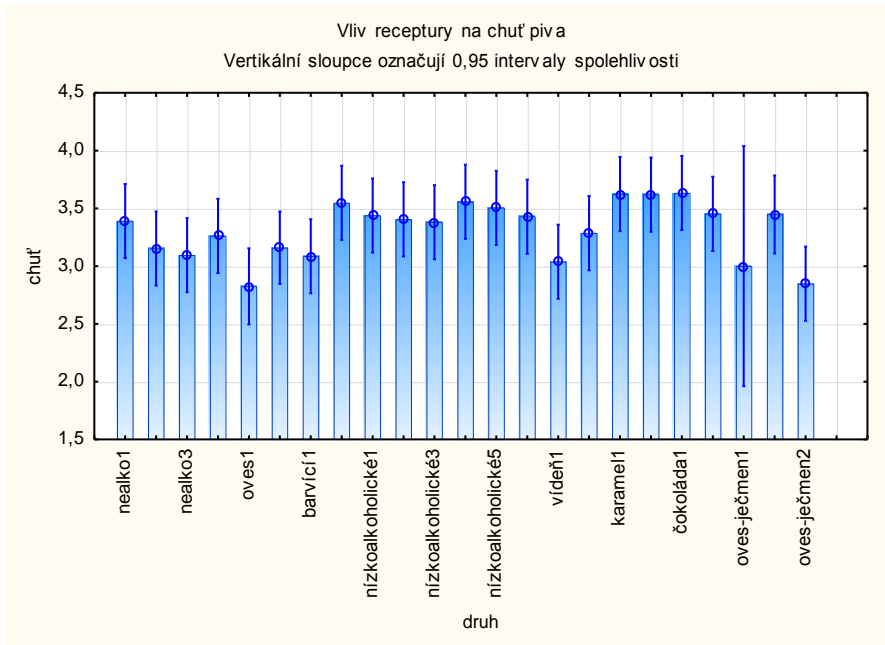
Obrázek 36: *Senzorické hodnocení intenz.hořkosti čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Při hodnocení charakteru hořkosti piva bylo nejlépe statisticky vyhodnoceno pivo č. 1. Mezi pivem č. 1 a pivem č. 3 byl průkazný rozdíl. Z tohoto grafu je patrné, že vzorek č. 2 má mírně ulpívající chuť.



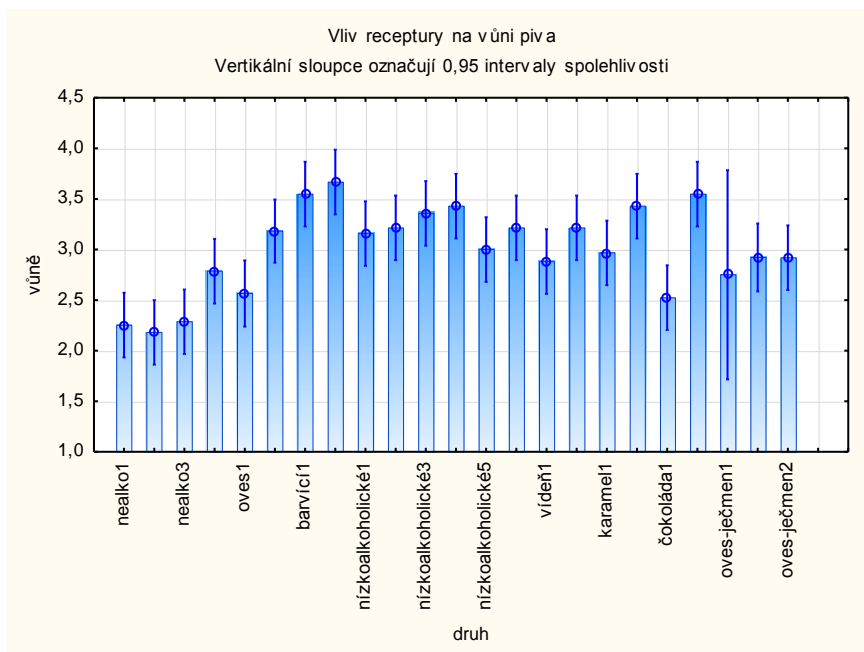
Obrázek 37: Senzorické hodnocení char. hořkosti čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru

Mezi kvalitou piv z pohledu chuti byly stanoveny nepatrné rozdíly. Nejlepší chutě dle statistického zpracování v programu Statistika měly vzorky karamelu a vzorek čokolády 1. Nejhůře dle chuti bylo vyhodnoceno pivo ovesné 1 a oves – ječmen2.



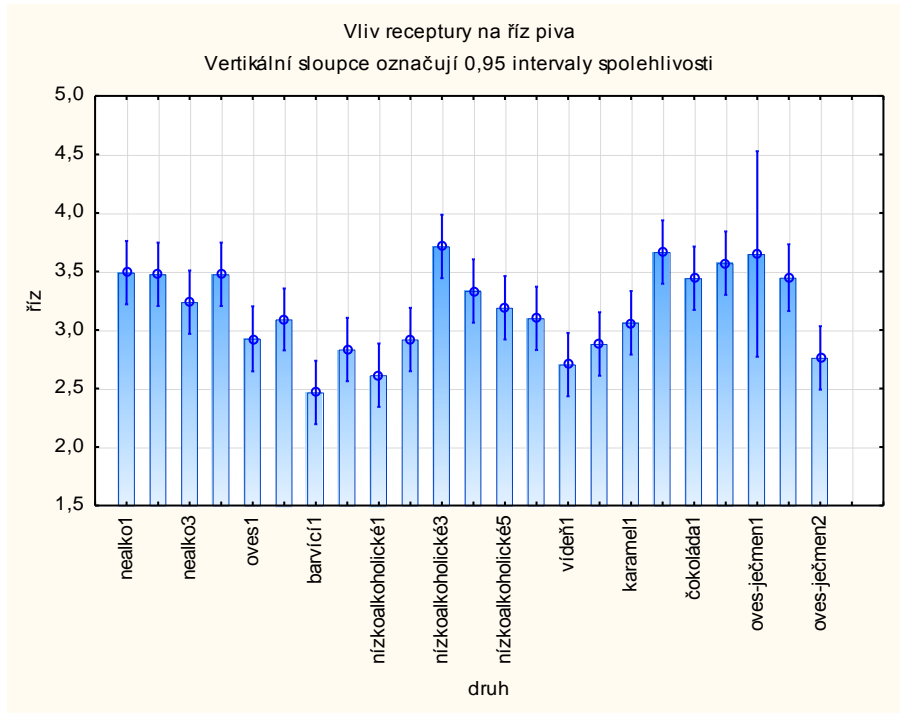
Obrázek 38: Statistické hodnocení chutě piva

U kvality piv z pohledu vůně byly stanoveny rozdíly. Nejpříjemnější dle statistického zpracování byl vzorek barvící 1 a barvící 2. Nejméně příjemná vůně podle statistického vyhodnocení měla piva nealkoholická a pivo čokoládové 1.



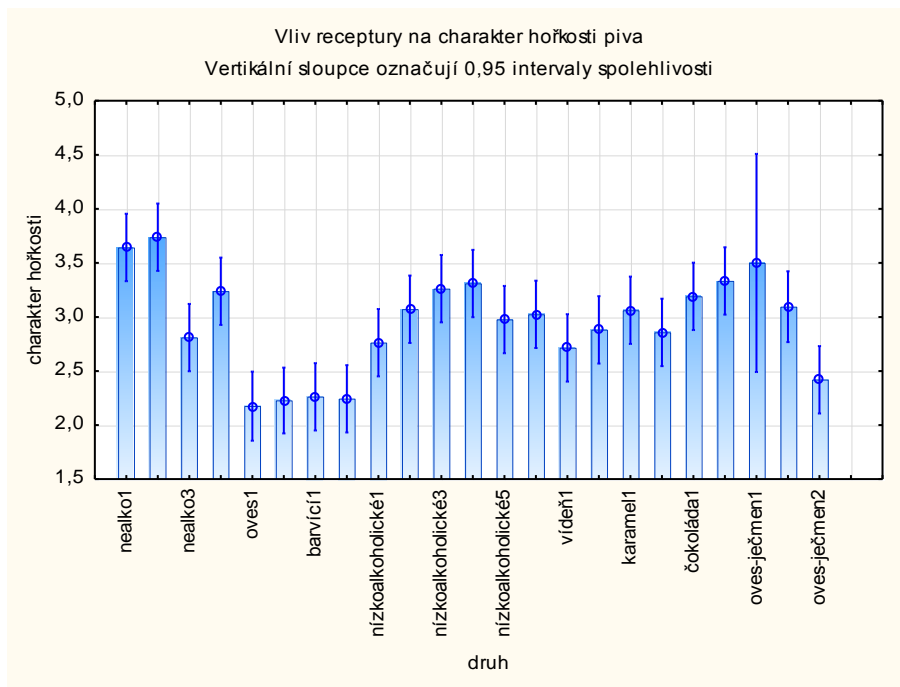
Obrázek 39: Statistické hodnocení vůně piva

U plnosti piva byly statisticky průkazné rozdíly. Nejméně plná byla piva typu barvící1, vídeňské1 a nealkoholické3. Nejlépe dopadla piva nízkoalkoholické3 a oves – ječmen1.



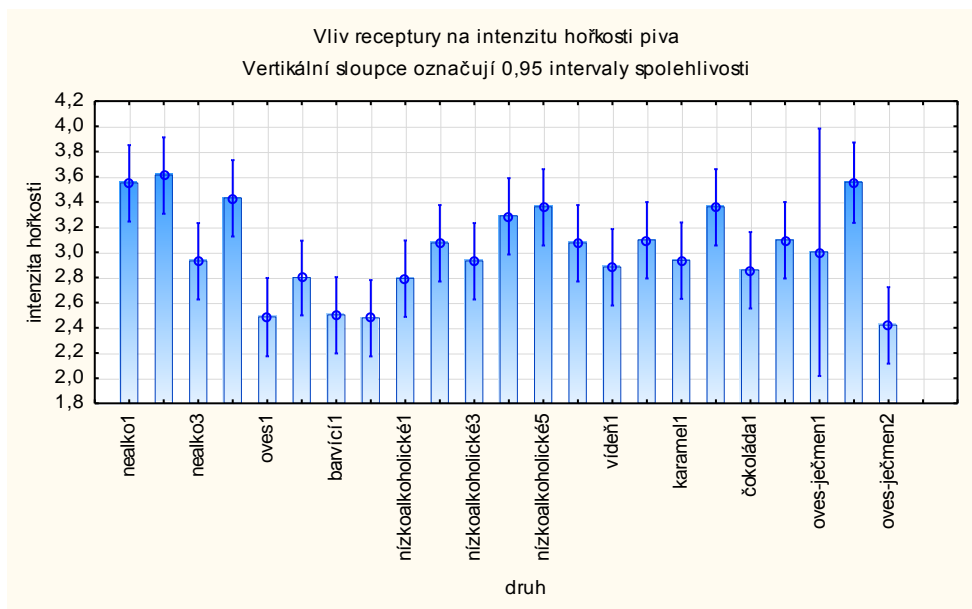
Obrázek 40: *Statistické hodnocení řízu u piva*

Při hodnocení charakteru hořkosti piva byla nejlépe statisticky vyhodnocena piva nízkoalkoholická a čokoládová. Nejvíce doznívající hořkost v ústech mělo pivo nealkoholické 1 a 2 a oves – ječmen1.



Obrázek 41: Statistické hodnocení charakteru hořkosti u piva

Z hlediska intenzity hořkosti byly stanoveny průkazné rozdíly mezi nealkoholickým pivem2 a ovesným1. Z hlediska prvního vjemu po napití nejlépe dopadlo oves – ječmen1, čokoládové2, vídeňské2 a nízkoalkoholické6. Optimální hodnota hořkosti se pohybuje kolem 3, která značí střední hodnotu.



Obrázek 42: *Statistické hodnocení intenzity hořkosti piva*

5.1.2 Statistické zpracování kapalinové chromatografie

Tabulka 5: *Směrodatná odchylna – nealkoholické čokoládové pivo z minipivovaru*

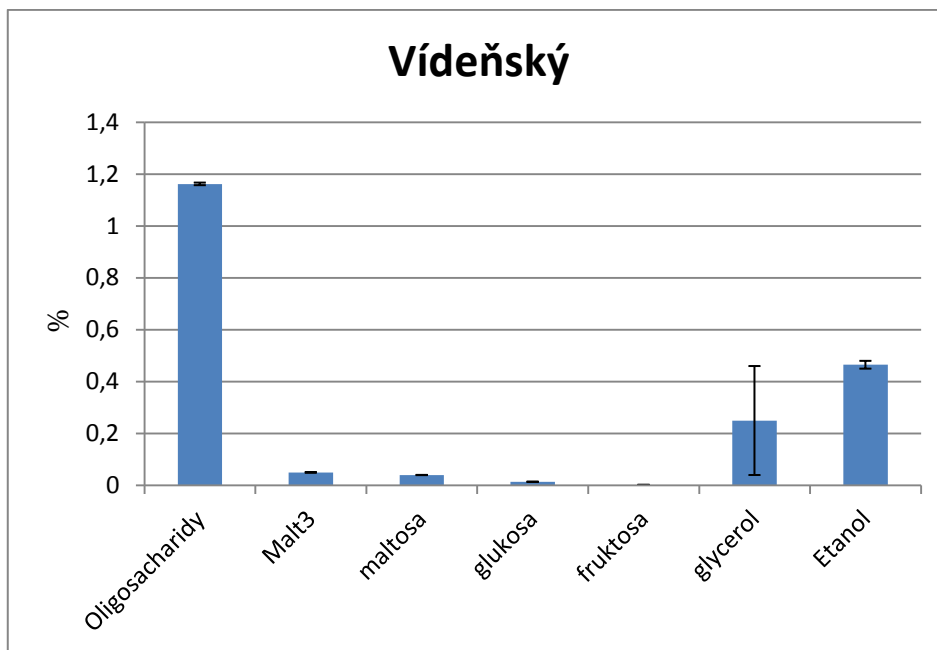
	čokoládové
Oligosacharidy	1,53 ± 0,029
Malt3	0,094 ± 0,003
maltosa	0,071 ± 0,002
glukosa	0,04 ± 0,0007
fruktosa	0,002 ± 0,00061
glycerol	0,07 ± 0,00089
Etanol	0,47 ± 0,006

Tabulka 6: *Směrodatná odchylna – nealkoholická piva s přidavkem ochucených sladů*

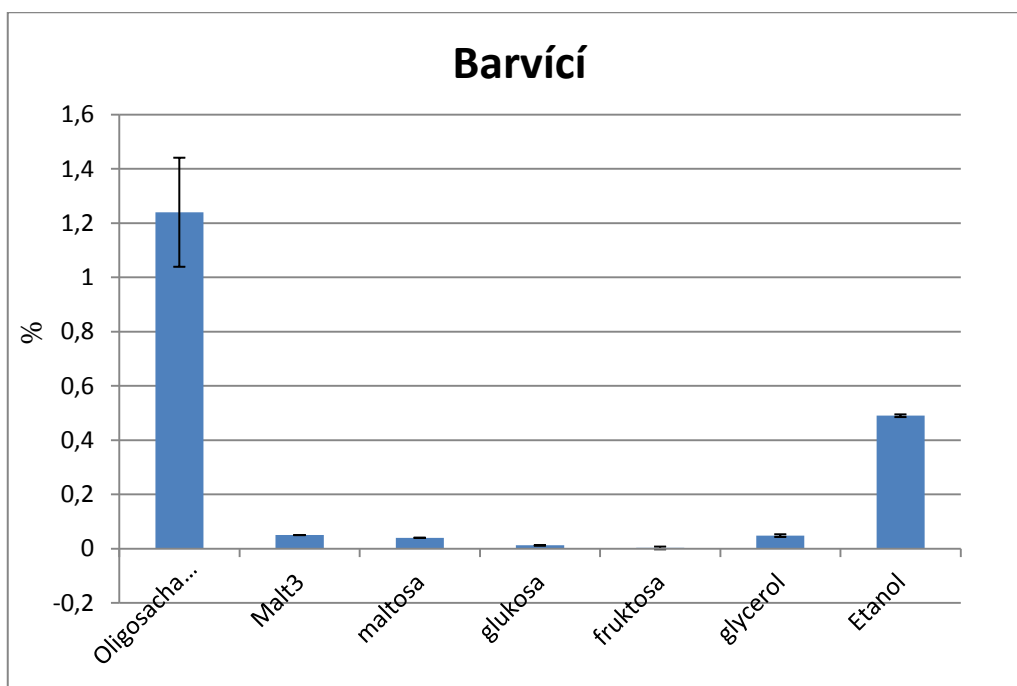
	barvicí	karamel	vídeňské	čokoládové
Oligosacharidy	1,24 ± 0,201	1,26 ± 0,006	1,162 ± 0,005	1,42 ± 0,027
Malt3	0,05 ± 0	0,15 ± 0,003	0,05 ± 0	0,08 ± 0,002
maltosa	0,04 ± 0,0005	0,1207 ± 0,001	0,04 ± 0,0005	0,083 ± 0,001
glukosa	0,012 ± 0,0005	0,018 ± 0,001	0,014 ± 0,001	0,01 ± 0,0007
fruktosa	0,0025 ± 0,005	0,006 ± 0,00	0,0021 ± 0,0001	0,003 ± 0,00047
glycerol	0,048 ± 0,005	0,0603 ± 0,00	0,25 ± 0,210	0,05 ± 0,00069
Etanol	0,49 ± 0,0049	0,44 ± 0,002	0,465 ± 0,015	0,42 ± 0,003

Tabulka 7: *Směrodatná odchylna- nealkoholických a nízkoalkoholických piv*

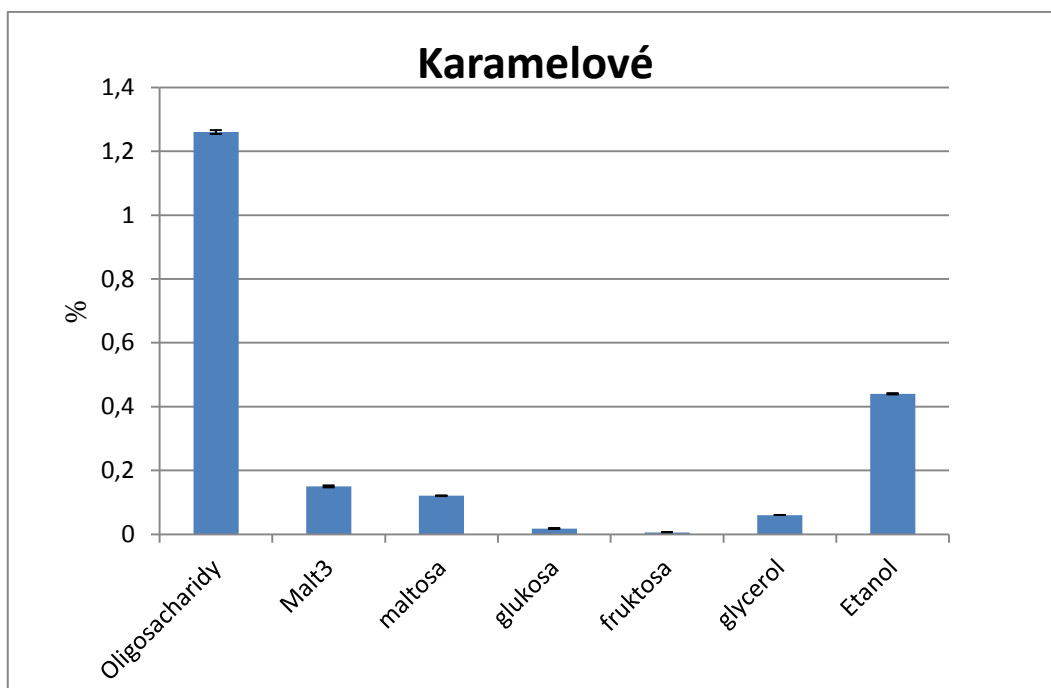
	nealkoholické	nízkoalkoholické	ovesné	oves/ječmen
Oligosacaridy	1,51 ± 0,43	2,79 ± 0,40	1,13 ± 0,14	1,20 ± 0,060
Malt 3	0,07 ± 0,03	0,23 ± 0,08	0,34 ± 0,30	0,26 ± 0,30
maltosa	0,60 ± 0,012	0,50 ± 0,19	0,14 ± 0,18	0,26 ± 0,27
glukosa	0,02 ± 0,008	0,026 ± 0,01	0,02 ± 0,003	0,56 ± 0,7
fruktosa	0,01 ± 0,030	0,013 ± 0,013	0,001 ± 0,001	0,002 ± 0,00
glycerol	0,04 ± 0,033	0,14 ± 0,068	0,05 ± 0,011	0,04 ± 0,009
ethanol	0,44 ± 0,038	1,11 ± 0,03	0,46 ± 0,02	0,360 ± 0,142



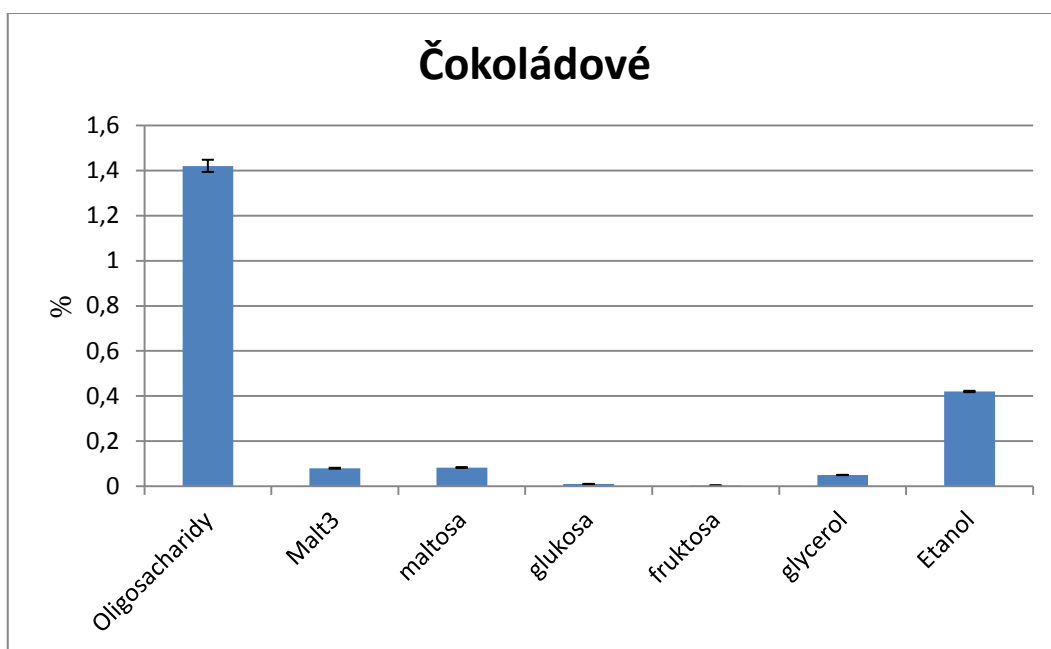
Obrázek 43: Obsah jednotlivých látek u vídeňského sladu



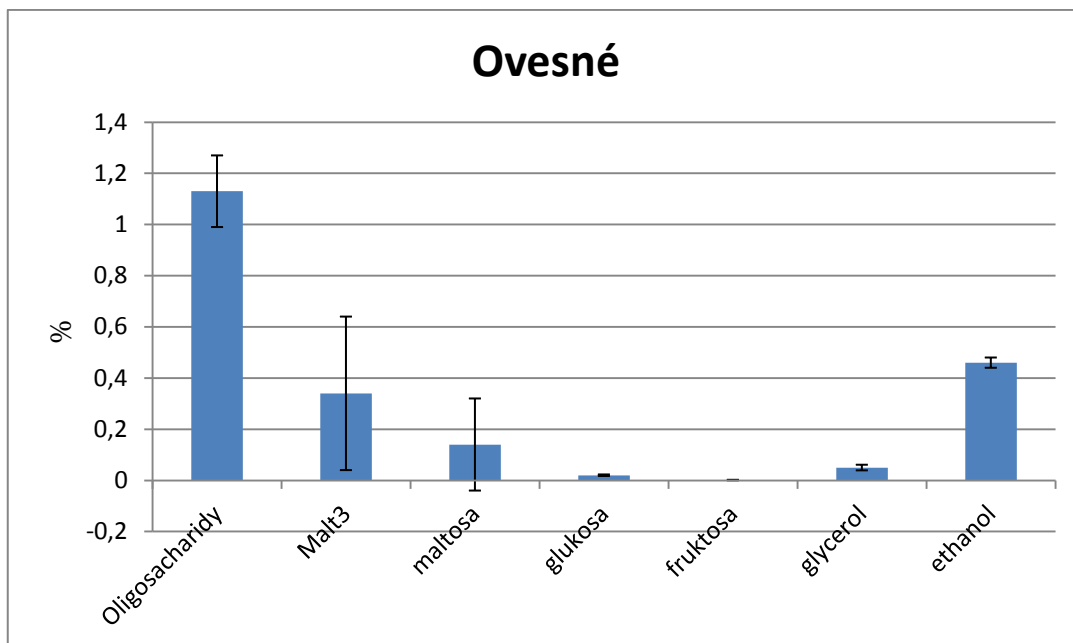
Obrázek 44: Obsah jednotlivých látek u barvíčího sladu



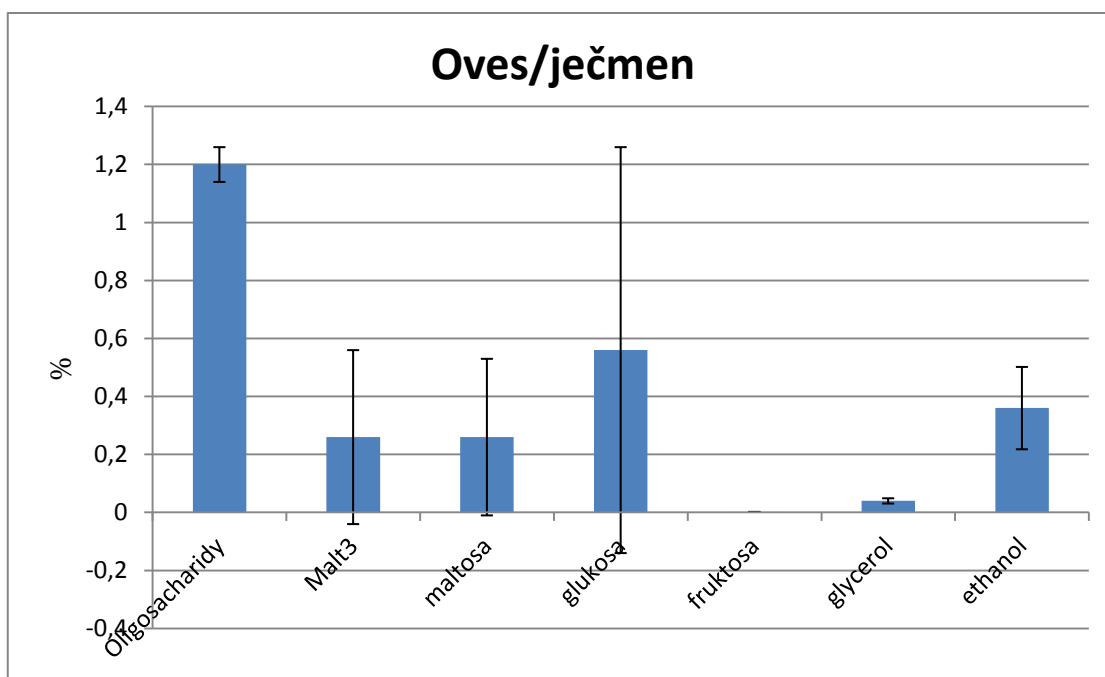
Obrázek 45: Statistická odchylka u karamelového sladu



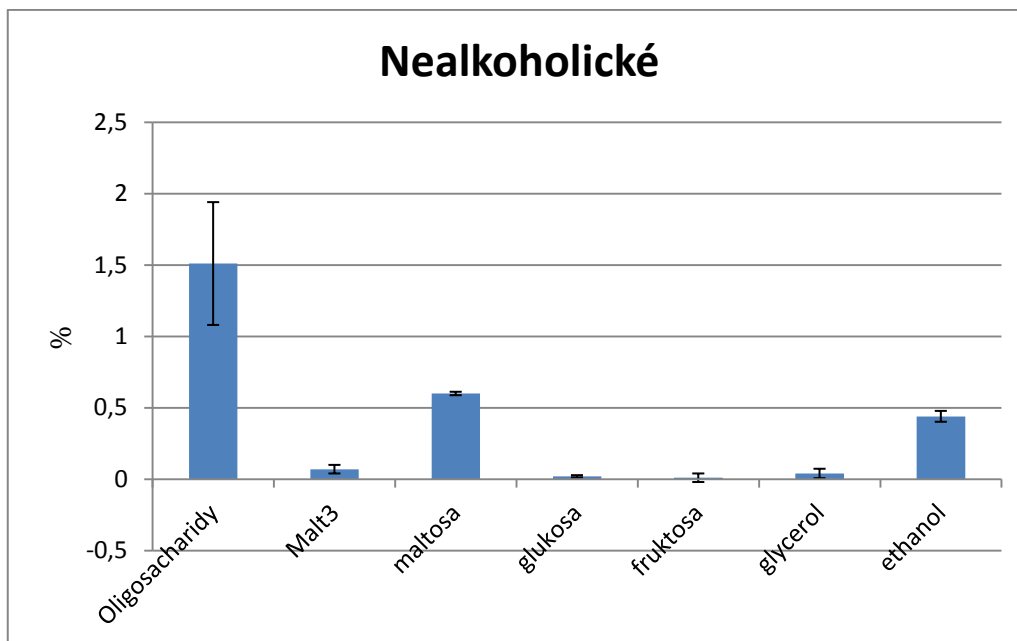
Obrázek 46: Obsah jednotlivých látek u čokoládového sladu



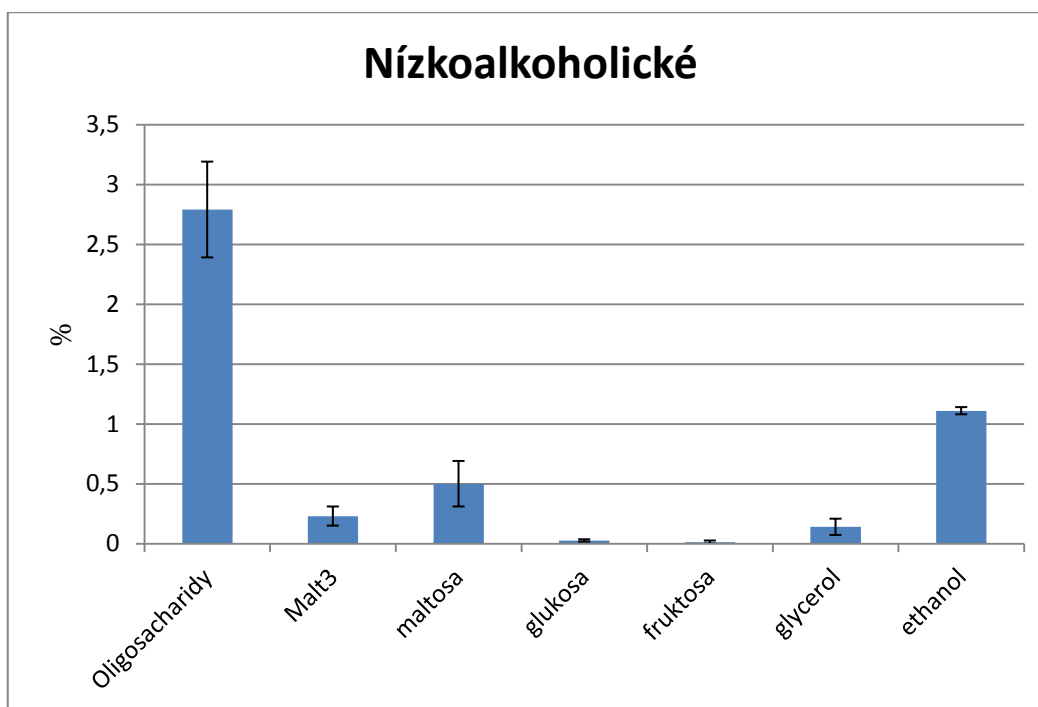
Obrázek 47 Obsah jednotlivých látek u ovesného sladu



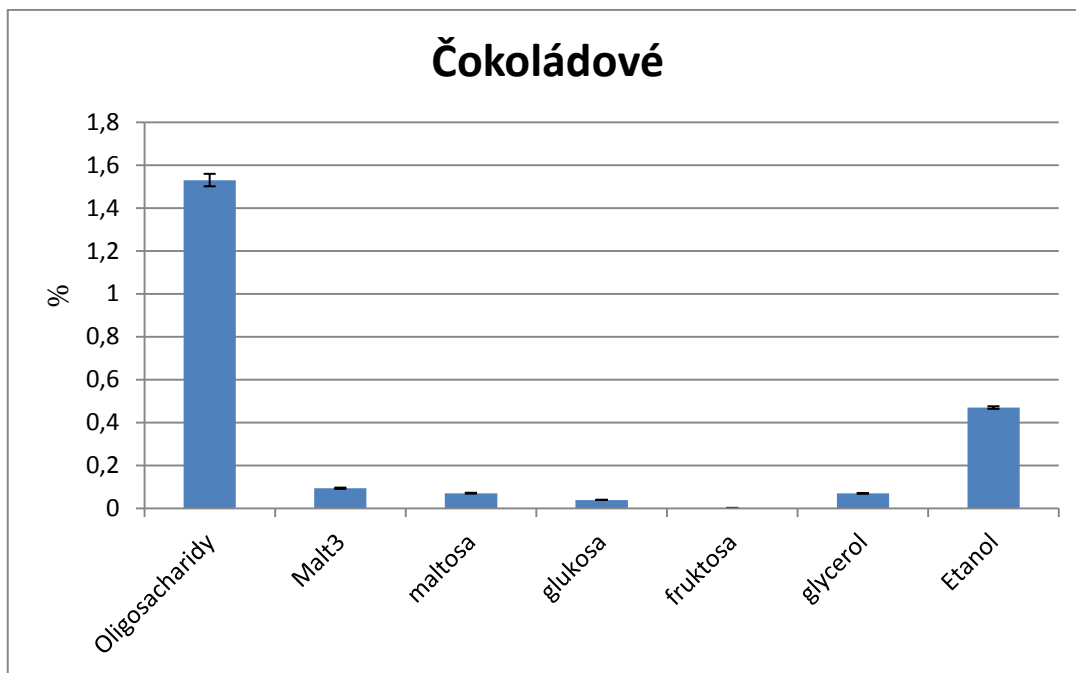
Obrázek 48: Obsah jednotlivých látek u kombinovaného sladu



Obrázek 49: Obsah jednotlivých látek u nealkoholického piva



Obrázek 50 Obsah jednotlivých látek u nízkoalkoholického piva



závěr Obrázek 51: *Obsah jednotlivých látek u čokoládového piva z minipivovaru*

V české legislativě vyhláška 335/1997 Sb. příloha 5., se uvádí, že nealkoholické pivo musí mít obsah alkoholu do 0,5% obj.. Nealkoholická piva, která byla uvařena a stanovena na kapalinové chromatografii měla alkohol do 0,5% obj., proto tyto piva mohou nést označení nealkoholická. Piva nízkoalkoholická jsou ve vyhlášce označena jako piva se sníženým obsahem alkoholu a mohou obsahovat 0,5 – 1,2 % obj.. Piva obsahující více jak 1,2 % obj. mohou být stolní, výčepní, ležáky nebo speciální. Piva, která obsahují do 1,2 % obj. alkoholu se připouští odchylka 0,3% obj. od deklarace. Podle měření na chromatografii vyšlo množství alkoholu 1,11, proto se pivo může označovat jako pivo nízkoalkoholické (vyhláška 335/1997, MZe).

Speciální slady jako jsou čokoládové, barvicí, karamelové, vídeňské se vyrábějí při vyšších teplotách a nižší aktivitě vody. Karamelový slad je zahříván na teplotu cca 120-130°C, čokoládový na 160 °C, což znamená, že čím vyšší teplota, tím odlišnější aroma. Na aroma sladu má vliv i Milliardova reakce za účasti matosy nebo maltotriosy (Čejpek, 2014). Obsah maltotriosy se v průběhu zrání ztrácí, proto její obsah je velmi nízký. Obsah maltosy se v průběhu kvašení skoro úplně ztratilo, to znamená čím méně je maltosy obsaženo v pivu, tím obsahuje méně alkoholu. Fruktosa je též v konečném pivu ve velmi malém množství má nízký glykemický index. Vzorky vyrobené ze sladu speciálních barvicí, karamelový, čokoládový a vídeňský mely velké množství oligosacharidů, jelikož mají málo enzymů, které by rozkládaly enzymy.

U vzorku

Tabulka 8: *Obsah sacharidů v mladině*

	maltotriosa	maltosa	glukosa	fruktosa
Plzeňský typ sladu	0,26	0,1	nd.	nd.
karamelový slad	6,3	19,46	5,4	0,23
barvicí slad	0,38	0,18	nd.	nd.
čokoládový slad	0,77	0,49	nd.	nd.

6 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo seznámit se s vlivem kombinací sladů a vybraných látek na kvalitu nízkoalkoholických piv. Důležité bylo vyrobit nízkoalkoholická piva, nealkoholická piva a piva s přídavkem jiných sladů.

Celkově bylo uvařeno 22 vzorků piv. Z toho bylo 6 vzorků nízkoalkoholického piva, 4 vzorky piva nealkoholického a po dvou vzorcích ovesného piva, 50/50 oves – ječmen, barvícího, čokoládového, karamelového a vídeňského. Při výrobě nealkoholického piva se přidávalo menší množství chmele než u nízkoalkoholického. Po uvaření piva se snižoval obsah alkoholu a to přidáním vody na požadovanou stupňovitost a pivo se nechávalo kvasit do druhého dne u nealkoholického a u nízkoalkoholického dva dny při teplotě 2 – 3 °C. Kvasinky při nízkých teplotách neprokváší a nevytváří skoro žádný alkohol.

Uvařené vzorky byly senzorycky hodnoceny respondenty, kteří hodnotili vůni, chuť, plnost, říz, intenzivní hořkost, charakteristickou hořkost a celkový dojem. Podle statistického zpracování senzorycké analýzy vyplývá, že chuť byla dobrá u piva karamelového, čokoládového, nízkoalkoholického, ale i u barvícího. Vůně byla hodnocena pozitivně u piv s přídavkem sladu barvícího a čokoládového. Pro hodnotitele byla piva nízkoalkoholická a piva, která byla uvařena s přídavkem sladu ovesného nejvíce plná. Pro všechny druhy piv byl použit stejný chmel a to chmel Žatecký ve svou dávkách a chmele Premiant v jedné dávce. Dle hodnocení a slovního posouzení hodnotitelů by bylo dobré pивní sortiment rozšířit o piva ovesná a piva vařená 50/50 (oves – ječmen). Naopak piva, která byla uvařena s přídavkem sladu barvícího, byla hodnocena nejhůře, proto bych tato piva neuváděla na trh. Takto uvařená piva nebyla finančně náročná, jelikož se nepoužívalo složité odstraňování alkoholu.

Nízkoalkoholická piva a piva s přídavkem speciálních sladů jsou stále více žádány, protože jsou chutnější, atraktivnější a tím mají velkou budoucnost na trhu.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALBL V. a KOL., Výroba piva a sladu pro učební obor biochemik-biochemička se zaměřením pro: výrobu piva a sladu. 1.vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZVĚ ČR, 1990, (4, 5, 6, 7, 88, 89, 128, 129 s.) ISBN 80-710-5003-2.

BASAŘOVÁ et al., 2010, *Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva*, Praha, VŠCHT Praha, 904 s., ISBN 978-80-7080-734-7

BASAŘOVÁ G., 2005, *Jak se vyrábí nízkoalkoholické a nealkoholické pivo?*, Vesmír, 84, 4, 221, online [cit. 2014-03-09]. Dostupné na: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/jakse-vyrabi-nizkoalkoholicke-a-nealkoholicke-pivo>

BENDOVÁ O., KAHLER M., 1981, *Pivovarské kvasinky*, 1. vyd. Praha, Státní nakladatelství technické literatury

BRÁNYIK et al., February 2012, *A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production*, Journal of Food Engineering, Volume 108, Issue 4, 493-506 s.

BRIGGS et al., 2004, *Brewing Science and practice*, North America and England, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 881 s.

CALTOVÁ, Jana. Možnosti vybraných kvasinkových kmenů v technologii výroby piva. Brno 2013, 48 s. bakalářská práce na Agronomické fakultě Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Vedoucí bakalářské práce Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

CATARINO M., 2006, *Beer dealkoholization by reverse osmosis*, Desalination, Volume 200, Issue 1-3, s. 397-399 s.

CEJPEK K., 2014: *Vonné a chuťové složky*, Chemické listy 108, 426 – 435s.

ČADKOVÁ D., ČUDLÍK J., JURKOVÁ M., 1996: *Stanovení umělých sladidel v pivu*, Kvasný průmysl, roč. 42, č. 7 – 8, 243 s.

EßLINGER, *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, Copyright, 2009, ISBN 9783527316748, online [cit. 2016-08-02].
Dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527623488>

HRABÁK M., 2001: *Praktický průvodce senzorickou analýzou v pivovarnictví*, Kvasný průmysl, roč. 47, č. 2, 38 – 43 s.

CHLÁDEK L., 2007: *Pivovarnictví*, 1. vyd. Praha: Grada, 207 s. ISBN 978-80-247-1616-9.

JEDLIČKOVÁ, Nikola. *Technologie výroby nízkostupňových piv*. Brno, 2015. 71s. Diplomová práce na Agronomické fakultě Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Vedoucí diplomové práce Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

JELÍNEK L., 2008, *destilační a separační metody v úpravě vody*, 1 st ed., Praha, VŠCHT Praha, online [cit. 2016-10-02]. Dostupné na: http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid_isbn-978-80-7080-705-7

KADLEC et al., 2009, *Co byste měli vědět o výrobě potravin?*, Ostrava, KEY Publishing, 536 s.

KOSAŘ K., 2000, *Technologie výroby sladu a piva*, Praha, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 398 s., ISBN 80-902658-6-3

KUNZE, W.: *Technology Brewing and Malting*. Berlin: VLB Berlin Verlagsabteilung, 1996 726p. ISBN 3-921 690-34-X

LABORATORNÍ METODY, 2015: *Vysokoúčinná kapalinová chromatografie*. Dostupné online [cit. 2016-02-15]. Dostupné na: <http://labmet.zshk.cz/vyuka/hplc.aspx>

MCKAY, M., BUGLASS, A. J., GOOK LEE, C. December 2010, *Low Alcohol and Non-Alcoholic Beers, Ciders and Wines*, *Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and Nutritional Aspects*, Volume 1, 447-454 s.

MOOL, M., *Beers & coolers*. 1.vyd. Andover, Hampshire: Intercept Ltd., 1994. 495p. ISBN 1-898298-2.

MOHAMMADI A., April 2011, *A Comparison between sugar consumption and ethanol production in wort by immobilized Saccharomyces cerevisce, Saccharomyces ludwigii and Saccharomyces rouxii on brewer's spent grain*, Brazilian Journal of Microbiology, Volume 42, Issue 2, 605-615 s.

NARZISS L., Back W., 2005: *Abriss der Bierbrauerai*. 6. Auflage. Weiheim: Wiley-VCH, 407s.

NĚMEC D., 2012, *Problematika technologie nealkoholického piva v pivovaru Černá Hora*, Bakalářská práce, Brno: MENDELU Brno, 48 s.

NOVÁKOVÁ J., RICHTER F., 2009, *Pivo jako křen: domácí vaření piva a vše o pivu*, 1. vydání Praha, Radioservis, 136s., ISBN 978-80-86212-69-2

PELIKÁN M., SÁKOVÁ I., 2001, *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita., ISBN 80-704-0502-3.

POTĚŠIL V., ZEDEK V., 2008: *Výroba nealkoholického piva vakuovou destilací*, Kvasný průmysl, roč. 54, č. 5, 149-152 s.

RUSSO P., et al., 2013, *Investigation of osmotic distillation technice forbeer dealcoholization*, Chemical Engineering Transactions, Volume 32, 1735-1740 s.

RUŽBARSKÝ J., 2005, *Potravinářská technika*, Prešov, Fakulta výrobných technologií, 564 s., ISBN 80-8073-410-0

SBÍRKA ZÁKONŮ 122/2011 Sb. Online [cit. 2016-18-03]. Dostupné na: file:///C:/Users/admin/Downloads/vyhlaska_4_2008_Sb.pdf

SOHRABVANDI S., 2008: *Optimization alkohol free beer production produced with restricted fermentation practice*. PhD. Dissertation, Tehran University, Tehran, Iran.

Sigler K., Matoulková D., 2011 *Pivovarské kvasnice a reakce na stres*, Kvasný průmysl, roč. 57, č. 7-8, 277-284 s.

ŠAVEL J., 2002: *Názvosloví a druhy kvasnic*. Dostupné online [cit. 2015-12-02]. Dostupné na: <http://www.pivnidenik.cz/clanek/287-Varecne-kvasnice-I/index.htm>

VYHLÁŠKA 130/2010 Sb. Online [cit. 2016-20-01]. Dostupné na: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/cze124870.pdf>

VYHLÁŠKA 335/1997 Sb. Online [cit. 2016-20-01]. Dostupné na: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=335~2F1997&rpp=15#seznam>

ZÝBRT V., 2005, *Velká kniha piva: vše o pivu*, 1. vydání Olomouc, Rubico, 154 s., ISBN 80-734-6054-8

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: *Vystírací pánev*

Obrázek 2: *Schéma výroby piva*

Obrázek 3: *Možnosti výroby nealkoholického piva*

Obrázek 4: *Odparka s klesajícím filmem*

Obrázek 5: *Vakuová odparka*

Obrázek 6: *Nízkoalkoholické pivo reverzní osmózou*

Obrázek 7: *Dealkoholizace piva dialýzou*

Obrázek 8: *Šrotovník Romill MS 100*

Obrázek 9: *Voda se sladem*

Obrázek 10: *Přídavek chmele*

Obrázek 11: *Schéma plynové chromatografie*

Obrázek 12: *Ultrazvuk*

Obrázek 13: *Centrifuga*

Obrázek 14: *Plynový chromatogram*

Obrázek 15: *Senzorické hodnocení čokoládového nealkoholického piva z minipivovaru*

Obrázek 16: *Senzorické hodnocení nelkoholického piva*

Obrázek 17: *Senzorické hodnocení nízkoalkoholického piva*

Obrázek 18: *Senzorické hodnocení piva s barvicím sladem*

Obrázek 19: *Senzorické hodnocení piva s přídavkem karamelového sladu*

Obrázek 20: *Senzorické hodnocení piva s přídavkem čokoládového sladu*

Obrázek 21: *Senzorické hodnocení piva s přídavkem vídeňského sladu*

Obrázek 25: *Porovnání světlého sladu a sladu z ovsa*

Obrázek 26: *Porovnání piva ze světlého sladu a piva ze světlého a ovesného 50/50*

Obrázek 27: *Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přídavkem sladu čokoládového*

Obrázek 28: *Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přídavkem sladu karamelového*

Obrázek 29: *Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přídavkem sladu vídeňského*

Obrázek 30: *Porovnání piva ze světlého sladu a piva s přídavkem sladu barvicího*

Obrázek 31: *Porovnávání nealkoholického piva a piva nízkoalkoholického*

Obrázek 32: *Senzorické hodnocení chutě čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Obrázek 33: *Senzorické hodnocení vůně čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Obrázek 34: *Senzorické hodnocení plnosti čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Obrázek 35: *Senzorické hodnocení žízu čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Obrázek 36: *Senzorické hodnocení intenz. hořkosti čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Obrázek 37: *Senzorické hodnocení char. hořkosti čokoládových nealkoholických piv z minipivovaru*

Obrázek 38: *Statistické hodnocení chutě piva*

Obrázek 39: *Statistické hodnocení vůně piva*

Obrázek 40: *Statistické hodnocení řízu u piva*

Obrázek 41: *Statistické hodnocení charakteru hořkosti u piva*

Obrázek 42: *Statistické hodnocení intenzity hořkosti piva*

Obrázek 43: *Statistická odchylka u vídeňského sladu*

Obrázek 44: *Statistická odchylka u barvícího sladu*

Obrázek 45: *Statistická odchylka u karamelového sladu*

Obrázek 46: *Statistická odchylka u čokoládového sladu*

Obrázek 47: *Statistická odchylka u ovesného sladu*

Obrázek 48: *Statistická odchylka u kombinovaného sladu*

Obrázek 49: *Statistická odchylka u nealkoholického piva*

Obrázek 50: *Statistická odchylka u nízkoalkoholického piva*

Obrázek 51: *Statistická odchylka čokoládového piva z minipivovaru*

9 TABULKY

Tabulka 1: *Suroviny použité na vaření nealkoholického piva*

Tabulka 2: *Suroviny použité na vaření nízkoalkoholického piva*

Tabulka 3: *Surovina použité na vaření nealkoholického piva v minipivovaru*

Tabulka 5: *Směrodatná odchylka – nealkoholické čokoládové pivo z minipivovaru*

Tabulka 6: *Směrodatná odchylka – nealkoholická piva s přídavkem ochucených*

Tabulka 7: *Směrodatná odchylka- nealkoholických a nízkoalkoholických piv*

Tabulka 8: *Obsah sacharidů v mladině*

10 SEZNAM ZKRATEK

% hm.	Hmotnostní procento
% obj.	Objemové procento
ŽPČ	Žatecký poloraný červeňáku
IBU	Jednotka hořkosti piva - International Bitterness Units
$C_6H_{12}O_6$	Glukóza
C_2H_5OH	Ethanol
CO_2	Oxid uhličitý
MPa	Megapascal
EU	Evropská unie
USA	Spojené státy americké
Nd	Nedefinováno

11 PŘÍLOHY

Příloha 1: Tabulka pro sensorické hodnocení

BODOVÉ HODNOCENÍ PIVA			Jméno:			
Zdravotní stav:			Datum a čas:			
stabilita pěny ¹ (s):			výška pěny (mm):			
kvalita pěny ² : řídká			střední		hustá	
uvolňování CO ₂ (fyziky bublinek): silné			střední		slabé	
čirost ³ : čirá			opalescence		zákal	
			sedlina		slovní popis:	
znak jakosti	body	slovní charakteristika	1	2	3	4
vůně	5	velmi silná				
	4	silná				
	3	střední				
	2	slabá				
	1	velmi slabá				
otzi vůně	E	velmi silná				
	D	silná				
	C	střední				
	B	slabá				
	A	velmi slabá				
	slovní popis					
chuť	5	velmi silná				
	4	silná				
	3	střední				
	2	slabá				
	1	velmi slabá				
otzi chuť	E	velmi silná				
	D	silná				
	C	střední				
	B	slabá				
	A	velmi slabá				
	slovní popis					
pívnost	5	pívné, zaskrouhlené				
	4	pívné				
	3	málo pívné				
	2	nezsokrouhlené				
	1	prázdné				
řiz	5	příjemné, řízné				
	4	řízné				
	3	málo řízné				
	2	zřetelné; velmi řízné				
	1	velmi zřetelné; extrémně řízné				
intenzita hořkosti	5	velmi silná				
	4	silná				
	3	střední				
	2	slabá				
	1	velmi slabá				
charakter hořkosti - doznívání	5	silně uipřevládí				
	4	uipřevládí				
	3	mírně uipřevládí				
	2	jemná				
	1	velmi jemná				
celkový subjektivní dojem	9	mimořádně dobrý				
	8	velmi dobrý				
	7	dobrá				
	6	dost dobrý				
	5	střední				
	4	dost špatný				
	3	špatný				
	2	velmi špatný				
	1	mimořádně špatný				

¹ - za částečnou vlnku naplňte čirou vlnku, napl. 1: 125a

² - za Velikou vlnku naplňte částečnou vlnku, napl. střední 1

