

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**RADOSLAV NĚMEČEK**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



**Diplomová práce**

Možnosti použití vybraných náhražek sladu a chmele při výrobě piva

*Vedoucí práce:*  
Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

*Vypracoval:*  
Radoslav Němeček

---

Brno 2016

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

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

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

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

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **ABSTRAKT**

Cílem mojí diplomové práce bylo zjistit možnosti využití náhražek sladu a chmele při výrobě piva.

V diplomové práci je popsána výroba piva, dále je v ní problematika náhražek chmele a sladu a jejich zpracování při výrobě piva. Při posuzování vhodnosti náhražek, jsem posuzoval průběh varního procesu a také sensorické vlastnosti uvařených piv.

Z výsledků mojí vyplývá, že chmel a slad jsou na našem území velice těžko nahraditelnou surovinou.

Klíčová slova: náhražky, sensorický profil, výroba piva

## **ABSTRACT**

The aim of my thesis was to investigate the possibility of using substitutes for malt and hops in beer production.

The thesis describes the production of beer, as is the issue of substitutes hops and malt processing and beer production. When assessing the suitability of the substitutes, I reviewed the progress of the brewing process and the sensory properties of beers.

Accordance to my results is that hops and malt are on our territory is very difficult to recoverable resource.

Keywords: substitutes, sensory profile, beer production

## **Obsah**

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>12</b>
<b>2 LITERÁRNÍ ČÁST.....</b>	<b>13</b>
2.1 Pivo a jeho historie.....	13
2.2 Suroviny pro výrobu piva.....	16
2.2.1 Slad.....	16
2.2.2 Chmel .....	17
2.2.3 Voda .....	20
2.2.4 Náhražky sladu.....	21
2.2.5 Náhražky chmele.....	25
2.3 Varní proces .....	27
2.3.1 Šrotování .....	27
2.3.2 Vystírání .....	28
2.3.3 Rmutování .....	29
2.3.4 Scezování mladiny a vyslazování mláta.....	33
2.3.5 Chmelovar .....	35
2.3.6 Odlučování kalů a chlazení mladiny .....	38
2.3.7 Provzdušňování mladiny .....	39
2.3.8 Kvašení mladiny a dokvašování piva.....	39
2.4 Zpracování náhražek sladu.....	41
2.4.1 Běžné postupy .....	41
2.4.2 Nové technologické postupy zpracování náhražek .....	41
2.4.3 Přidávání enzymů během zpracovávání náhražek .....	42
<b>3 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>43</b>
<b>4 MATERIÁL A METODIKA .....</b>	<b>44</b>

4.1 Výroba piva za použití vybraných náhražek sladu a chmele .....	44
4.1.1 Experimentální várky v laboratoři.....	44
4.1.2 Experimentální várka ve školním pivovaru .....	47
<b>5 VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>48</b>
5.1 Porovnání průběhu varního procesu.....	48
5.2 Senzorické hodnocení .....	49
5.2.1 Hodnocení sladových náhražek.....	51
5.2.2 Hodnocení pelyňky jako náhražky chmele .....	57
5.2.3 Srovnání celkového dojmu vzorků s náhražkami .....	59
5.3 Porovnání extraktu původní mladiny, zbytkového extraktu a stupně prokvašení výsledných piv.....	61
5.2.4 Srovnání laboratorních várek obsahujících 10 % a várky provedené na školním pivovaru .....	63
<b>6 ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>66</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>69</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>70</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>72</b>

# 1 ÚVOD

Pivovarnictví má na celém světě bohatou historii. Během této historie prošlou řadu změn, některé byly významnější některé méně, měnily se i suroviny, ze kterých se pivo vařilo, i dnes jsou určité rozdíly, dle geografických podmínek. V posledních desítkách let se většina pivovarů snaží snižovat náklady na výrobu, jako jedna z variant se jeví použití levnějších náhražek současných surovin.

Při výrobě piva může docházet k nahrazování části sladu, který se vyrábí máčením, klíčením a hvozdním ječmene různými surogáty. Mezi tyto surogáty se řadí jiné druhy obilovin. Ty se mohou používat jak ve sladované, tak i v nesladované podobě. Dále se jako náhražky používá cukr, nebo různé druhy cukerných sirupů a hydrolyzátů.

Naopak chmel už neodmyslitelně patří mezi surovinu, která se při výrobě nenahrazuje, avšak v historii výroby piva se používaly různé druhy rostlin pro úpravu chuti a prodloužení jeho trvanlivosti.

## 2 LITERÁRNÍ ČÁST

### 2.1 Pivo a jeho historie

Pivo se řadí mezi slabě alkoholické nápoje, který je přirozeně sycený oxidem uhličitým. Vyrábí se neúplným zkvašením mladiny obsahující zkvasitelné cukry, která je ochucována bylinami, v dnešní době především chmelem a kvašena za využití pivovarských kvasnic. (Komár 2005)

Historie sladu spolu s historií výroby piva má dlouhou historii a patří mezi nejstarším cílevědomým činnostem člověka od doby 10 000 až 7 000 let před naším letopočtem. O vzniku kvašených obilných nápojů, které jsou předchůdci dnešního piva, se vedou pouze dohady. A dle římského spisovatele Plinia Staršího, lidé na ničem jiném tak horlivě nepracovali, jako na výrobě různých nápojů, které buď přestali připravovat, nebo vymysleli další. (Stewart 2016, Basařová et al. 2011)

Jako kolébka piva je považována oblast mezi řekami Eufratem a Tigridem. Jde o oblast Mezopotámie, kde v 10. až 7. tisíciletí před naším letopočtem místí obyvatelé připravovali s pěstovaného obilí, hlavně ječmene, pšenice a prosa kvašené nápoje. Kvašené nápoje se původně připravovali v domácnostech pomocí primitivních postupů s různých škrobnatých surovin, pivo se dále dochucovalo chmelem, různými bylinami, kůrou dubu, jehličím aj. Chmel, který se začal používat až v 6. století Slovany, má původ v Číně. (Basařová et al. 2015, Novák Večerníček 2009)

Asi nejstarší zmínka o pivu na našem území pochází z roku 448, pivem uctili Slované tehdejší císařské posly Byzantské říše. Pivo vařili jak předslonští obyvatelé, tak i slovanské národy, které obývali naše území. První zpráva o vaření piva na našem území pochází z roku 993, která se váže k Břevnovskému klášteru. Slované ze střední a jižní Evropy připravovali piva z pšenice, ovsa avšak nejvíce používali ječmen. (Basařová et al. 2015)

Slované patří mezi nejstarší národy, které při výrobě piva používali chmel, pro dochucení piva. Nejstarším dokladem o pěstování chmele na našem území, je



nadační listina Břetislava I., který panoval 1034-1055. Kdy byly zavedeny desátky z chmele. (Basařová et al., 2010, Novák Večerníček, 2009)

První písemná zmínka o vaření piva na našem území pochází z roku 1088 v nadační listině Vratislava II. V této zachované listině se nachází desátek z chmele. (Novák Večerníček, 2010)

Na začátku středověku se pivo vyrábělo v domácnostech. Postup výroby se dědil po generace. Ve 13. století byly zakládána královská města, která měla právo várečné, a platilo pro každého občana, jenž vlastnil dům uvnitř města. Záhy měli mezi sebou měšťané spory, protože ti kteří připravovali slad, také chtěli výhradní právo pro přípravu piva. Ale rozhodnutí Václava II. z roku 1398 právo vařit zůstalo všem měšťanům, protože vaření piva nebylo považováno za řemeslo, ale za obchod. Díky tomuto rozhodnutí mohli právovárečníci provozovat i jiné řemeslo. (Basařová et al., 2011)

Během 13. století se na českém území objevují první měšťanské pivovary. Kdy každý dům s právem várečným mohl mít veškeré vybavení potřebné pro výrobu sladu a piva. Avšak rozmach těchto pivovarů nastal od druhé poloviny 14. století. Mezi 15. a 16. století se pivovar nacházel skoro v každém městě v království. (Novák Večerníček, 2009)

František Ondřej Poupě narozený roku 1753, proslul, jako první velký reformátor českého pivovarnictví, který svoje poznatky o výrobě sladu a piva doporučoval českým sládkům a také o nich psal ve svých knihách. Poupě se přičinil o rychlé zlepšování výroby piva a sladu. Hlavně aby kvalita sladu a piva byla co nejstálější. Zajímal se také o celkové uspořádání staveb pivovaru. Roku 1788 jako první český sládek začal používat teploměr ke kontrole teploty, která se do té doby jen odhadovala ponořením ruky do várky piva. Poupě zkonstruoval zařízení, kterým se dala zjistit koncentrace extraktu, toto zařízení se nazývalo pivní váha. Navrhoval také, aby byly v pivovarech instalovány šrotovací zařízení, že je to ekonomicky a technologicky vhodnější. (Basařová et al., 2011, Basařová et al. 2010, Kozák & Kozáková, 2013)

V roce 1842 byl v Plzni postaven občany, měšťanský pivovar, jenž měli várečné právo. Do plzně pozvali německého sládka Josefa Grolla. Pivovar byl postaven, podle německých pivovarů, které umožňovali kvašení piva, při nižších teplotách než dosud.

Nízká teplota se před vynálezem strojního chlazení udržovala pomocí tajícího ledu. Německý sládek, uvařil stejné pivo jako v Německu, jen s tím rozdílem, že místo tmavého sladu použil slad světlý. Vzniklé pivo se dočkalo velkého obdivu, mělo zlatožlutou barvu a velkou pěnivost, díky ní se na pivě tvořila hustá sněhobílá pěna. Tak se zrodil, pivní styl pils, který postupem času začali napodobovat sládci na celém našem území a pak také po celém světě. (Chládek, 2007, Kozák & Kozáková, 2013)

V 19. století došlo k velkému rozvoji pivovarnictví na našem území, díky průmyslové revoluci a také díky vzrůstající oblíbenosti českých světlých ležáků v zahraničí. V druhé polovině 19. století docházelo ke vzniku sladoven, jako samostatných podniků, do té doby si pivovary slad vyráběly sami. Došlo k přechodu z přímého vytápění na vytápění párou. Meziprodukty se začali místo ručního přemísťování přemísťovat potrubím, pomocí pístových nebo odstředivých čerpadel. Kvalitu piv zlepšilo na konci 19. století zavedení čistých kvasničných kultur. (Basařová et al., 2011, Basařová et al. 2010, Chládek, 2007)

Během velkého konkurenčního boje klesl počet pivovarů z 804 v roce 1900 na 648 v roce 1913, avšak tohoto roku se dosáhlo rekordního výstavu 13 112 710 hl piva. A během I. Světové války zažilo české pivovarnictví velkou pohromu. Nebyl dostatek surovin pro výrobu, odchod zkušených pracovníků na frontu. Dále pak demontáž zařízení, vzhledem k potřebě barevných kovů. Během války, bylo zastaveno 122 pivovarů. Roku 1917 klesl výstav na 1 703 013 hl. (Basařová et al. 2011, Basařová et al., 2010)

V letech 1921 – 1937 klesl počet pivovarů z 590 na 381, z důvodu přesunu výroby, do větších pivovarů. Pokračovala také modernizace pivovarů a také sladoven. Objevilo se mnoho nových prvků při stáčení piva, kdy se začalo pivo stáčet s protitlakem. Dále došlo ke zdokonalení mytí lahví a sudů. Lahvové především exportní pivo se začalo pasterovat. (Basařová et al., 2010)

Během II. Světové války došlo opět k útlumu pivovarnictví, na našem území. Ztrátou Sudet Česko přišlo o 121 pivovarů, 63,1 % rozlohy chmelnic a 29,4 % oseté plochy ječmenem. Dále díky okupaci uhelných dolů a skláren, byl vyvolán nedostatek energií a skleněných lahví. Při výrobě se používaly náhražky sladu a extrakt původní mladiny klesl až na 3,2 %. Jen v roce 1942 bylo zastaveno 72 pivovarů a zbylé pivovary

nebyly opravovány a dostávaly se do velmi špatného stavu. (Basařová et al., 2010, Chládek, 2007)

V roce 1948 došlo ke znárodnění všech pivovarů a sladoven na našem území. Ty byly pak soustředěny do větších skupin a neustále docházelo, ke změnám centrální organizace. Po roce 1989 se začalo s privatizací pivovarů a sladoven. A v následujících letech docházelo k jejich modernizaci. Některé, především menší pivovary, disponovaly zařízení ještě z dob první republiky. (Basařová et al., 2010, Chládek, 2007)

V roce 2008 byla udělena České republice ochranná známka České pivo. Tato známka platí pro pivo s typickými organoleptickými vlastnostmi, pivo je vyráběno pouze na území Čech a Moravy. Při výrobě Českého piva musí být použity výhradně české suroviny a tradiční vědomosti českých sládků. Toto označení se neplatí pro piva vyráběná v zahraničí z českých surovin a s licencí českého pivovaru. (Basařová et al., 2010)

## **2.2 Suroviny pro výrobu piva**

### **2.2.1 Slad**

Vyrábí se sladováním, z ječmene, které zahrnuje máčení, klíčení a hvozdění. Tímto procesem se u sladu vytváří typické chuťové, aromatické a barvicí látky. (Dostálová et al., 2014)

#### **2.1.1.1 Druhy sladu**

Úpravou technologického procesu máčení, klíčení lze usměrňovat biosyntézu sladových enzymů a jejich aktivitu, které působí na složky extraktu, jedná se hlavně o míru degradace vysokomolekulárních látek. Množství vytvořených barevných a aromatických látek můžeme ovlivňovat úpravou hvozdění. V České republice se nejběžněji vyrábí světlý slad plzeňského typu a slad tmavý mnichovského typu, ostatní druhy jsou vyráběny jen v malém množství.

- Světlý slad plzeňského typu:

Je používán při výrobě světlých piv typu ležák, konzumních a piv speciálních, které mají různou koncentraci extraktu v původní mladině. Pro tento druh sladu je typická nízká hodnota barvy sladiny, to je způsobeno nízkými teplotami při hvozdění. Světlé slady se vyznačují dostatečnou enzymatickou aktivitou, pro dokonalé zcukření šrotu během rmutování- Optimální aktivita proteolytických enzymů, způsobuje optimální složení dusíkatých látek.

- Slady mnichovského typu:

Vyznačuje se charakteristickou vysokou hodnotou barvy sladiny a výrazným obsahem aromatických látek, což je následkem vyšším stupněm namočení, rozluštění a vyššími teplotami hvozdění. Naopak vyšší dotahovací teploty při hvozdění snižují aktivitu enzymů.

- Speciální slady:

Jsou používány k výrobě tmavých a speciálních piv, dále při využívání náhražek sladu a pro úpravu určitých znaků sladiny z běžných sladů. Od běžných sladů se odlišují aktivitou enzymů, redoxním potenciálem, kyselostí, barvou apod. Použitím speciálních sladů při výrobě piva se docílí např. úpravy barvy, chutí, pěnivosti aj. Mezi tyto slady se řadí slady karamelové, diastatické, barvicí, melanoidové, proteolytické a slady zvyšující pH. (Basařová & Čepička, 1985, Kosař et al. 2000)

## **2.2.2 Chmel**

Chmel dodává pivu typickou hořkou chuť, charakteristické aroma a má i vliv na technologický proces. Mezi nejdůležitější složky chmele se řadí chmelové pryskyřice, které obsahují  $\alpha$ -hořké kyseliny a jejich izomerované produkty jsou nositelem hořkosti, dalšími významnými látkami jsou silice a polyfenoly, tyto sloučeniny rozhodují o kvalitě finálního piva. (Kosař et al. 2000, Basařová et al. 2010, Chládek 2007)

### **2.2.2.1 Odrůdy chmele**

Dělí se podle zbarvení a červeňáky a zeleňáky. Dále se rostliny chmele rozdělují podle délky vegetačního období na rané, polorané a pozdní. A dle obsahu chmelových

pryskyřic a chmelového aroma, které se řadí u chmele mezi nejdůležitější obchodní hlediska, se dělí na jemné aromatické odrůdy, které mají nižší obsah pryskyřic a příjemné aroma, a dále na vysokoobsažné hořké chmely, pro ně je typický vyšší obsah pryskyřic a méně příznivé aroma. (Kadlec, 2009, Basařová & Čepička, 1985)

### **2.2.2.2 Chemické složení**

V suchých chmelových hlávkách jsou obsaženy složky důležité s technologického a ekonomického hlediska. Složení je dáno odrůdou chmele, klimatickými a geografickými podmínkami, ročníkem a dále je ovlivňováno způsobem posklizňových úprav. (Basařová et al. 2010)

#### *Voda*

Během skladování má vliv na vlastnosti chmele, příliš suchý chmel pod 10 % obsahu vody se drolí a ztrácí technologicky cenné, především hořké látky. Ale u chmele s obsahem vody nad 12 % dochází k větší míře oxidačních a polymeračních změn. S tohoto důvodu by se měla vlhkost chmele pohybovat kolem 10 až 11 %. (Basařová, 2010)

#### *Chmelové pryskyřice*

Nejdůležitější složka chmele a chmelových produktů, jedná se deriváty floroglucinolu. Mezi základní složky patří měkké chmelové pryskyřice ( $\alpha$  – hořké kyseliny a  $\beta$  – hořké kyseliny) a pak nespecifické měkké a tvrdé pryskyřice. Během varu dochází k jejich izomeraci a tím je ovlivňována intenzita a charakter hořkosti výsledného piva. Během skladování a zpracování může dojít oxidačními procesy ke změně složení spektra hořkých látek.

- $\alpha$  – hořké kyseliny: obsahují 7 dosud známých analogů humulonů: humulon, kohumulon, adhumulon, prehumulon, posthumulon, adprehumulon a další 2, které se liší acylovým zbytkem a kde šestým analog byl pojmenován adprehumulon.
- $\beta$  – hořké kyseliny: těchto látek a jejich analogů je ve chmelu obsaženo 3 až 5 %. Řadíme sem 5 pojmenovaných analogů lupolon, kolupulon, adlupulon, prelupulon a postlupulon a další nepojmenované.

- Tvrdé pryskyřice: jedná se o oxidační produkty odvozené od  $\alpha$  – hořkých kyselin, mezi které patří  $\delta$  – pryskyřice, nahořklá humulinová kyselina a neptrně hořký abeo – isohumulon, kterému se přisuzují příznivé účinky na pěnivost piva. Mají v pivovarnictví menší význam než měkké pryskyřice. (Basařová et al., 2010, Basařová & Čepička, 1985, Pelikán et al., 1996)

### *Silice*

Obsah se u chmele pohybuje od 0,5 do 3,0 % hmotnosti a dodávají pivu charakteristickou vůni. Jedná se o směs několika látek různého chemického složení, fyzikálních vlastností a aroma. Jde především o látky terpenického charakteru. Podíl jednotlivých složek závisí na odrůdě, klimatických podmínkách a na podmínkách sklizně a skladování. Dělí se to 3 základních frakcí. (Basařová & Čepička 1985, Kosař et al., 2000, Pelikán et al., 1996)

### *Polyfenolové látky chmele*

Obsahují bohatou směs látek, kde převažují flavonové glykosidy, anthokyanogeny, katechiny a volné fenolové kyseliny. Ve vodných roztocích, se dobře rozpouštějí. Nejvyšší obsah mají aromatické odrůdy chmele. Mají výrazný podíl na vzniku tříslonino-bílkovinných komplexů a tím se podílejí na lomu mladiny. Dále se podílí při vytváření barvy, koloidní stability a také mají pozitivní vliv na oddálení tvorby nebiologického zákalu a stárnutí piva. (Basařová & Čepička 1985)

### *Sacharidy chmele*

V suchém chmelu jsou obsaženy 2 až 4 % monosacharidů, nepatrné množství di-, tri- a oligosacharidů a přibližně 1 až 2 % pektinových látek. Tyto cukry nejsou v technologii nějak významné. (Basařová et al., 2010)

### *Dusíkaté látky*

Jejich obsah ovlivňuje odrůda, podmínky vegetace a sklizeň. Přibližně chmel obsahuje 12 až 22 % respektive 12 až 16 % v sušině dusíkatých látek. Nemají žádná průkazná technologická význam. (Basařová et al., 2010)

### *Lipidy chmele*

V suchém chmelu je obsaženo asi 3 % lipidů. Jedná se o různé alkoholy estery, kyseliny a steroidní látky, které nejsou významné pro kvalitu piva. (Basařová et al., 2010)

### *Minerální látky*

Obsah se pohybuje od 7 až do 10 % v suchém chmelu a může se pohybovat i ve větším rozsahu, který záleží na podmínkách pěstování a použitých prostředcích. Měď, mangan a zinek při zvýšeném obsahu ve chmelu, mohou ovlivnit růst kvasinek při kvašení i způsobit zhoršení koloidní stability piva. (Basařová et al., 2010)

## **2.2.3 Voda**

Díky roční světové produkce 1,34 mld. hl je pivo pátým nejvíce konzumovaným nápojem. Spotřeba vody v pivovarech se pohybuje od 4 do 11 hl na 1 hl vyrobeného piva a tím se pivovarství řadí mezi průmyslová odvětví s největší spotřebou vody. A vzhledem k tomu že voda je v pivovarnictví nenahraditelná je spíše vyvíjí tlak na snižování spotřeby vody a také na snižování množství odpadních vod. Vodů používanou v pivovarnictví rozdělujeme do tří skupin podle účelu použití. (Basařová et al., 2010, Fillaudelaun et al. 2006)

### **2.2.3.1 Varní voda**

Řadí se mezi základní suroviny a její složení ovlivňuje kvalitu konečného produktu. Vlastnosti varní vody musí být v souladu s vlastnostmi požadovanými u pitné vody. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2007)

### **2.2.3.2 Mycí a sterilační voda**

Nesmí být zdrojem chemické a mikrobiální kontaminace a musí být bez cizích zápachů. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2007)

### **2.2.3.3 Provozní voda**

Složení odpovídá jednotlivým stanoveným standardům, které jsou určeny, pro jednotlivé výrobní operace. U vody, která se používá pro chlazení, někdy dochází k úpravě chemického složen. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2007)

Dále vodu dělíme do druhů pivovarských vod. Tyto druhy, které se používají pro výrobu známých typů pív, se rozlišují nepatrnými rozdíly chemického složení. V dnešní době jde díky moderním úpravám zajistit základní chemické složení vody. Nejde však zajistit kompletní rovnováhu mikroelementů, plynů, které jsou ovlivněny místem, odkud je voda získávána.

- Plzeňská voda: jedná se o měkkou vodu a obsahuje malé množství anorganických složek, díky tomu je vhodná pro slině chmelená spodně kvašená piva.
- Mnichovská voda: tvrdost vody se pohybuje na hranici středně tvrdé a tvrdé vody, malý obsah chloridů a síranů a více uhličitánů a vápníku.
- Dortmundská voda: je velmi tvrdá, převažuje u ní nekarbonátová tvrdost na tvrdosti karbonátovou.
- Vídeňská voda: používá se pro piva s přechodem mezi světlými a tmavými pivy, jde o velmi tvrdou vodu a její. (Basařová et al. 2010, Kadlec et al., 2009)

#### **2.2.4 Náhražky sladu**

Definují se jako surogáty, rozdělují se na škrobnaté a cukerné. K jejich používání dochází z ekonomických důvodů, v místech kde je nedostatek sladu a v období nedostatku. A také se některé náhražky využívají pro zajištění specifických vlastností piva, nebo k výrobě bezlepkových pív. (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2010)

##### **2.2.4.1 Škrobnaté náhražky**

Řadíme sem všechny suroviny, které obsahují vysoké množství škrobu, nebo sacharidů s podobnými vlastnostmi a jsou prakticky zpracovatelné při výrobě piva. Rozdělujeme je do 3 skupin:

- Nesladované obilí
- Škrobnaté výluhy, sirupy a koncentráty
- Speciální sladové náhražky (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010, Kadlec et al., 2013)



#### ***2.2.4.1.1 Nesladované obilí***

Použité množství záleží na druhu použité obiloviny a enzymatickém potenciálu použitého sladu, protože surové obilí nemá dostatečnou enzymatickou aktivitu pro degradaci. Náhradou do 10 % procent sypání sladu obvykle surogace neprojeví. Při použití 10 až 20 % náhražky sladu, mohou být vyžadovány technologické úpravy a slad musí vykazovat optimální enzymatickou aktivitu. Použití náhrady na 30 % sladu se už musí přidávat průmyslově vyráběné enzymy a počítat se změnou senzorické profilu piva. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2000)

##### *Ječmen*

Jeho použití je všeobecně známou praxí, vzhledem k podobnému složení jako slad, dochází k zachování původních smyslových vlastností. A původně se jeho malý přídavek do 10 % používal pro zlepšení pěnivosti. Hlavní nevýhodou ječmene je jeho nízká enzymatická aktivita. Při mletí ječmene vniká jemný šrot, který může nepříznivě ovlivňovat scezování a při vyšším množství je vhodnější scezování provádět na scezovacích filtrech. (Basařová et al. 2015, Basařová & Čepička, 1985)

##### *Pšenice*

Nesladovaná se používá především při výrobě speciálních belgických piv. Přispívá pivu typickými organoleptickými vlastnostmi a zvyšuje jeho pěnivost. Hlavní předností pšenice je její vysoká extraktivnost v porovnání s ječmenem, ale má vysoký obsah dusíkatých látek, především lepku a to vede k prodloužení scezování a ke snížení koloidní stability. (Basařová et al. 2010, Basařová & Čepička, 1985)

##### *Rýže*

Po ječmeni kukuřici a čiroku patří k nejpoužívanějším náhražkám. V Asii se tradičně přidává jako doplněk pro poskytnutí cukrů pro kvasný proces. Ze všech náhražek, obsahuje největší množství škrobu a naopak obsahuje velmi málo dusíkatých a minerálních látek, to způsobí nižší intenzitu kvašení,lepší odolnost při tvorbě nebiologických zákalů, ale zase dochází ke snížení barvy a plnosti piva. Škrobová zrna rýže jsou velmi obtížně degradovatelná, proto se rmuty musí déle provařovat. Při jejím zpracování se tvoří viskózní produkty, které se připalují během zcukřování. (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010, Davey M. J. et al. 2002)

### *Kukuřice*

Pře jejím použitím se kukuřice zbaví klíčku a pluh, aby se snížil obsah lipidů. Chemické složení se liší podle druhu a původu, extraktivnost je podobná jako u sladu. Používá se především u svrchně kvašených piv. Přídavek kukuřice přispívá ke snížení celkového množství fenolů, které působí jako antioxidanty. Při výrobě se používá jako šrot, čištěný šrot, vločky a jinak upravené produkty. (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010, Fumi M. D. et al. 2011)

### *Čirok*

Je rozšířený především v tropických oblastech, může se také i sladovat. Používá se diferenciované šrotování, kdy dochází k odstranění pluh a perikarpu, tím dochází ke snížení obsahu polyfenolů popřípadě i  $\beta$  – glukánů, tím zlepšíme koloidní stabilitu a stékání mladiny při scezování. (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010)

### *Ostatní obiloviny*

K použití žita a ovse dochází jen mimořádných situacích, způsobují pomalejší scezování a problémy při čerání během dokvašení piva. Triticale se využívá jen velmi málo, mezi jeho výhody patří vyšší zbytková aktivita amylolytických a proteolytických enzymů a vyhovující je i teplota mazování. Ale při vyšší přídavku sypání nad 10 % dochází ke zhoršení filtrovatelnosti a organoleptických vlastností piva. (Basařová et al. 2015, Basřová et al. 2010)

#### **2.2.4.1.2 Škrobnaté výluhy sirupy a koncentráty**

Vyrábí se ze škrobnatých surovin, které se během zpracování více či méně hydrolyzují na nižší sacharidy, nebo zůstává obsah škrobu zachován. Hydrolýza je prováděna pomocí enzymů. Může docházet k nevhodným změnám organoleptických vlastností a jsou nutné investice do jejich dopravy a skladování. (Basařová et al. 2015, Basřová et al. 2010)

#### **2.2.4.1.3 Speciální sladové náhražky**

Do této skupiny se řadí naklíčený ječmen a zelený slad, při použití naklíčeného ječmene do 10 % nedochází k vážným chuťovým změnám piva. Při použití 15 % naklíčeného ječmene dochází sice ke zlepšení pěnivosti, ale také, k nepříznivému

ovlivnění chuti. Větší používání zeleného sladu je limitováno jeho krátkou dobou trvanlivosti. (Basařová & Čepička, 1985, Kosař et al. 2000)

#### **2.2.4.2 Cukerné náhražky**

Jejich výhoda spočívá v dobré rozpustnosti, většinou se dávkuje, až během chmelovaru. Náhražka se pohybuje obvykle od 5 do 10 %, výjimečně do 20%, při použití cukerných náhražek dochází ke snížení obsahu dusíkatých, polyfenolových a růstových látek, zvyšuje se stupeň prokvašení, obsah alkoholu a dochází k poklesu pěnivosti, při vyšších dávkách i plnosti piva. Ve výrobě se aplikují jak v krystalické, tak v tekutém stavu. (Basařová et al. 2010, Basařová & Čepička, 1985, Kosař et al. 2000)

##### *Krystalový cukr*

Patří mezi nejběžnější surogáty, buď řepný, nebo třtinový. Při této surogaci dochází k poklesu barvy piva, a ke zvýšení obsahu alkoholu. Při použití velkého podílu cukru, může dojít k problémům při hlavním kvašení, kdy kvasinky během zkvašování glukózy, předčasně vyčerpají především dusíkaté živiny, které jsou potřebné pro transport hlavního pivovarského produktu maltózy. Tím se může proces kvašení zpomalit až zastavit. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2000)

##### *Surový cukr*

Má světle hnědou barvu, která je dána obsahem zbytků melasy, a proto je ideální pro vaření tmavých a speciálních piv. (Basařová et al. 2010)

##### *Invertní cukr*

Připravuje se hydrolýzou sacharózy, na stejné podíly glukózy a fruktózy. Používá se ve formě sirupů a je dokonale zkvasitelný. (Basařová & Čepička et al., 1985)

##### *Škrobový cukr*

Vzniká enzymatickou nebo chemickou hydrolýzou minerálními kyselinami za zvýšeného tlaku a zvýšené teploty. Po té dochází k neutralizaci, zahuštění a rafinaci. Přesné složení se odvíjí od vstupní suroviny. (Basařová et al. 2010, Basařová & Čepička, 1985)

### 2.2.5 Náhražky chmele

Chmel a z něj vyrobené přípravky jsou zatím nenahraditelnou surovinou pro výrobu piva. Avšak k ochucování piva se původně používaly různé druhy bylin. (Basařová et al., 2010)

K náhradě části chmele hořkými bylinami by mohli přejít pivovary, které by chtěli zvyšovat svou konkurenční schopnost, kdy by se použitím jiných hořkých bylin mohli snížit náklady na výsledný produkt, ale i tak se touto problematikou ve světě příliš nikdo nezabývá, ale v Africe byla provedena studie pro potenciální náhražky chmele.

#### 2.2.5.1 Potenciální africké náhražky chmele

Mezi tyto potencionální náhražky chmele byly vybrány *Grogonema latifolium* (Utazi), *Vernonia amigdalina* (Bitter leaf), *Azaridacta sativa* (Neem), *Garcinia cola* (Bitter Kola). Tyto byliny prokazují podobné mikrobicidní účinky jako chmel, *Azaridacta sativa* se používá při malárii a *Garcinia cola* se užívá při žaludečních problémech. Tyto byliny byly porovnávány s chmelem, cílem analýzy bylo porovnání extrakce pryskyřic a změny obsahu hořkých látek v extraktu během skladování. Dále se porovnávalo chemické složení potenciálních náhražek s chmelem, kdy se porovnávala vlhkost, obsah bílkovin, tuků, minerálních látek, hrubá vláknina, obsah celkových pryskyřic a éterických olejů. (Ajebesone P. E. & Aina J. O., 2004)

Před rozborem se čerstvé byliny odrhnou, vytrídí, operou ve vodě, pak osuší vzduchem po dobu 10 minut. Po té následuje sušení, které se provádí po dobu 24 hodin, při teplotě 50 °C. (Ajebesone P. E. & Aina J. O., 2004)

Chemický rozbor ukázal v určitých parametrech podobné hodnoty těchto čtyř bylin jako u chmele, ale u některých obsahových složek i velké rozdíly. Velký rozdíl byl v obsahu tuku kdy *Garcinia cola* a *Azaridacta sativa* obsahují tři krát více tuků, *Vernonia amigdalina* obsahuje čtyři krát více tuků a *Grogonema latifolium* obsahuje dokonce šest krát více tuků. Vyšší obsah tuků v pivu vede ke snížení pěnivosti. Obsah bílkovin byl obdobný, jen u *Azaridacta sativa* byl obsah o 3 menší než u chmele. Obsah minerálních látek byl u *Vernonia amigdalina* a *Azaridacta sativa* podobný jako u chmele, u *Garcinia cola* a *Grogonema latifolium* byl obsah popele o 75 % větší než u

chmele. Dále obsah celkových pryskyřic v porovnání s chmelem byl obdobný u *Azardacta sativa* a *Vernonia amigdalina*, kdežto *Grogonema latifolium* obsahuje o polovinu více celkových pryskyřic, ale naopak *Garcinia cola* obsahuje o polovinu méně celkových pryskyřic. A obsah éterických olejů byl u všech čtyř afrických bylin vyšší, u *Grogonema latifolium* a *Vernonia amigdalina* o 20 %, u *Azardacta sativa* o 25 % a u *Garcinia cola* dokonce o 130 %. (Ajebesone P. E. & Aina J. O., 2004)

Studie ještě zohledňuje pokles obsahu hořkých látek během skladování, jako jejich procentuální úbytek oproti původnímu obsahu. Výsledky ukazují, že chmel má lepší skladovací stabilitu, než ostatní byliny. Úbytky hořkosti vodného extraktu jsou uvedeny níže v tabulce, tyto vybrané hodnoty byl měřeny u extraktu skladovaného při 0-1 °C. (Ajebesone P. E. & Aina J. O., 2004)

*Tabulka č. 1: Pokles obsahu hořkých látek během skladování. (Ajebesone P. E. & Aina J. O., 2004)*

Rostlina	po 4 týdnech	po 8 týdnech	po 12 týdnech
<i>Grogonema latifolium</i>	8,45	9,04	9,48
<i>Vernonia amygdalina</i>	5,07	5,93	7,44
<i>Garcinia cola</i>	3,31	4,22	4,95
<i>Azadirachta indica</i>	3,56	4,64	5,12
<i>Chmel</i>	1,84	2,11	2,54

### **2.2.5.2 Další možné náhražky chmele**

Chmel dodává pivu hořkost a prodlužuje jeho údržnost, s toho vyplývá, že jako náhražku bychom měli volit rostlinu, která při vaření ve vodě, uvolňuje hořké, antioxidační a mikrobicidní látky. I když je dnes chmel neodmyslitelnou surovinou pro výrobu piva, vždy tomu tak nebylo. K výrobě se používaly i jiné druhy rostlin. (Basařová et al. 2010, Buhner 2002)

V Anglii se dříve vařili alkoholické nápoje podobné pivu s kopřiv, kterým připisují léčivé účinky. V Evropě, více než tři sta let patřili mezi dva nejoblíbenější nápoje, petrklíčové pivo a víno. Heřmáněk, ze kterého dnes připravuje především čaj, se dříve přidával do kvašených nápojů, kde zvyšoval jejich opojnost. Chmel, díky své hořkosti

zvyšuje lahodnost sladu, toto obdobně umí i pelyněk, který také posiluje žaludek, brání zahnívání. Pelyněk mám při výrobě piva dlouhou historii. (Buhner 2002)

#### **2.2.5.2.1 Pelyněk pravý**

Při užívání pelyňku ze zdravotního důvodu, se pelyněk užívá ve formě šťávy, sirupu a vytlačeného oleje, ale nejlepší zdravotní účinky, má v pivu a vínu. Použitím pelyňku jako náhražky části chmele dojde k zvýšení zdravotního benefitu. (Buhner 2002)

Mezi hlavní účinné látky se řadí silice, jejich obsah se pohybuje od 0,2 do 0,8 %. Hlavními silicemi jsou thujon, thujalkohol, terpeny felandren a kadinen, tyto hlavní složky nejsou těkavé. Ale během varu se rozkládají na chamazulen, který je těkavý. (Tomko, 1999)

## **2.3 Varní proces**

### **2.3.1 Šrotování**

Provádí se za účelem vymletí endospermu, ze kterého získáváme vhodné podíly jemných a hrubých částic a to při zachování celistvosti pluch. Mechanické porušení je důležité pro rychlost chemických a biochemických pochodů, které probíhají během vystírání a rmutování. Podmínky mletí saldu, značně ovlivňuje výroba sladu. (Basařová et al 2010, Briggs 1998)

Sladové zrnko je nestejně rozluštěné, míra jeho rozluštění je největší v zárodečné části a naopak nejmenší ve špičce zrna. Tím je způsobeno, že jednotlivé podíly vzniklé mletím zrn mají, rozdílné složení, fyzikální a biochemické vlastnosti. Části z okolí špičky se hůře melou a tvoří hrubou krupici. Z více rozluštěných částí se tvoří hlavní podíly jemné krupice a mouky. Špičky, které jsou chudé na enzymy a těžko se z nich získává rozpustný extrakt. Obalové části zrn tzv. pluchy jsou tvořeny převážně celulózou, která je ve vodě nerozpustná, dále obsahují polyfenoly a rozpustné látky. Pluchy, jsou značně elastické, u dobře rozluštěných sladů odolávají tlaku, který je na zrnko vyvíjen během mletí, během mletí se musí pluchy zachovat celistvé, to je důležité pro vytvoření filtrační vrstvy při scezování. Rozemleté pluchy prodlužují dobu

scezování a látky, které se s ních vyluhují látky, zhoršující barvu, charakter hořkosti, celkový chuťový profil, koloidní i senzoryckou stabilitu. Při použití sladivých filtru během scezování se slady rozemelou včetně pluch. Podle typu zařízení, které je k dispozici pro scezování se volí způsob mletí a podíly jednotlivých frakcí. (Basařová et al. 2010, Chodounský, 2007)

Zařízení pro mletí sladu, jsou mlecí stolice, nachází se v samostatných místnostech, takzvaných šrotovnách, ty se nachází v blízkosti varen. Dále se ve šrotovně nachází čističky sladu, odlučovače kovových příměsí, vážící a transportními zařízeními pro přesun sladu a šrotu. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2000)

#### **2.3.1.1 Mletí sladu za sucha**

Používají se dvouválcové až šestiválcové šrotovníky. Povrch válců je hladký nebo rýhovaný. Válce se mohou pohybovat stejnou nebo rozdílnou rychlostí. (Chodounský, 2007, Kosař et al. 2000)

#### **2.3.1.2 Mletí sladu s kondicionováním**

Kondicionováním se rozumí, že se slad před mletím navlhčí vodou. Pluchy jsou poté elastičtější a odolnější proti rozemílání. Pro vlhčení se může využít i pára, ale zde hrozí přehřátí zrna, to by mohlo způsobit nižší enzymatickou aktivitu sladu. Během kondicionování se dbá na to, aby zvlhly pouze pluchy a endosperm zrna zůstal suchý. (Chodounský, 2007)

#### **2.3.2 Vystírání**

Vystíráním se rozumí míchání sladového šrotu s teplou vodou, která se musí míchat tak aby se netvořily shluky. Používají se vystírací nádoby, ve kterých se smíchává voda se šrotem, ale také se v nich nechává ležet zbytek rmutu, který nebyl přečerpán ke rmutování. Nádoby jsou dobře izolované, dnes jsou vyráběné z nerezové oceli. Základní vybavení je vystěradlo, míchadlo, parník, vypouštěcí otvor a zařízení pro měření teploty a její zápis. Vystěradlo může být různě konstruováno, ale hlavní je aby rovnoměrně dávkovalo šrot a vodu. Teplota vystírání se volí podle míry rozluštění sladu, u dobře rozluštěných sladů se většinou vystírá při teplotě 35 až 38 °C po dobu 10 minut. (Basařová et al. 2010, Basařová & Čepička, 1985, Kosař, 2007)

### **2.3.3 Rmutování**

Během rmutování dochází ke štěpení látek tvořících extrakt sladu tak, aby se rozpustili ve vodném roztoku. Tyto látky v potřebném zastoupení jsou důležité pro další technologický postup a kvalitu piva. Během tohoto procesu dochází k mechanickým, fyzikální a biochemickým dějům. (Basařová et al. 2010, Basařová & Čepička 1985)

#### **2.3.3.1 Změny během rmutování**

##### **2.3.3.1.1 Štěpení škrobů působením amylolytických enzymů**

Probíhá ve třech stupních, bobtnání, mazovatění a ztekucení. Bobtnání a mazovatění je děj fyzikálně-chemický. Tento děj je převážně ovlivněn rychlostí zahřívání a teplotou, odrůdou ječmene, ze kterého je slad vyrobený. Ztekucení škrobů je zajišťováno enzymy. Během ztekucování dochází k postupnému zkracování řetězců molekul amylosy a amylopektinu. Ztekucení a zcukření je tím účinnější, čím důsledněji je vaření rmutu a čím pomaleji zvedáme teplotu rmutu. Zda je všechn škrob rozložený na jednoduché cukry se zkouší reakcí rmutu s jódem, se kterým jednoduché cukry nedávají barevnou reakci na rozdíl od škrobu. Amylolytické sladové enzymy odštěpují maltozu ze škrobu přímo, nebo přes meziproducty tzv. dextriny. Dále se odštěpuje malé množství monosacharidů (glukosy, fruktosy), disacharidů, trisacharidů a větší množství oligosacharidů. (Basařová et al. 2010, Kosař, 2007, Pelikán et al., 1996)

Enzym  $\beta$ -amyláza začíná štěpení od neredukujícího konce amylosy, odštěpují se především molekuly maltozy. Amylopektin se také začíná štěpit od neredukujícího konce. Tento enzym končí hydrolýzu amylopektinu 2 až 3 jednotky glukosy před větvením amylopektinu, tím vznikají tzv. hraniční dextriny. Optimální pH v rmutu pro  $\beta$ -amylasu je 5,4 až 5,6 a teplota 60 až 65 °C. (Basařová et al. 2010, Pelikán et al., 1999)

Enzym  $\alpha$ -amylasa, odštěpuje z amylosy oligosacharidy, které obsahují 6 až 7 glukozových jednotek. Optimální pH rmutu je 5,6 až 5,8 a teplota 70 až 75 °C. Od 80 °C dochází k inaktivaci  $\alpha$ -amylasy. (Basařová et al. 2010)

##### **2.3.3.1.2 Štěpení dusíkatých látek působením proteolytických enzymů**

Slad obsahuje aktivní proteolytické enzymy a to endopeptidázy, karboxypeptidázy, aminopeptidázy a dipeptidázy. Při rmutování dochází ke štěpení bílkovin a polypeptidů



na menší části a dochází ke zvýšení obsahu rozpustného dusíku. Složení dusíkatých látek v mladině je závislý na kvalitě sladu, enzymové aktivitě proteáz, teplotě během rmutování, pH a koncentrací rmutu. Štěpení dusíkatých látek probíhá nejvíce při 40 až 60 °C. Při teplotách 45 až 55 °C se odštěpuje nejvíce nízkomolekulárních látek a při teplotách 60 až 70 °C je zase nejvyšší nárůst vysokomolekulární koloidů. Z toho důvodu má při rmutování významná doba odpočinku, pH a koncentrace rmutu. Během bílkovinného odpočinku při teplotách 45 až 55 °C, je optimální aktivita proteolytických enzymů a štěpení látek obsahující dusík nejrovnoměrnější. Velký vliv na působení enzymů má pH, čím blíže se pH rmutu blíží 5, tím více se do rmutu uvolňují větší podíly všech dusíkatých frakcí. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2007, Pelikán et al., 1999)

#### ***2.3.3.1.3 Enzymové štěpení neškrobových polysacharidů***

- Štěpení  $\beta$ -glukanů: Obsah  $\beta$ -glukanů je ovlivněn druhem použitého sladu a aktivitou endo-  $\beta$ -glukanasy, kterou ovlivňují podmínky sladovacího procesu. Vyšší aktivitu vykazují dobře rozluštěné slady. Ke zvýšení obsahu  $\beta$ -glukanů dochází při použití ozimého ječmene nebo při použití nesladovaných obilovin a tím dochází k prodloužení svezování. Mechanizmy podílející se na štěpení  $\beta$ -glukanů, nejsou zcela objasněny, štěpení se účastní řada enzymů.
- Štěpení pentosanů: Štěpení má menší význam kvůli menšímu obsahu pentosanů ve sladu a tím i v mladině a pivu. Rozštěpení jen málo souvisí s kvalitou sladu, naopak velký vliv, na množství které přejde do roztoku má intenzita rmutování. Štěpení pentosanů se účastní endoxylanasa, exoxylanasa a arabinosidasa. Pentosny jsou postupně štěpeny na xylanové dextríny, arabinosu, xylobisu, která může být ještě dále štěpena na xylosu. (Basařová et al. 2010, Kosař, 2007)

#### ***2.3.3.1.4 Změny lipidů***

Začínají již při sladování a pokračují při vaření piva. Většina lipidů, je zachycena, ve sladové mlátě a v kalech při lomu mladiny. Při změně lipidů jsou uplatněny dva systémy: (Basařová et al. 2010, Kosař, 2007)

- Lipasy: Působí při teplotě, 35 až 50 °C. lipidy jsou štěpeny na parciální estery glycerolu respektive, na 2–monoacyl-glycerol případně až na glycerol a mastné kyseliny. Obsah mastných kyselin stoupá až do teplot 65 až 70 °C. (Basařová et al. 2010, Kosař, 2007)
- Lipoxygenasy: Podporují oxidaci nenasycených mastných kyselin, za vzniku hydroperoxidienových kyselin, které jsou velmi reaktivní a mohou být štěpeny hydroperoxidisomerasami a hydroxyperoxidlyasymi na aldehydy, kyseliny a další produkty. (Basařová et al. 2010, Kosař, 2007)

#### **2.3.3.1.5 Změny pH**

Během rmutování dochází k poklesu pH vaření z 5,7 až 6,0 zhruba o 0,15 až 0,30. Na tomto snížení se podílejí aminokyseliny, organické kyseliny, ionty varní vody a také fosforečnany ze sladu. (Basařová et al. 2010)

#### **2.3.3.1.6 Změny polyfenolů**

Polyfenoly, které jsou rozpuštěny v mladině během rmutování, oxidují, polymerují a srážejí z roztoku. U jemnějšího šrotu přechází více polyfenolů, než u hrubších. Se stoupající teplotou stoupá i množství polyfenolů, z nichž část z roztoku vypadne. Složení polyfenolů je ovlivněno obsahem kyslíku v roztoku. Kyslíkem je podporována chemická a enzymatická oxidace. Oxidací se snižuje obsah polyfenolů a tím i redukční aktivita. (Basařová et al. 2010, Narziss 1985)

#### **2.3.3.2 Technologie rmutování**

Způsob rmutování ovlivňuje kvalitativní složení mladiny, tím i celý výsledný produkt. Existuje mnoho způsobů jak provést rmutování, ale v podstatě rozlišujeme 2 způsoby rmutování a to způsob dekokční a infuzní. Výběrem vhodného rmutovacího procesu lze z části vyrovnávat rozdíly v kvalitě surovin. Mezi jednotlivými způsoby jsou rozdíly v teplotě vystírky, rychlosti vyhřívání i prodlevami při rmutovacích teplotách, které jsou. (Basařová& Čepička, 1985, Chodounský, 2007)

- Kyselinotvorná 35 až 38 °C, dříve jí byl přisuzován vliv na zvýšení acidity, dnes ovšem spíše to, že podporuje rozpustnost látek tvořící extrakt sladu a zpřístupní ho sladovým enzymům.

- Peptonizační teplota 45 až 50 °C, v tomto teplotním rozsahu nedochází jen proteolýze, ale i ke štěpení fosforečnanů a neškrobových polysacharidů
- Nižší cukrotvorná 60 až 65 °C, je optimální teplota pro  $\beta$ -amylasy, jejich činností dochází v roztoku ke zvýšení obsahu redukujících cukrů.
- Vyšší cukrotvorná 70 až 75 °C, optimální teplota pro působení  $\alpha$ -amylas, dochází k poklesu viskozity mladiny, zvýšení obsahu redukujících cukrů není tak výrazné.
- Odrmutovací teplota 76 až 78 °C měla by být dosažená po skončení rmutování. (Basařová & Čepička, 1985, Kosař et al., 2000)

#### ***2.3.3.2.1 Dekokční způsob rmutování***

Tento způsob rmutování se vyznačuje provařování dílčích částí vystírky, kterým se říká rmut, většinou 1/3 objemu vystírky. Podle počtu rmutu se jedná o jednormutový až třírmutový postup, avšak nejčastější je používaný dvourmutový způsob. Vařením rmutu docílíme zmazování a ztekucení škrobů. Celý proces dekokčního rmutování spočívá v odebrání rmutu, většinou se odebírá, z vystírky o teplotě 37 °C. tato teplota vystírky se používá u běžně rozluštěných sladů. Při vystírání do vody o teplotě 37 °C je vystírka zahříván na zapařovací teplotu 50 až 52 °C, po jejím dosažení se na této teplotě se udrží prodleva nejčastěji 10 minut. Po uplynutí doby pro zapárku se z ní stáhne rmut, který zahříván na nižší cukrotvornou teplotu, při které se taky udržuje zase kolem 10 až 20 minut. Po té je opět rmut zahříván, tentokrát na vyšší cukrotvornou teplotu a i zde dochází k časové prodlevě, při které se rmut udržuje při dané teplotě. Prodleva se ukončí tehdy, až ve rmutu není obsažen žádný škrob ve rmutu. Přítomnost škrobů ve rmutu se zjišťuje jodovou zkouškou. Po té co je veškerý škrob rozštěpen, se rmut přihřívá na odrmutovací teplotu, kde je udržován 10 minut a pak je přiveden k varu, při kterém se nějaký čas udržován u světlých piv podstatně méně než u tmavých. Po provaření rmutu, dojde k jeho přečerpání ke zbytku díla. Rmut je nutno vracet pomalu za stálého míchání zbytku várky, aby nedošlo k lokálnímu přehřátí. Spojením rmutu a zbytku vystírky dojde ke zvýšení teploty na následující rmutovací teplotu. Tak to můžeme s díla odebrat 1 až 3 rmuty, s tím že další následující rmut bude mít vyšší teplotu než ten předešlý vlivem smíchání rmutu o teplotě blížíci se teplotě varu. U více rozluštěných sladů se vystírka provádí do vody o teplotě 50 - 52 °C. Zbytek rmutování

se provede podobně jako u předešlého způsobu (Basařová & Čepička, 1985, Kosař et al., 2000)

### **2.3.4 Scezování mladiny a vyslazování mláta**

Po skončení rmutování, je na řadě scezování. Jede vlastně o filtraci, při které se oddělí mladina od mláta. Nejprve se získává předek, v druhé fázi dochází k vyslazování mláta teplou vodou, které provádí proto, aby se z mláta vyluhoval extrakt, jenž zůstal v mlátu. Získáváme takzvané výstřelky. Koncentrace extraktu v odtékajících výstřelcích se pomalu snižuje. Když je koncentrace výstřelků kolem 1 %, tak se vyslazování ukončí, současně má být dosaženo požadovaného objemu mladiny, po smíchání předku a výstřelků. (Kadlec et al. 2009, Kosař et al., 2000)

Velký vliv na průběh scezování má složení sypání na várku, míra rozštěpení vysokomolekulárních látek během rmutování, teplotní podmínky a používané technické zařízení. Za hlavní sloučeniny, které zhoršují scezování, jsou považovány  $\beta$ -glukany. Dále mají negativní vliv, veškeré polysacharidy. Hlavně produkty štěpení pentosanů, arabinoxylany. Dále rychlost scezování ovlivňuje celistvost pluch a podíl moučky ve šrotu. (Basařová et al. 2010, Kadlec et al. 2009)

Dlouhé doby scezování je z důvodů senzorické kvality a stability nežádoucí. Tím je podporována tvorba řady komponent staré chuti. Pro rychlost vyslazování, má velký význam teplota použité vody. Nejrychleji se mláto vysladí vodou o teplotě 100 °C. Ale během vyslazování, probíhá ještě v mlátu enzymatická činnost  $\alpha$ -amylas, proto by teplota vody neměla přesáhnout 78 °C, aby nedošlo k její inaktivaci. Zároveň by teplota neměla být menší než 75 °C, aby ztráty extraktu v mlátu, byly co nejmenší. (Basařová et al. 2010)

#### ***2.3.4.1 Scezování mladiny a vyslazování mláta na klasických scezovacích nádobách***

Nádoby určené pro scezování jsou vyrobené z oceli, mědi nebo nerez oceli. Mají válcovitý tvar a jsou tepelně izolované. Jsou opatřeny dvojím, takzvaným jalovým dnem. Jalové dno znamená, že scezovací kád' má dvě dna nad sebou a v horním dnu se nachází štěrby, kterými odtéká předek nebo výstřelky. Typickou součástí jsou

scezovací kohouty. Dno nádoby má po celé ploše, na každých 1,2 až 1,5 m<sup>2</sup> otvor, ke kterému je připojeno potrubí pro odvod sladiny. Horní dno sloužící k zadržování mláta, je vyrobeno z 3 až 5 mm silného mosazného plechu se štěrbinami 30 až 40 mm dlouhými a 0,7 až 1,2 širokými. Štěrbiny se směrem k dolnímu dnu rozšiřují. Na jeden centimetr čtverečný připadá 2500 až 3000 štěrbin. Z celkové plochy by alespoň 8 % měla být volná průtočná plocha. U moderních scezovacích kádí je šířka štěrbin 0,6 až 0,7 mm a průtočná plocha se pohybuje od 8 do 18 %. Dalším důležitým prvkem je kopací a kypřící zařízení, které je tvořeno dvěma až šesti rameny, na kterých se nachází kypřící nože. Výhoz mláta, se zajistí sklopením lišty, která se nachází před kypřícími noži. Dále je zde instalováno kropidlo, které slouží k vyslazování mláta. Mezi další prvky moderních scezovacích kádí patří teplotní čidla, průtokoměry, regulátor rychlosti kypřícího zařízení, průzor sloužící ke kontrole čirosti. Na metr čtvereční dna scezovací nádoby se volí sypání 160 až 180 kg, pro slad kondicionovaný 180 až 200 kg a při mokřím šrotování činí sypání 200 až 250 kg. (Basařová et al. 2010, Basařová & Čepička, 1985, Chodounský, 2007, Kosař et al. 2000)

#### ***2.3.4.2 Scezování sladiny a vyslazování mláta na moderních sladinových filtrech***

Filtry byly zavedeny za účelem zvýšení výtěžnosti sladiny a snížení objemu vyslazovací vody. Kapacita je 12 a více várek za den, o koncentraci předku 22 až 24%. A dále aby mladina měla menší obsah mastných kyselin a menší provzdušnění mladiny. Průtočnost filtračního materiálu je přímo úměrná ploše a tlaku, nepřímo úměrná dynamické viskozitě. Filtrace na sladinové filtru je sice rychlejší, ale při klasickém složení sladového šrotu je obsah kalových částic ve filtrátu vyšší. Aby se tomuto zabránilo tak se šrotování sladu provádí na jemnější částice, než kdybychom scezovali na scezovací kádí. Varní výtěžek dosahuje skoro stejných hodnot, jako v laboratoři. Filtry bývají složeny z modulů, které jsou zasunuty do dutého rámu. Ten je rozdělený dvěma elastickými membránami na dvě části. Dutý rám se nachází mezi dvěma deskami, které jsou potaženy plachetkou s polypropylenu, která slouží jako filtrační vrstva. Membrány, které jsou v každém modulu, se roztahují stlačeným vzduchem. (Basařová et al. 2010, Chládek, 2007, Narrzis 1985)

### **2.3.5 Chmelovar**

Jde o varní proces, kdy se scezená sladina vaří s chmelem. Během chmelovaru dochází k fyzikálním, chemickým a biochemickým změnám. Tento proces je velmi energeticky nákladný (Basařová et al. 2010)

#### ***2.3.5.1 Změny během chmelovaru.***

Při chmelovaru se uskutečňuje řada významných technologických procesů. Během chmelovaru přechází do mladiny těkavé látky, které jsou ve chmelu obsaženy. (Basařová et al. 2010, Moll 1994)

##### ***2.3.5.1.1 Odpaření vody***

Odpaření přebytečné vody se získáváme mladinu o požadované koncentraci. Při nedostatečném odparu, bývá problém s kvalitou vyrobené mladiny. Naopak při větším odparu dochází ke zvýšení energetické spotřeby. Množství odpařené vody, se vyjadřuje jak procentuální část z celkového objemu sladiny o teplotě 100 °C. Var mladiny by měl být co nejintenzivnější. (Basařová et al. 2010)

##### ***2.3.5.1.2 Inaktivace enzymů a sterilace mladiny***

Inaktivace enzymů proběhne ještě při ohřevu mladiny. Při pH 5,3 až 5,7 po 15 minutách varu dochází ke sterilizaci mladiny. Sterilizace mladiny je podpořena vysokou teplotou, sníženým pH a konzervačními účinkem hořkých látek chmele. Mikroorganismy jsou většinou usmrceny již při teplotě pod bodem varu. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2010, Moll 1994)

##### ***2.3.5.1.3 Zvýšení acidity***

Zvýšení acidity předchází především tvorbou melanoidů, menší vliv mají reakce vápenatých a hořečnatých solí vyslazovací vody s hydrogenfosforečnaný sladu. A dále hořké kyseliny chmelem, které se uvolní do mladiny. Hodnota pH klesne 0,15 až 0,25, tento pokles příznivě ovlivňuje koagulaci bílkovin. (Basařová et al. 2010, Kadlec et al. 2009)

##### ***2.3.5.1.4 Maillardovy reakce***

Reakcí se účastní aminokyseliny a redukující cukry. Vznikají meziprodukty, které se liší redukčními vlastnostmi, až vysokomolekulární barevné sloučeniny. Během této reakce, se také vytváří řada těkavých látek, většinou heterocyklických. (Basařová et al. 2010)

#### **2.3.5.1.5 Koagulace bílkovin**

Vytváří se lom mladiny. Jde o jeden z nejdůležitějších procesů během chmelovaru. Původně čirá mladina se zahříváním s chmelem postupně zakalí a při pokračujícím varu se začnou vylučovat velmi jemné vločky, ty se postupně zvětšují do velkých objemných shluků. V první fázi koagulace bílkoviny denaturují a dochází ke ztrátě struktury. V druhé fázi dochází k vlastní koagulaci. Bílkoviny se sráží do viditelných vloček. U bílkovin dochází k dehydrataci. Dále se bílkoviny udržují v rozpustné formě, díky pozitivnímu elektrickému náboji. Jak dojde k poklesu pH roztoku k izoelektrickému bodu bílkovin, tak bílkoviny ztrácejí svůj pozitivní elektrický náboj a dochází k jejich vysrážení z roztoku. Hodnota izoelektrického bodu se u jednotlivých bílkovin liší. Srážení je také hodně ovlivněno intenzitou a délkou varu. V sladině se obsah dusíku pohybuje 6 až 8 mg/100 ml. A po koagulaci by jeho obsah pohybovat kolem 1,8 až 2,2 mg/100 ml. U nižších hodnot, dochází k problémům s pěnivostí a plností piva, u vyšších dochází ke snížení koloidní stability. (Basařová et al. 2010, Basařová & Čepička, 1985)

#### **2.3.5.1.6 Reakce jednotlivých složek chmele s mladinou**

Chmel dodává mladině hořkou chuť, chmelové aroma a podporuje koagulaci bílkovin. Jednotlivé složky chmele se během chmelovaru chovají odlišně. (Basařová et al. 2010)

- Hořké látky se řadí mezi základní účinné látky chmele, míra rozpuštění je ovlivněna hodnotou pH mladiny. Při vyšších hodnotách je rozpustnost vyšší, ale hořké látky se vyznačují drsnou hořkostí. Největší vliv na hořkost piva, mají  $\alpha$ -hořké kyseliny. Během varu se část těchto kyselin izomeruje. Iso- $\alpha$ -hořké kyseliny jsou rozpustné i ve studené mladině. Množství izomerovaných kyselin ovlivňuje teplota, hodnota pH. Obsah izomerovaných kyselin stoupá z dobou a teplotou varu a s hodnotou pH, klesá naopak s rostoucí dávkou chmele a větším obsahem hrubých kalů. Po hodině varu je největší podíl hořkých látek již izomerován. Skoro veškeré  $\beta$ -hořké kyseliny se účastní lomu mladiny, zbytek případně vypadne z roztoku důsledkem snížení pH na začátku kvašení. Z celkového obsahu hořkých látek chmele, které jsou dodány do mladiny, se v pivu zachová 25 až 35%. (Basařová et al. 2010, Narrzis 1985)

- Chmelové polyfenoly přechází během chmelovaru do mladiny. Mají redukční účinky, podporují vznik větších méně rozpustných molekul bílkovin. K tvorbě tříslo-bílkovinných komplexů, dochází až během chlazení mladiny. Vyšší polymery zůstávají v mladině, udílejí pivu drsnou hořkost, zvyšují jeho barvu, vylučují se později a tím snižují koloidní stabilitu piva. Množství jednotlivých fenolů, které přejdou během varu z chmele, nebo sladu do piva, je ovlivněno kvalitou použitých surovin a použitou technologií. (Basařová et al. 2010)
- Chmelové silice, které nejsou během chmelovaru oxidovány, výrazně přispívají k aromatu vyráběného piva. Po přidání chmelové dávky se silice uvolňují do mladiny, oxidují a těkají spolu s vodní párou během chmelovaru, vše probíhá současně. Proto se poslední dávka chmele přidává do mladiny 10 až 15 minut před koncem chmelovaru. (Basařová et al. 2010)

#### **2.3.5.1.7 Změna barvy**

Ke změně barvy dochází hlavně působením tepla, které má za následek oxidaci polyfenolů, Maillardovy reakce a karamelizaci cukrů. Intenzita změny je způsobena výškou teploty a dobu jejího působením, koncentrací mladiny a způsobem vyhřívání. (Basařová & Čepička, 1985)

#### **2.3.5.2 Chmelení**

Dříve se se k chmelení piva používal hlávkový chmel. V současné době se omezuje používání chmelových hlávek, které jsou ve většině případech nahrazeny chmelovými přípravky. Výhodou těchto přípravků je snadnější manipulace a menší pořizovací náklady. Dochází také k většímu využití technologicky důležitých látek. (Basařová et al. 2010)

##### **2.3.5.2.1 Dávkování chmele**

Provádí se podle druhu a kvality použité suroviny a také podle technologického postupu. Při použití různých chmelů se nejdříve dávkují vysokoobsažné chmely a jemné aromatické chmely se dávkují na konec. Chmel se dávkuje v jedné, dvou nebo třech dávkách. Nejpoužívanější je způsob trojího chmelení. (Basařová et al. 2010, Kosař et al. 2010)



### ***2.3.5.3 Chmelovar za atmosférického tlaku***

Začíná přiváděním scezeného díla na výhřevnou plochu, vyhřívání pánve se reguluje tak, aby k varu mladiny došlo až je celé dílo pohromadě. Var probíhá při 100°C za atmosférického tlaku, po dobu nejvýše 90 až 100 minut. Prodlužování chmelovaru je nevhodné nejen kvůli vyšší spotřebě energii, ale i z důvodu podpoření tvorby nežádoucích reakcí, které vedou k nadměrnému zvyšování barvy a dochází k tvorbě látek, které pivu dodávají starou chuť. (Basařová et al. 2010)

### ***2.3.6 Odlučování kalů a chlazení mladiny***

Při chmelovaru dochází ke vzniku kalů ve vyráběné mladině. Vzniklé kaly narušují činnost kvasinek, proto je nutné kaly z mladiny odstranit. Mladina, která je zbavená kalů, se poté chladí na zákvasnou teplotu a po ochlazení se mladina provzdušňuje. Nakonec se zchlazená mladina zakváší pivovarskými kvasinkami. (Chládek, 2007)

#### ***2.3.6.1 Odlučování kalů ve vířivé kádě***

Jde o vertikální válcovou nádobu. Mladina se přivádí do kádě tangenciální tryskou, která je ve výšce 1/5 celkové výšky napuštěné mladiny. Rychlost mladiny je při výstupu z trysky je asi 5 až 10 m/s. Po té nastává odpočinek mladiny, během kterého se vytvoří na dně kalový kužel. Doba odpočinku se liší v jednotlivých pivovarech od 30 do 60 minut. Vyčerená mladina se po usazení kalů pomalu přečerpává čerpadlem a následně se zchladí na zákvasnou teplotu. (Basařová et al. 2010, Pelikán et al., 1999)

#### ***2.3.6.2 Chlazení mladiny***

Horká mladina se před přidání kvasinek zchladit na zákvasnou teplotu za současného provzdušňování kyslíkem. Zchlazení musí, proběhnout co nejrychleji. Během chlazení se musí zabránit mikrobiální kontaminaci. Dříve se mladina předchladila v otevřených systémech, které se nazývaly sťoky. Zde se mladina schladila na teplotu 50 až 70 °C, následně se dochlادila na zákvasnou teplotu sprchovými chladiči. Dnes se mladina chladí v uzavřených systémech, ve kterých je riziko biologické kontaminace menší. (Basařová et al. 2010, Kosař et al., 2000)

### **2.3.7 Provzdušňování mladiny**

Zchlazená mladina musí být obsahovat dostatek kyslíku, který je důležitý pro pomnožení kvasinek i pro jejich metabolismus. Dostačující je koncentrace 5 až 7 mg/l, rozpustnost kyslíku v mladině je ovlivněna tlakem, teplotou mladiny, množstvím a jemností bublinek. K provzdušňování se používají provzdušňovací elementy, jako jsou z ocelových keramických materiálů. (Basařová et al. 2010)

### **2.3.8 Kvašení mladiny a dokvašování piva**

Kvašení probíhá za přispění pivovarských kvasinek. Jedná se o řízenou přeměnu cukrů na alkohol, oxid uhličitý a také se tvoří vhodné senzorycké vlastnosti piva. Chuťový charakter piva ovlivňují jak hlavní produkty kvašení, tak i obsah vyšších alkoholů, esterů, ketonů, aldehydů, sloučenin síry a jiných látek vznikajících během kvašení. Kvašení probíhá ve dvou fázích. První se nazývá hlavní kvašení. A druhá fáze je dokvašení a zrání. Kvašení probíhá různými postupy, které se liší teplotami, dobou jednotlivých fází, tlakem, kmenem kvasnic a jejich dávkou. Tyto odlišnosti vytváří specifické vlastnosti daného piva. (Kadlec et al., 2009, Kosař et al., 2000)

#### **2.3.8.1 Hlavní kvašení**

Zde dochází k neúplnému zkvašení cukerných složek mladiny kvasinkami za vzniku etanolu a oxidu uhličitého a vedlejších metabolitů. A současně dochází k pomnožení kvasinek. (Kadlec et al., 2009)

##### **2.3.8.1.1 Faktory ovlivňující průběh hlavního kvašení**

- Složení mladiny: V mladině musí být obsažen dostatek zkvasitelných cukrů, dusíkatých látek, přiměřené množství minerálních látek a dalších biokatalyzátory, stopové prvky, vitamíny a optimální obsah kyslíku. Naopak nesmí být v mladině obsaženy, vysoké koncentrace dusičnanů. Pro látky zdraví škodlivé, je povolena koncentrace jako pro pitnou vodu. Kontaminující mikroorganismy by neměly být přítomny. (Back et al. 2005, Basařová et al. 2010, Moll 1994)

- Teplota při kvašení: Hraje velkou roli, při regulaci kvašení. Optimální teplota většiny kmenů je 25 až 30 °C. Z důvodu kvalitativních a technologických se používají nižší teploty 5 až 9 °C (Basařová et al. 2010)
- Kmen a dávka kvasnic: Druh kmene i dávka kvasnic má velký vliv na průběh kvašení i kvalitu piva. Kmen se volí podle charakteristických znaků piva. Vyšší dávkou kvasnic, můžeme dosáhnout rychlejšího a hlubšího prokvašení a z části potlačit, tvorbu aromatických látek. (Basařová et al. 2010)
- Nasycení mladiny kyslíkem: Obsah kyslíku je velmi důležitý pro pomnožení kvasinek. (Basařová et al. 2010)

#### ***2.3.8.1.2 Změny během hlavního kvašení***

Změny, které během kvašení probíhají, jsou ovlivněny faktory ovlivňujícími průběh kvašení. Při hlavní kvašení dochází k poklesu původního extraktu, který je způsoben především zkvašováním sacharidů a snížením obsahu dusíkatých látek. Zkvašováním sacharidů se tvoří etanol a oxid uhličitý. Změny chemického složení kvasící mladiny dále způsobují pokles pH. V důsledku poklesu pH se z mladého piva vysráží  $\alpha$  – hořké kyseliny a asi 30 % iso –  $\alpha$  – hořkých kyselin. A sníží se i obsah polyfenolů přibližně o 20 až 30 %. (Basařová 2010)

#### ***2.3.8.2 Dokvašování a zrání piva***

Dokvašení probíhá při nízkých teplotách, při kterých jsou pomalu zkvašovány cukry za tvorby oxidu uhličitého, který je fixován do piva za mírného přetlaku. Dochází k vyčeření a vytvoří se chuť a vůně piva. (Basařová & Čepička, 1985, Kosař et al. 2007)

##### ***2.3.8.2.1 Pozvolný pokles teploty a zkvašování zbylého extraktu***

Při dokvašení klasickým způsobem klesne teplota z 5 až 6 °C na 0 až 2 °C. prokvašení extraktu je největší v prvních třech dnech, důvodem je promíchání a mírné provzdušnění piva během sudování. (Basařová et al. 2010, Basařová et al. 1985)

##### ***2.3.8.2.2 Sycení piva oxidem uhličitým a jeho fixace***

Množství fixovaného oxidu uhličitého je ovlivněno teplotou a tlakem. Čím menší je teplota a vyšší tlak, tím je schopnost fixace vyšší. Během prvních 14 dní je pivo syceno oxidem uhličitým, obsah oxidu uhličitého se pohybuje od 0,4 až 0,5 g/l. během další doby ležení a zrání dojde k fixaci oxidu uhličitého. (Basařová et al. 2010)

### **2.3.8.2.3 Čiření piva**

Je závislé na teplotě a množství kalických částic, mezi které patří amorfni částice a komplexy polyfenolů s polypeptidy, které sednou ke dni spolu s kvasinkami. (Basařová & Čepička, 1985, Kosař et al. 2000)

### **2.3.8.2.4 Zrání chutě a vůně piva**

Jedná se o přeměnu látek, ke které dojde hlavně ve fázi zrání piva. Během zrání je upravena nepříjemná hořkost a kvasničná chuť zeleného piva a vytvoří se typický buket a chuť, který je ovlivňován surovinami a technologií. (Basařová & Čepička, 1985)

## **2.4 Zpracování náhražek sladu**

### **2.4.1 Běžné postupy**

Jedná se především o obilné náhražky, jak už sladované tak i nesladované. Zpracovávají se klasickou pivovarskou technologií nebo dochází k drobným úpravám, ke kterým se přihlíží už při šrotování a třídění šrotu. Šrotování sladových náhražek vyžaduje většinou speciální zařízení a postupy. Při zpracování nesladovaného obilí se obvykle náhražky zpracovávají na kladívkových mlýnech a dispergátorech, tyto operace zbaví ječmen záporných následků na finální výrobek. (Basařová et al. 2015, Chládek 2007)

Škrobnaté náhražky se v některých případech ztekucují ve vlastním kotli, s menším přídatkem sladu 5 až 10 %. Směs s vodou se zahřívá postupně na teploty a časy, které zajistí dostatečné ztekucení škrobu. Dále se náhražky zpracovávají vločkováním, které usnadní mazovatění škrobu. (Basařová et al. 2015)

### **2.4.2 Nové technologické postupy zpracování náhražek**

#### **2.4.2.1 Řízené pražení**

Principem je zahřívání zvlhčených popřípadě drcených zrn na teplotu 66 °C a následně se ohřejí na 260 °C a tlačí se šnekovým dopravníkem, po opuštění dopravníku dochází k poklesu tlaku a expanzi páry a tím k narušení zrna. (Basařová et al. 2015)

#### **2.4.2.2 Mikronizace**

Náhražky sladu se vystavují tepelnému záření. Při teplotě kolem 140 °C dochází ke změnám molekul škrobu, které způsobuje infračervené záření. Obilí se ještě může zpracovávat na vločky a to před i po tepelné operaci. Tímto způsobem se upravuje například pšenice rýže a pohanka. (Basařová et al. 2015)

#### **2.4.2.3 Frakcionace části obilí**

V podstatě se jedná o rozdělování zrna na několik frakcí, obrušováním a narušením vnějších obalových vrstev. Po té následuje vytřídění jednotlivých podílů vnějších a vnitřních vrstev. Vnější vrstvy ječmene obsahují více bílkovin, aminokyselin, lipidů, volných mastných kyselin a polyfenolů. Mnoho látek z vnějších vrstev jsou nositelem staré chuti piva, naopak vnitřní vrstvy obsahují těchto látek méně. (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010)

#### **2.4.2.4 Využití vysokého hydrostatického tlaku**

Jedná se o tlak ve vodném prostředí, které se pohybuje od 100 do 1000 MPa. Vysoké tlaky způsobují denaturaci bílkovin, gelovatění škrobu, inaktivaci přítomných mikroorganismů a enzymů. Praktické využití této technologie je teprve na svém začátku. (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010, Ledward et al. 1995)

#### **2.4.3 Přidávání enzymů během zpracování náhražek**

Přidávají se jak při přímém zpracování během vaření v pivovaře, ale používají se také při zpracování škrobnatých surovin na sirupy. V dnešní době se používají enzymy získané izolací z geneticky modifikovaných mikroorganismů. Přídavek enzymů zvyšuje účinnost procesů jako je rmutování a filtrace. (Basařová et al. 2015, Basařová et al. 2010)

### **3 CÍL PRÁCE**

Cílem mojí práce bylo zaměřit se využití sladových a chmelových náhražek při výrobě piva. Pro zjištění vhodnosti vybraných náhražek, jsem provedl v laboratoři experiment. Ve kterém jsem uvařil experimentální várky piva s přídavkem náhražek, vše jsem porovnal s pivem, které jsem uvařil bez použití netradičních surovin. Porovnával jsem jak průběh vaření piva, tak jeho senzorické vlastnosti.

## **4 MATERIÁL A METODIKA**

### **4.1 Výroba piva za použití vybraných náhražek sladu a chmele**

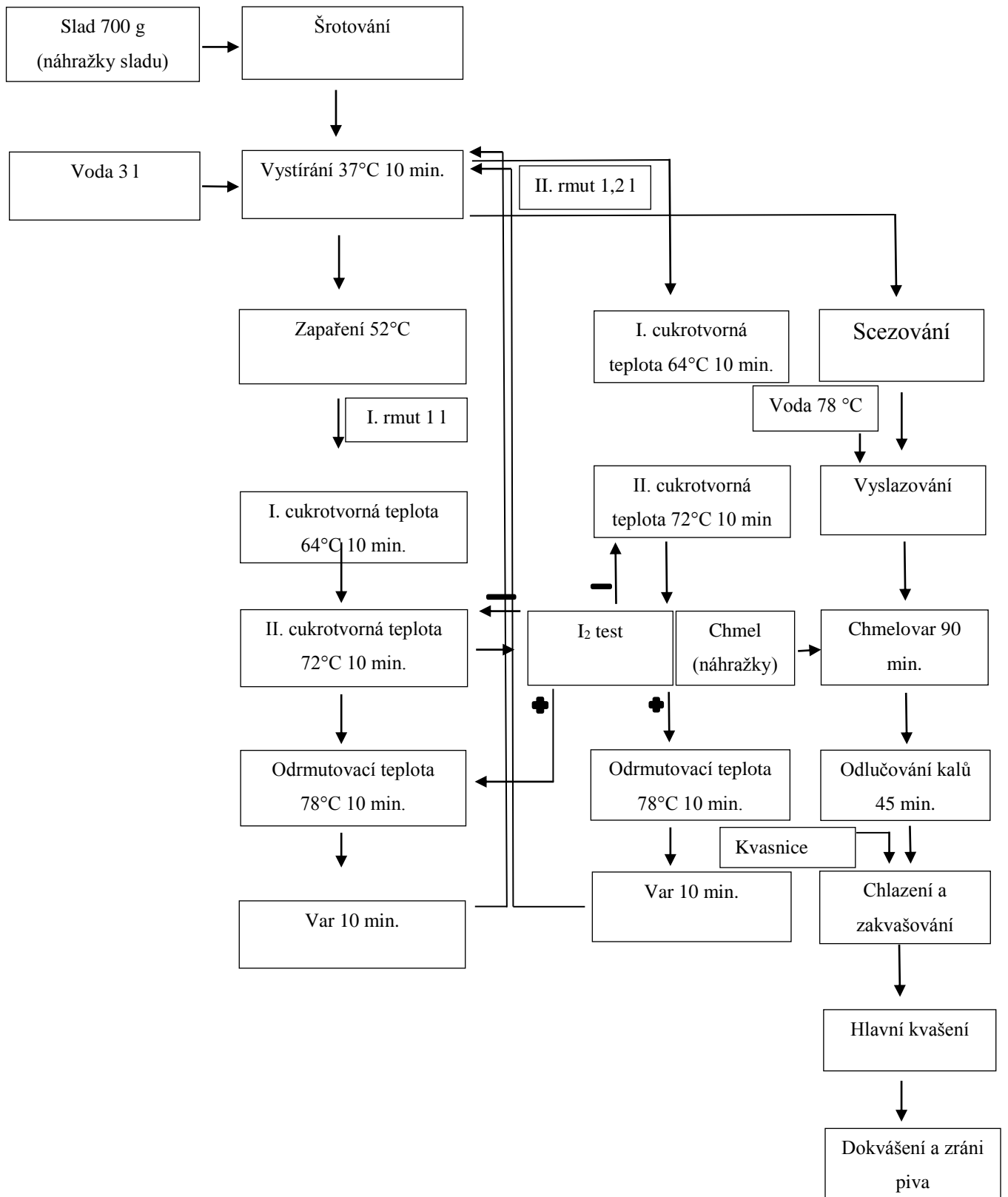
Používání náhražek při výrobě piva není nějak limitováno, vzhledem k tomu mohou některé pivovary přecházet k jejich používání. Důvodem může být snížení nákladů na finální výrobek, popřípadě i snaha o zlepšení některých vlastností piva.

Avšak při použití nesladovaného obilí, by se mohli objevit náklady na pořízení technologie, k jejich speciálnímu zpracování. Tyto technologie by mohli zajistit, kvalitnější zpracování některých náhražek. Tuto možnost, jsem neměl možnost ve svém experimentu zohlednit a obilné náhražky jsem zpracovával stejným způsobem jako slad. I většina pivovarů, které by chtěli používat obiloviny při výrobě piva, by nejspíš k zakoupení speciálních technologií nepřešli. U náhražek chmele se vedlejší náklady se očekávat nedají, ale použití jiných rostlin místo chmele je stále věc, se kterou se nějak moc nepočítá. I přesto jsem po dohodě s vedoucí mé práce, zkusil přidavek hořké rostliny pelyňku pravého do piva.

#### **4.1.1 Experimentální várky v laboratoři**

Experimentální várky piva jsem připravoval v laboratoři. Všechny druhy piv jsem vařil dvourmutový dekoknčním způsobem. Zchlazenou mladinu jsem zakvasil pivovarskými kvasinkami spodního kvašení. Kvašení proběhlo ve dvou fázích. První fáze bylo hlavní kvašení. A druhá fáze byla dokvašení a zrání piva. Během vaření jsem se zaměřil na rozdíly v průběhu varního procesu. U vyrobených piv jsem se zaměřil na jejich organoleptické vlastnosti. Všechny experimenty s náhražkami jsem porovnal s pivem, které jsem uvařil bez použití náhražek. Všechny piva jsem uvařil ve třech sériích. Pro výrobu všech piv jsem použil slad, ze sladovny Rajhrad, který byl vyrobený humnovým způsobem a vodu z vodovodního řádu.

#### 4.1.1.1 Schéma varního procesu





#### 4.1.1.2 Výroba piva za použití sladových náhražek

Pro výrobu těchto piv jsem zvolil náhražky, ve formě nesladovaných obilovin. Po dohodě s vedoucím práce jsem vybral ječmen, rýži a pšenici. Na výrobu 3,5 l horké mladiny, jsem zvolil sypání 700 g. Z každé náhražky jsem vyrobil 2 vzorky piv, kdy u jednoho jsem zvolil 10 % a u druhého 20 % náhražky v sypání vybrané obiloviny.

Tabulka č. 2: Navážka sypaní při výrobě piva se sladových náhražek

Kód vzorku	množství sladu v g	druh a množství náhražky v g
1A	630	70
1B	560	140
2A	630	70
2B	560	140
3A	630	70
3B	560	140

#### 4.1.1.3 Výroba použití pelyňku jako náhrady části chmele při výrobě piva

I Když se při výrobě piv náhražky chmele nikde ve světě nevyužívají, tak jsem po konzultaci s vedoucím mé práce, zkusil uvařit pivo, u kterého jsem část chmele nahradil pelyňkem.

Tabulka č. 3: Množství chmele a pelyňku v chmelení

Kód vzorku	1. chmelení		2. chmelení		3. chmelení	
	druh chmele a množství v g	pelyněk g	druh chmele a množství v g	pelyněk g	druh chmele a množství v g	pelyněk g
1P	premiant 2,7 g	0,3	ŽPČ 3,6	0,4	1,8	0,2
2P	premiant 2,4 g	0,6	ŽPČ 3,2	0,8	1,6	0,4

#### 4.1.1.4 Suroviny pro výrobu kontrolního vzorku

Tabulka č. 4: tabulka surovin pro výrobu kontrolního vzorku

Suroviny, vzorek K	Množství g
Slad	700
1. chmelení a druh chmele	3 g Premiant
2. chmelení a druh chmele	4 g ŽPČ
3. chmelení a druh chmele	2 g ŽPČ

#### 4.1.2 Experimentální várka ve školním pivovaru

Po provedených experimentálních várkách a dohodě s vedoucím mé práce rozhodl, že ve školním pivovaru uvařím jednu várku za použití přídavku 10 % rýže. Tento pivovar je vybaven dvounádobovou nerezovou varnou. Jedná se o rmutomladinovou pánev, ve které probíhají záhřevy a držení tepelných prodlev, během vystírání, rmutování a chmelovaru. Dále je vybaven scezovací káží, ve které se při dekokčním rmutování nechá zbytek díla. Na tomto pivovaře jsem uvařil jednu várku o objemu 120 l horké mladiny. Tuto várku jsem uvařil podle varního procesu uvedeného v kapitole 4.1.1.1, množství použitých surovin je uvedeno v tabulce číslo 5. V tabulce číslo 6 jsou uvedeny důležité objemy během várky

*Tabulka č. 5: Suroviny na várku ve školním pivovaru*

Surovina	Množství v Kg	1. chmel druch a množství v g	premiant 102 g
Slad	2160	2. chmel druch a množství v g	ŽPČ 137 g
Rýže	24000	3. chmel druch a množství v g	ŽPČ 69 g

*Tabulka č. 6: Objemy během vaření*

Vraní proces	Objem v l
Vystírka	75
I. rmut	25
II. rmut	40
Horká mladina	120

Horkou mladinu jsem po zchlazení a zakvašení nechal jeden týden kvasit v otevřené kádi. Po týdnu jsem mladé pivo přečerpal do ležáckého tanku a po postupném zchlazení a zahrazení na sytící tlak postupně dokvášelo a dozrávalo. U takto vyrobeného piva jsem také stanovil senzorický profil, který jsem porovnal s profily laboratorních várek.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Porovnání průběhu varního procesu

Při porovnávání průběhu během vaření jsem se zaměřil na rozdíly v čase během zcukření obou rmutů a dále na čas, který byl potřebný pro stékání předku a vyslazení mláta. Při tomto porovnání jsem nebral v úvahu gradient vyhřívání, který jsem se snažil udržet na 1°C/min.

*Tabulka č. 5: První série vaření*

Vzorek	Doba zcukření I. rmutu v min.	Doba zcukření II. rmutu v min.	Scezování v min.	Vyslazování v min.	Celková doba v min.
1B	15	14	83	105	217
2B	13	13	80	107	213
3B	14	14	76	110	214
1A	14	13	80	100	207
2A	11	11	78	90	190
3A	13	12	72	95	192
2P	10	10	63	82	165
1P	10	10	62	85	167
K	10	10	64	80	164

*Tabulka č. 6: Druhá série vaření*

Vzorek	Doba zcukření I. Rmutu v min.	Doba zcukření II. Rmutu v min.	Scezování v min.	Vyslazování v min.	Celková doba v min.
1B	15	14	85	109	223
2B	14	13	83	108	218
3B	15	14	80	105	214
1A	14	12	86	97	209
2A	12	11	78	95	196
3A	13	12	78	97	200
2P	10	11	65	85	171
1P	11	10	65	87	173
K	10	10	70	81	171

Tabulka č. 7: Třetí série vaření

Vzorek	Doba zcukření I. Rmutu v min.	Doba zcukření II. Rmutu v min.	Scezování v min.	Vyslazování v min.	Celková doba v min.
1B	15	14	87	114	230
2B	14	13	84	108	219
3B	15	14	83	110	222
1A	14	12	80	100	206
2A	12	11	76	97	196
3A	13	12	75	100	200
2P	10	10	66	87	173
1P	10	10	68	85	173
K	11	10	70	80	171

Z uvedených tabulek vyplývá, že při použití nesladovaných obilovin jako části sypání, pro výrobu piva, dochází k prodloužení varního procesu. U vzorků 1B, 2B a 3B, při jejichž výrobě bylo 20 % sladu nahrazeno nesladovaným obilím, se čas strávený vařením piva prodloužil přibližně o 50 minut, oproti vzorkům 1P, 2P a K, které vzorky byly vyrobeny jen ze sladu. A vzorky 1A, 2A a 3A, u nich náhrada sladu činila 10 %, byla doba vaření prodloužena přibližně o 25 až 30 minut, oproti vzorku bez použití sladových náhražek.

## 5.2 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení daných vzorků piv, se zúčastnilo 13 osob. Pro sensorické porovnání jednotlivých vzorků jsem zvolil pořadový test. U hodnocených vzorků jsem se zaměřil na jejich sensorický profil. Formulář pro sensorické hodnocení je znázorněn v tabulce číslo 8.

Tabulka č. 8: Formulář pro senzorickou analýzu

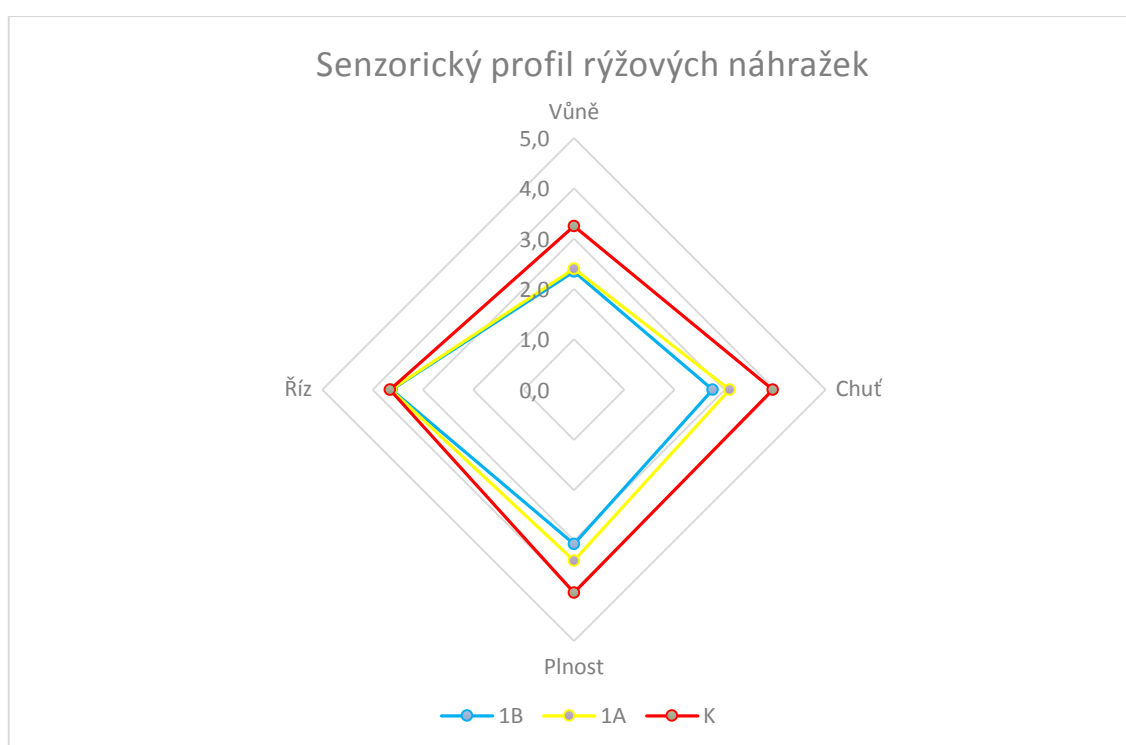
Znak jakosti	Body	Slovní charakter
Vůně	5	Velmi silná
	4	Silná
	3	Střední
	2	Slabá
	1	Velmi slabá
Chuť	5	Velmi silná
	4	Silná
	3	Střední
	2	Slabá
	1	Velmi slabá
Plnost	5	Plné, zaokrouhlené
	4	Plné
	3	Málo plné
	2	Nezaokrouhlené
	1	Prázdné
Říz	5	Příjemné, řízné
	4	Řízné
	3	Málo řízné
	2	Zvětralé, velmi řízné
	1	Velmi zvětralé, extrémně řízné
Intenzita hořkosti	5	Velmi silná
	4	Silná
	3	Střední
	2	Slabá
	1	Velmi slabá
Charakter hořkosti doznívání	5	Velmi jemná
	4	Jemná
	3	Mírně ulpívající
	2	Ulpívající
	1	Silně ulpívající
Celkový dojem	9	Mimořádně dobrý
	8	Velmi dobrý
	7	Dobrý
	6	Dosti dobrý
	5	Střední
	4	Dosti špatný
	3	Špatný
	2	Velmi špatný
1	Mimořádně špatný	

### 5.2.1 Hodnocení sladových náhražek

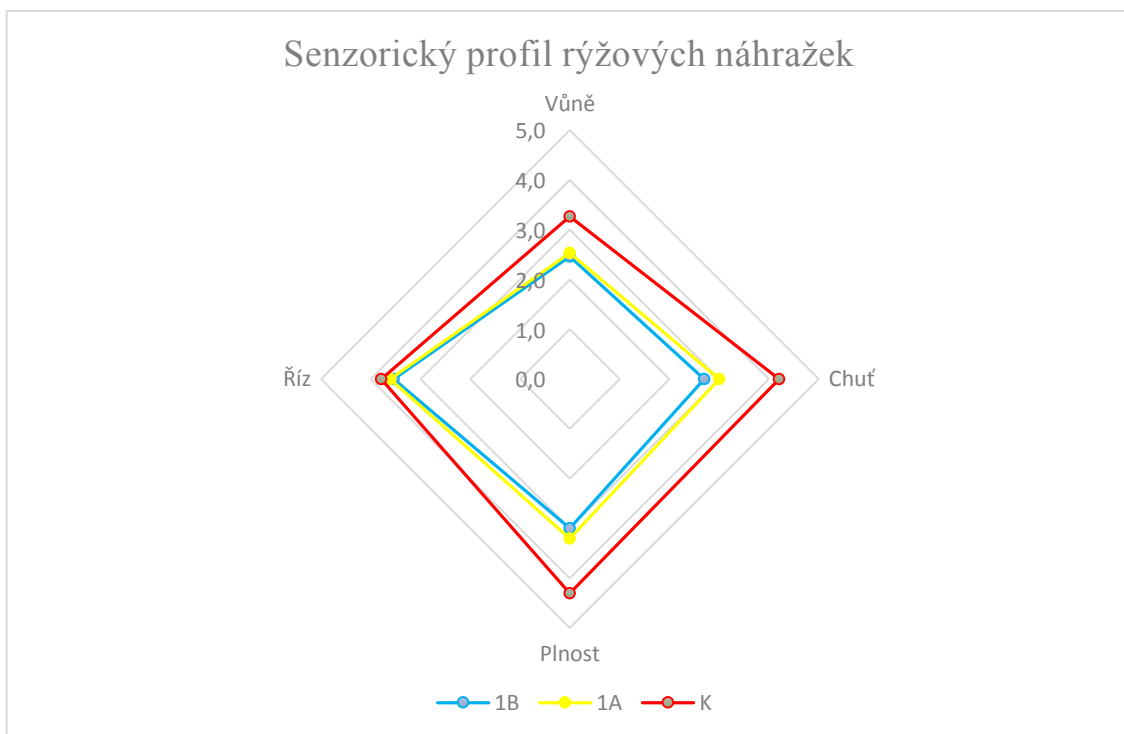
Při posuzování vhodnosti náhražek sladu při výrobě piva jsem se zaměřil vůni, chuť, plnost a říz uvařených piv. Protože právě tyto znaky sensorické jakosti, jsou ovlivněny druhem použité suroviny v sypání. U těchto deskriptorů jsem z každé série udělal průměr, pro sestavení sensorického profilu.

#### 5.2.1.1 Srovnání rýžových náhražek

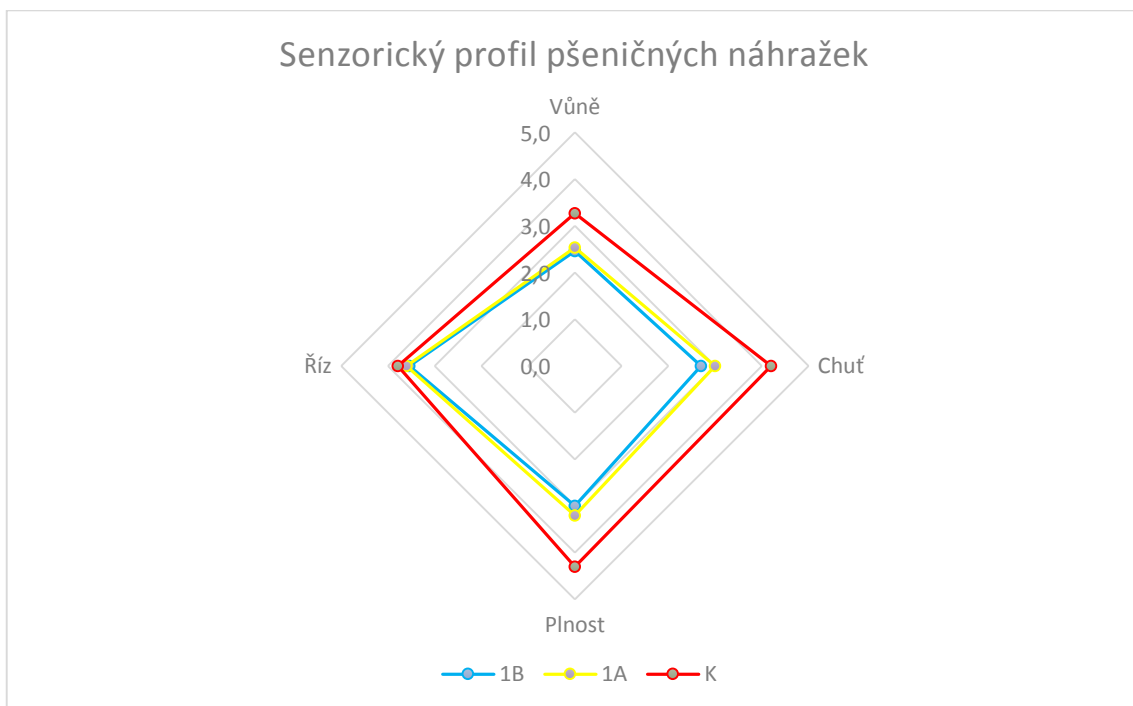
*Graf č. 1: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem rýže s kontrolním vzorkem 1. série*



Graf č. 2: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem rýže s kontrolním vzorkem 2. série



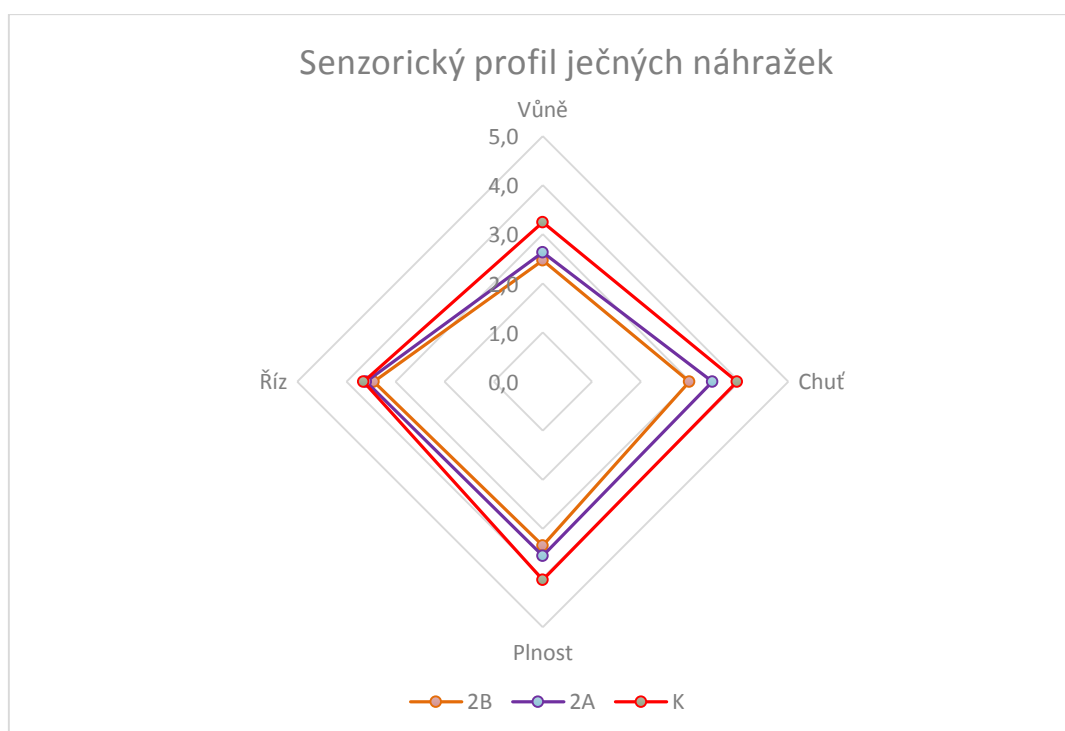
Graf č. 3: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem rýže s kontrolním vzorkem 3. série



Z grafů číslo 1, 2 a 3 je patrné, že při použití rýže jako náhražky části sladu, jedná se o vzorky 1A a 1B, byla výrazně hůře hodnocena chuť, vůně a plnost oproti pivům vyrobených jen ze sladu, jedná se o vzorek K. Naopak říz u piv vyrobených s náhražek, byl srovnatelný s řízem piva bez náhražek. Dál z grafů vyplývá, že u vzorků které obsahovali 20 % rýže 1B, byla hůře hodnocena chuť a vůně oproti vzorkům, které obsahovali 10 % procent rýže, ale vůně u říz byly hodnoceny stejně.

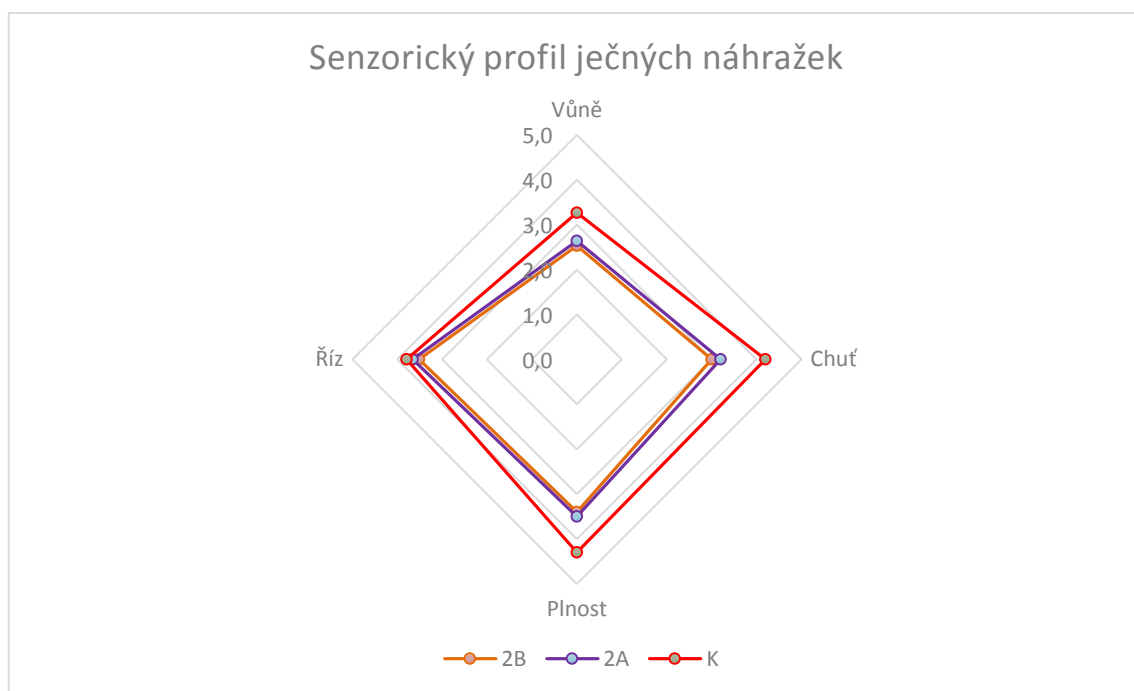
### 5.2.1.2 Srovnání ječných náhražek

Graf č. 4: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem ječmene s kontrolním vzorkem 1. série

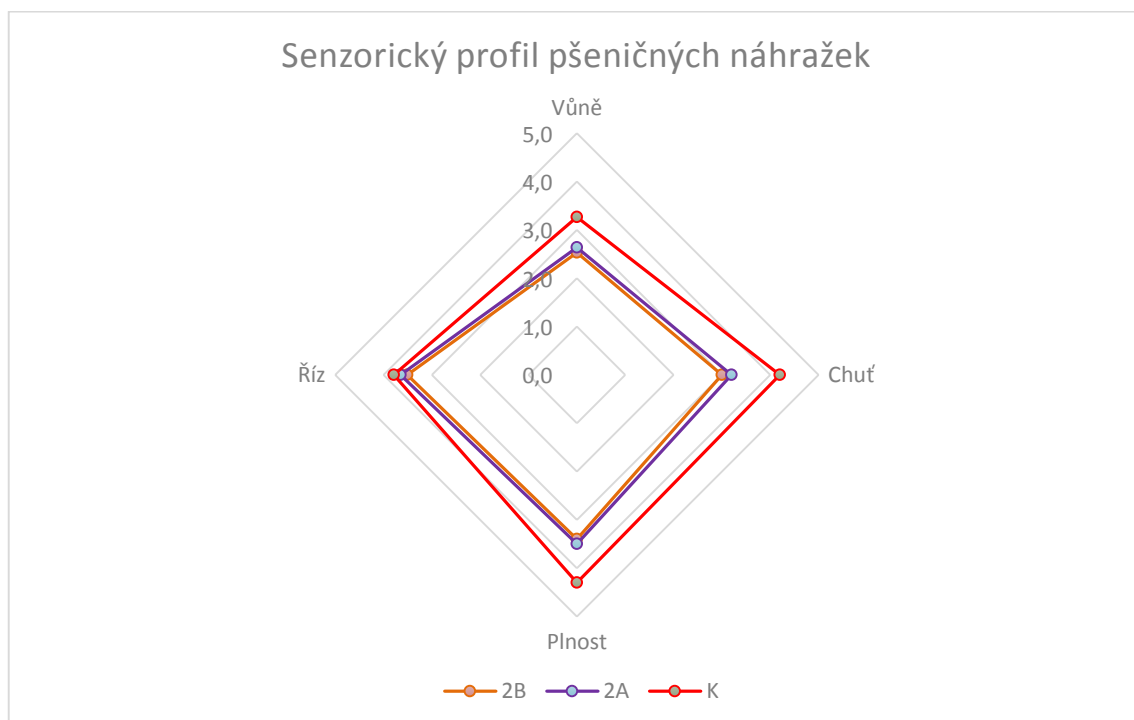




Graf č. 5: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem ječmene s kontrolním vzorkem 2. série



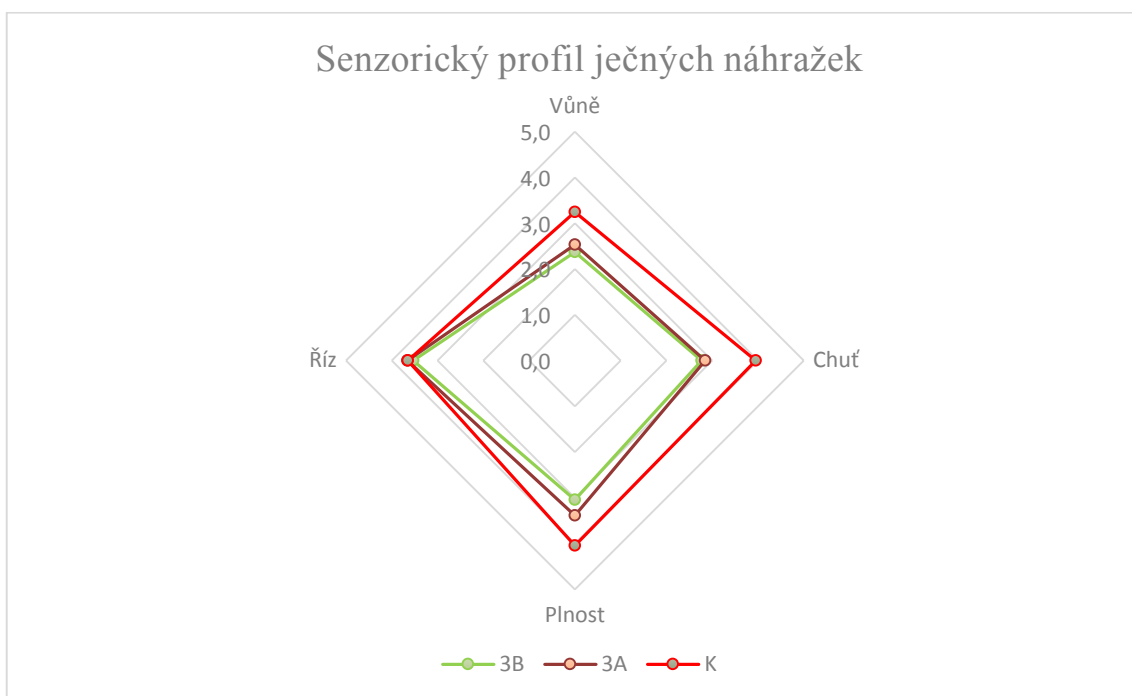
Graf č. 6: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem ječmene s kontrolním vzorkem 3. série



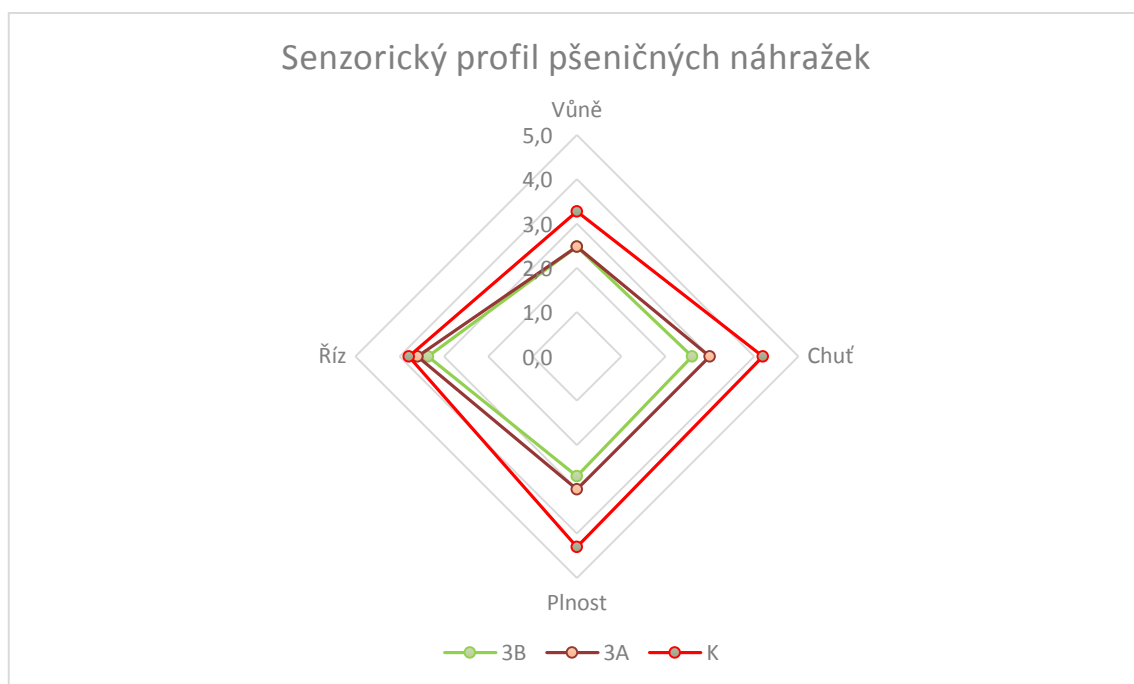
Z grafů číslo 4, 5 a 6 je zřejmé, že při použití ječmene jako náhražky části sladu, jedná se o vzorky 2A a 2B, byla výrazně hůře hodnocena chuť, vůně a plnost oproti pivům vyrobených jen ze sladu. Naopak říz u piv vyrobených s náhražek byl srovnatelný s řízem piva bez náhražek. Dál z grafů číslo 4 a 5 vyplývá, že u piva, které obsahovalo 20 % ječmene 2B, byla hůře hodnocena chuť, ale ve 3. sérii byla už chuť těchto dvou vzorků hodnocena podobně. Naopak říz, plnost a vůně u vzorků, které obsahovali 10 a 20 % ječmene, byly hodnoceny podobně.

### 5.2.1.3 Srovnání pšeničných náhražek

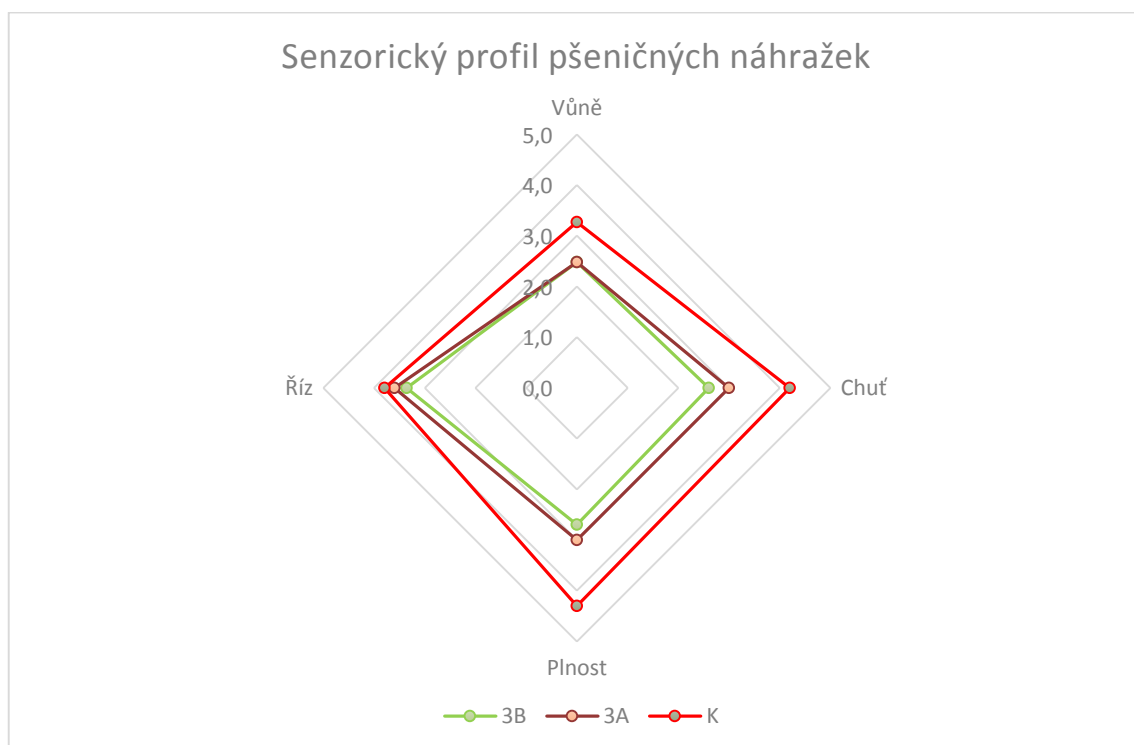
Graf č. 7: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pšenice s kontrolním vzorkem 1. série



Graf č. 8: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pšenice s kontrolním vzorkem 2. série



Graf č. 9: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pšenice s kontrolním vzorkem 3. série

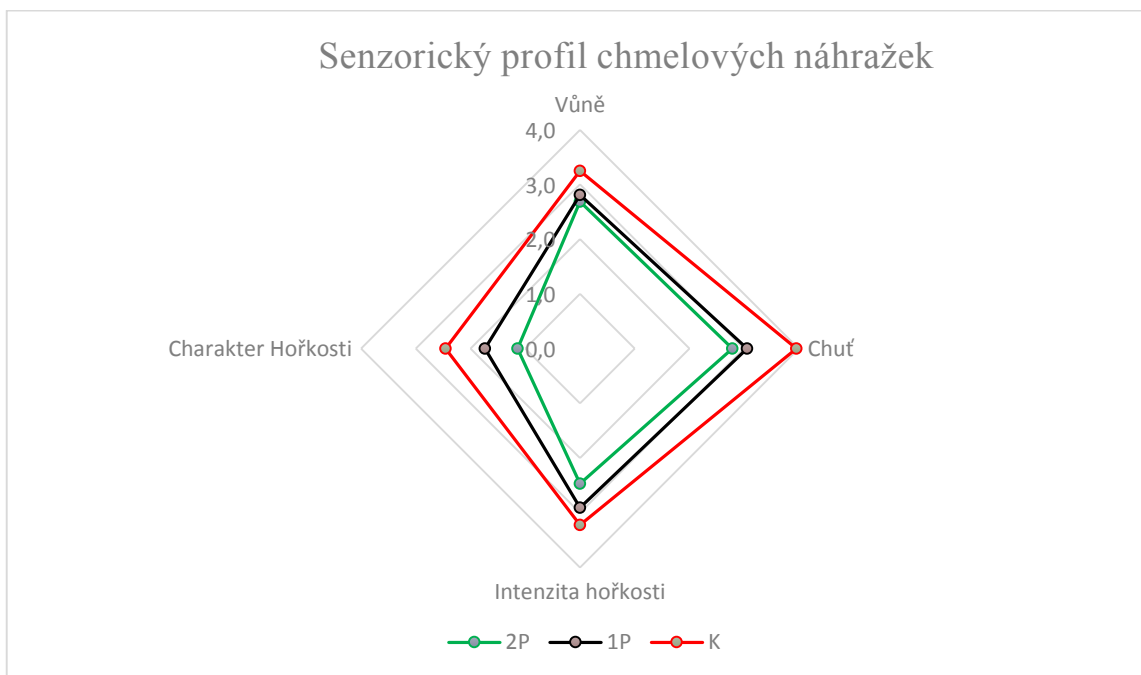


Z grafů číslo 7,8 a 9 je zřejmé, že při použití pšenice jako náhražky části sladu, jedná se o vzorky 3A a 3B, byla výrazně hůře hodnocena chuť, vůně a plnost oproti pivům vyrobených jen ze sladu. Naopak říz u piv vyrobených s náhražek, byl srovnatelný s řízem i piva bez náhražek. Dále u náhražky 20 % byla plnost hodnocena hůře oproti 10 % a chuť, vůně a říz u těchto vzorků byly hodnoceny obdobně.

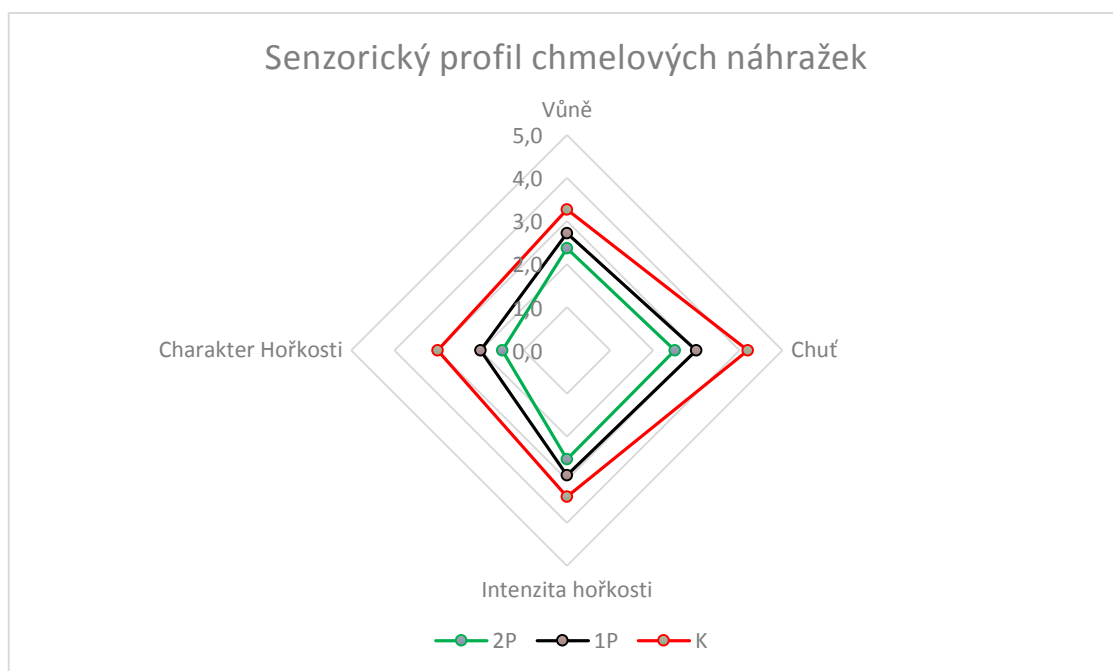
### 5.2.2 Hodnocení pelyňky jako náhražky chmele

Při posuzování vhodnosti pelyňku při výrobě piva jsem se zaměřil vůni, chuť. A intenzitu hořkosti a charakter hořkosti, protože tyto deskriptory jsou ovlivňovány surovinou, která dodává pivu typickou hořkost. Z každé série jsem udělal průměr, pro sestavení sensorického profilu.

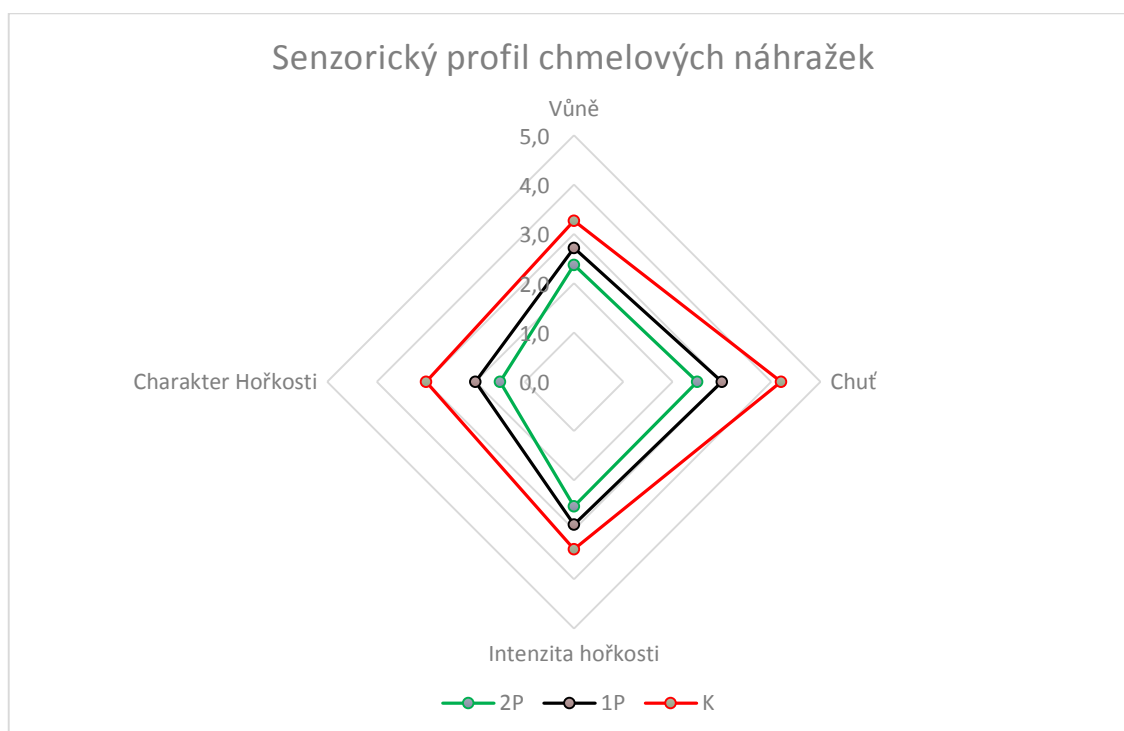
*Graf č. 10: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pelyňku s kontrolním vzorkem 1. série*



Graf č. 11: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pelyňku s kontrolním vzorkem 2. série



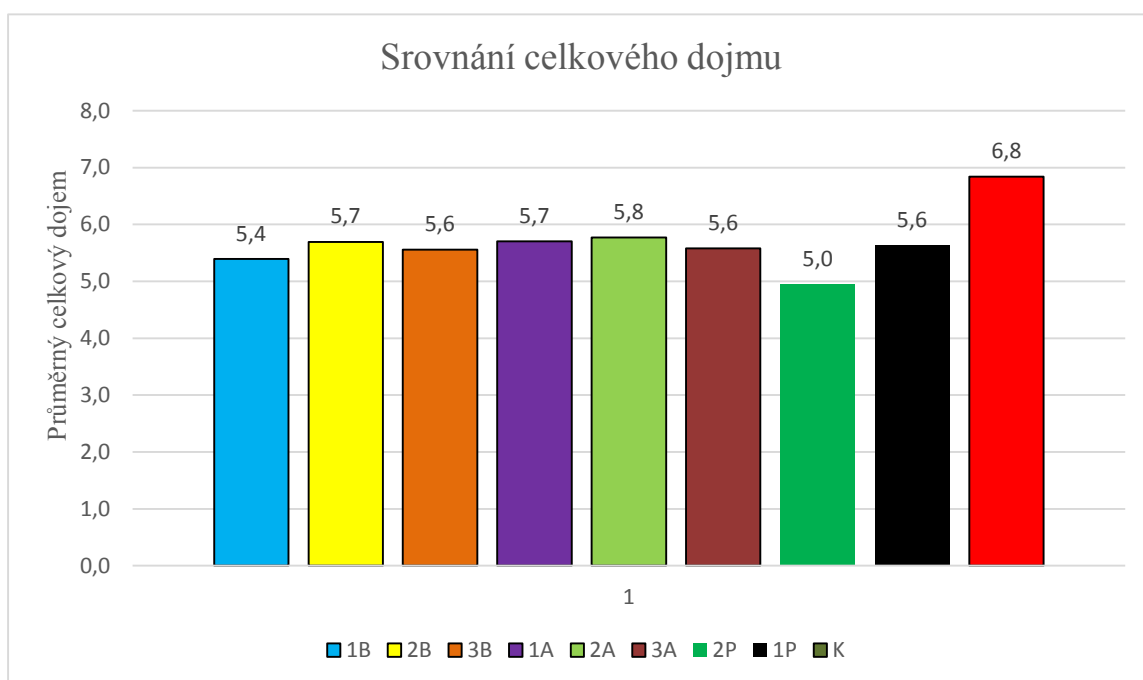
Graf č. 12: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pelyňku s kontrolním vzorkem 3. série



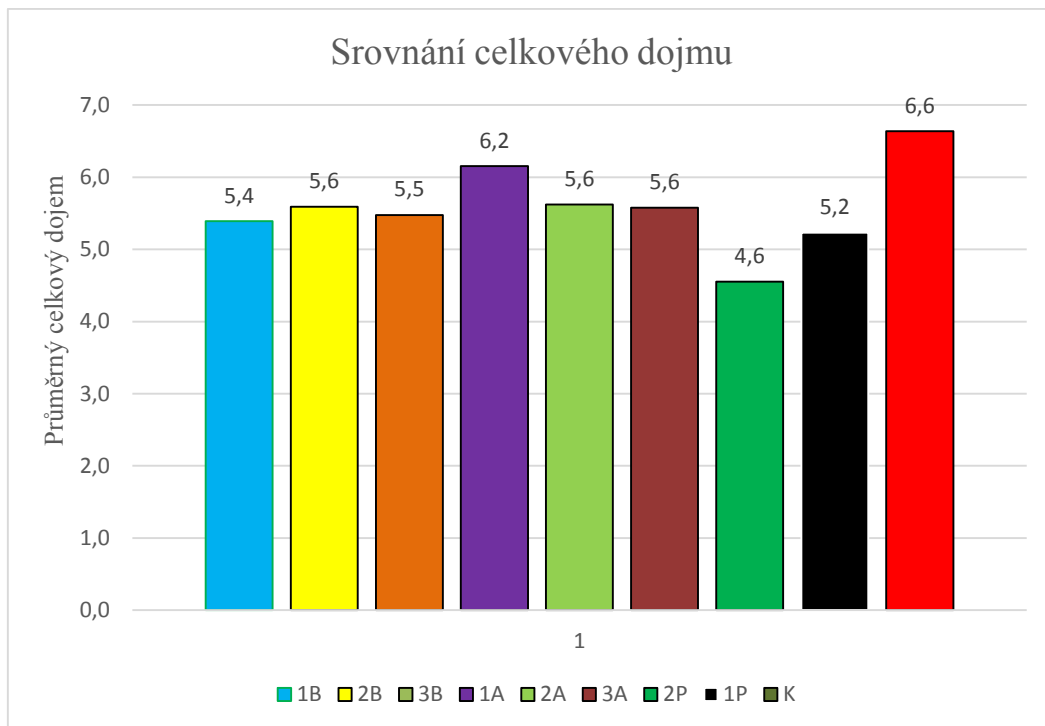
Z grafů číslo 10, 11 a 12 vyplývá, že vzorky při jejichž výrobě byly použity pelyněk, jedná se o vzorky 1P a 2P, jako náhrada části chmele byly hůře hodnoceny ve všech vybraných znacích, než vzorky vařené jen s chmelem. Nejvýraznější rozdíly byly v hodnocení chuti a charakteru doznívání hořkosti. Dále vzorky, které obsahovaly 20 % pelyňku, vzorek 2P, byly hůře hodnoceny ve všech znacích oproti vzorku 1P, který obsahoval 10 % pelyňku.

### 5.2.3 Srovnání celkového dojmu vzorků s náhražkami

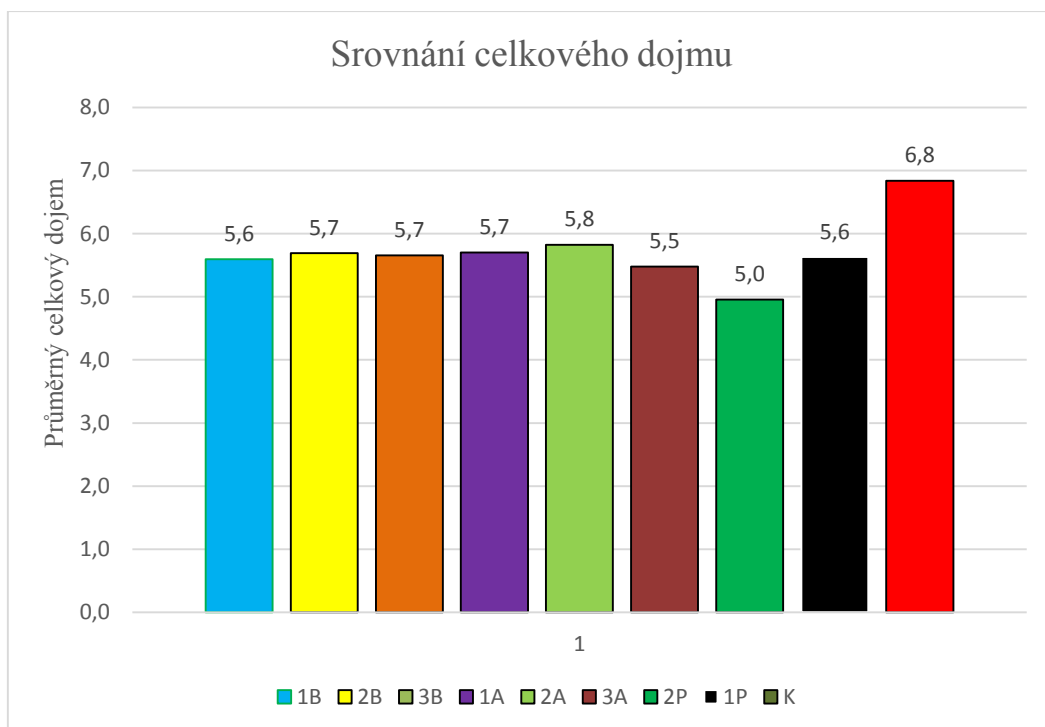
Graf č. 13: Srovnání průměru celkového dojmu piv 1. série



Graf č. 14: Srovnání průměru celkového dojmu piv 2. série



Graf č. 15: Srovnání průměru celkového dojmu piv 3. série



Z grafů číslo 13, 14 a 15 vyplývá, že celkový dojem byl vždy nejlépe hodnocen u vzorku, který byl vyroben bez náhražek sladu. U celkového dojmu sladových náhražek se v hodnocení žádný velký rozdíl nevyskytl, tyto vzorky byly hodnoceny obdobně jako vzorek, který byl vyroben s 10 % pelyňku místo chmele. Jako nejhorší celkový dojem byl hodnocen vzorek, vyrobený s 20 % pelyňku místo chmele.

### 5.3 Porovnání extraktu původní mladiny, zbytkového extraktu a stupně prokvašení výsledných piv

U uvařených piv jsem provedl měření na přístroji fermentomer, který u vzorků měřil obsah alkoholu, extrakt původní mladiny a zbytkový extrakt hotových piv. Z obsahu původního a zbytkového extraktu jsem vypočítal stupeň prokvašení.

*Tabulka č. 9: Tabulka analytických hodnot 1. série*

Sledovaný znak	Původní extrakt %	Zbytkový extrakt %	Obj. % alkoholu	Stupeň prokvašení %
Vzorek				
1B	11,34	1,73	4,85	84,74
2B	11,37	1,95	4,74	82,85
3B	11,07	1,69	4,59	84,73
1A	11,47	2,05	4,66	82,13
2A	11,72	2,1	4,72	82,08
3A	11,59	1,92	4,65	83,43
2P	12,28	2,07	4,98	83,14
1P	11,94	1,97	4,87	83,50
K	12,47	2,12	5,06	83,00



Tabulka č. 10: Tabulka analytických hodnot 2. série

Sledovaný znak	Původní extrakt %	Zbytkový extrakt %	Obj. % alkoholu	Stupeň prokvašení %
Vzorek				
1B	11,34	1,94	4,55	82,89
2B	11,37	1,95	4,74	82,85
3B	11,27	1,89	4,39	83,23
1A	11,56	2,17	4,71	81,23
2A	11,52	1,9	4,62	83,51
3A	11,23	1,82	4,75	83,79
P2	11,98	1,95	4,75	83,72
P1	12,2	2,1	5,07	82,79
K	12,05	2,23	4,81	81,49

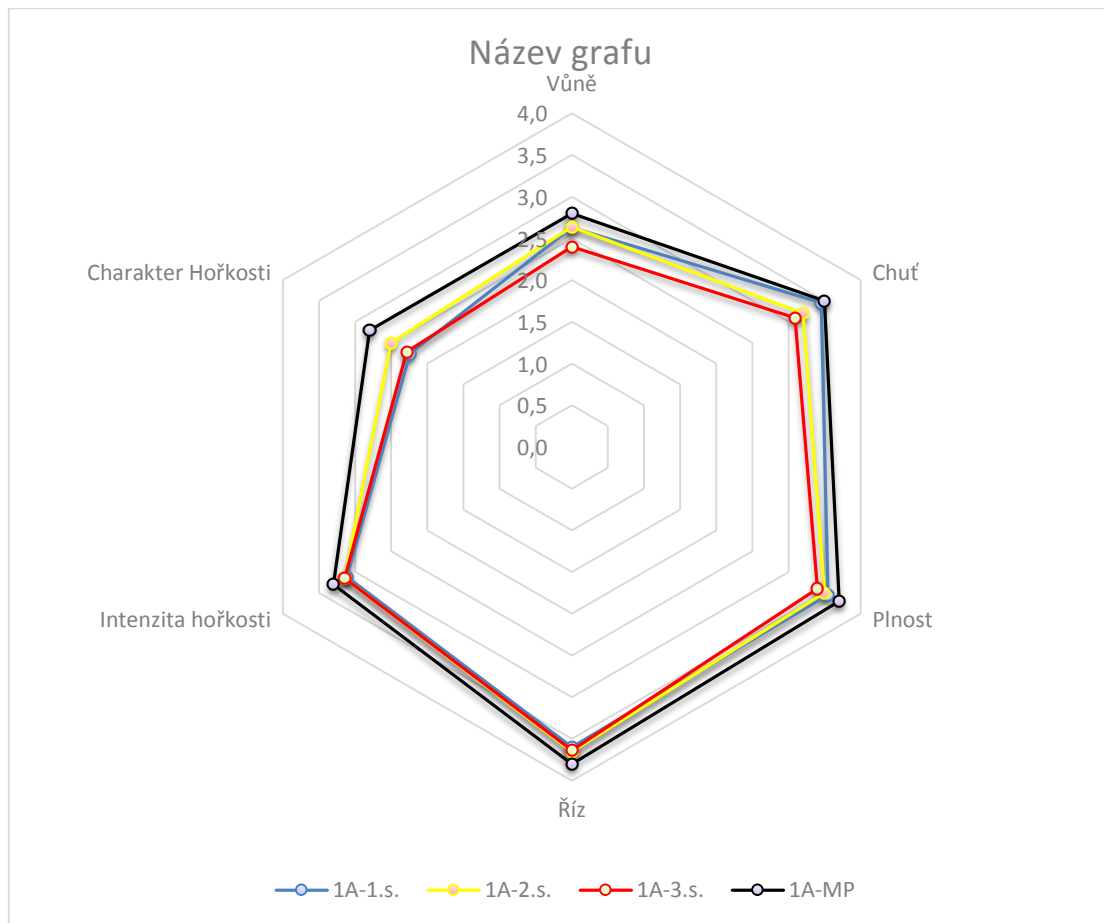
Tabulka č. 11: Tabulka analytických hodnot 3. série

Sledovaný znak	Původní extrakt %	Zbytkový extrakt %	Obj. % alkoholu	Stupeň prokvašení %
Vzorek				
1B	11,47	1,94	4,64	83,09
2B	11,45	2,07	4,54	81,92
3B	11,37	1,96	4,52	82,76
1A	11,65	2,17	4,41	81,37
2A	11,52	1,98	4,62	82,81
3A	11,23	1,92	4,55	82,90
P2	12,12	2,1	4,85	82,67
P1	11,75	2,08	4,67	82,30
K	11,76	2,13	4,67	81,89

Z tabulek 9, 10 a 11 vyplývá, že vzorky 1P, 2P a K, které byly vařeny bez sladových náhražek, dosáhli v každé sérii vyššího extraktu původní mladiny, než ostatní vzorky. A vzorky které obsahovali 10 % sladových náhražek, měli vyšší obsah extraktu původní mladiny, než vzorky vyrobené za použití 20 % náhražek.

## 5.2.4 Srovnání laboratorních várek obsahujících 10 % a várky provedené na školním pivovaru

Graf č. 16: Srovnání laboratorních várek s várkou z maloprovozu



Z grafu číslo 16 je zřejmé, že pivo uvařené v maloprovozním pivovaru, vzorek 1A-MP, bylo hodnoceno obdobně, jako pivo z laboratorních várek 1A-1.s., 1A-2.s., a 1A-2.s. O něco lépe byla hodnocena, plnost, chuť a vůně piva vařeného v maloprovoze. Dále i Intenzita hořkosti a její charakter, ale tyto deskriptory jsou především ovlivněny druhem a množstvím chmele.

## 6 ZÁVĚR

Pivovarnictví má ve světě velkou tradici. Vliv na průběh vaření, chemické složení a především na sensorickou jakost mají z velké části použité suroviny. Během své historie prošlo pivovarnictví řadou změn, a to jak v technologiích, tak v používaných surovinách. Na našem území v 19. století se téměř veškeré pivo vařilo z ječného sladu, vody a chmele. Naopak v dnešní době, mohou některé pivovary zvyšovat svou konkurenceschopnost snižováním nákladů tím, že zvolí levnější surovinu pro výrobu piva.

V mojí diplomové práci jsem se tedy zaměřil na možnosti zpracování sladových náhražek, které jsou v některých případech z části používané. A na možné náhražky chmele, i když chmel pořád neodmyslitelně patří k hlavní surovině pro výrobu piva. Pro určení vhodnosti jsem z vybraných náhražek uvařil experimentální várky piva. U těchto piv jsem se zaměřil na průběh vaření a jejich sensorický profil.

Jako možné náhražky sladu jsem vybral nesladovanou rýži, ječmen a pšenici, z každé obiloviny jsem uvařil pivo, které obsahovalo 10 a 20 % těchto náhražek sladu. U těchto náhražek jsem hodnotil průběh varního procesu. Z výsledku vyplývá, že při použití nesladovaného obilí dochází k prodloužení varního procesu. V dnešní době je tento efekt prodloužení výroby nežádoucí a mohl by se řešit použitím přísad enzymu, které by urychlily štěpení vysokomolekulárních látek. Nebo by se místo části sladu mohl použít slad diastatický, který má vyšší enzymatickou aktivitu.

Ze sensorického hodnocení vyplývá, že při použití sladových náhražek, dochází k poklesu chuti, vůně a plnosti vyrobených piv, naopak říz těchto piv je srovnatelný s pivem, které bylo vyrobeno bez sladových náhražek. U těchto sledovaných znaků dochází k horšímu hodnocení také u vzorků z náhradou 20 % sladu, než u vzorků z náhradou 10 % sladu.

Přesto, že se chmel a našem území nenahrazuje žádnou jinou bylinou, jsem vyzkoušel uvařit pivo za použití části pelyňky místo chmele. Uvařená piva byla sensoricky hodnocena v chuti, vůni, intenzitě hořkosti a charakteru hořkosti. Výrazný rozdíl byl v charakteru hořkosti, který byl u vzorku obsahujícího 20 % pelyňku jako

ulpívající až silně ulpívající a u vzorku, který obsahoval 10 % jako ulpívající. Kdežto u kontrolního vzorku bylo doznívání hořkosti hodnoceno jako mírně ulpívající.

Při srovnání celkového dojmu uvařených piv ve všech sériích byl nejlépe hodnocen kontrolní vzorek, který byl hodnocen jako dobrý, vzorky vyrobené za použití sladových náhražek a vzorek s 10 % pelyňku byly hodnoceny jako střední až dosti dobré. Nejhůře byl hodnocen vzorek, který byl vyroben s 20 % pelyňku jako náhrada chmele, tento výrobek byl hodnocen jako dosti špatný až střední.

I když ne všichni hodnotitelé měli ty nejvyšší zkušenosti ze senzoričtém hodnocení, i tak mi z výsledku vychází, že pro výrobu piva na českém území je ječný slad, voda a chmel nenahraditelnou surovinou, protože při jejichž náhradě dochází ke zhoršení senzoričtého profilu piva.

## POUŽITÁ LITERATURA

Ajebesone P. E. & Aina J. O., 2004: *Potential African substitutes for Hops in Tropical Beer Brewing*. Databáze online [cit 2016-3-7]. Dostupné na: <http://www.ajol.info/index.php/jfta/article/view/19319/17732>

Back W. a kolektiv autorů, 2005: *Ausgewählte Kapitel der Brautechnologie*. Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, 367 s.

Basařová G. a kolektiv autorů, *Sladařství teorie a praxe výroby sladu*, Havlíček Brain Team, Praha 3, 626 s.

Basařová G., Hlavaček I., 2011: *České pivo*, Havlíček Brain Team, Praha I, 231 s.

Basařová G., Šavel J., Basář P., Lejsek T., 2010: *Pivovarství teorie a praxe výroby piva*, VŠCHT Praha, Praha VI, 604 s.

Briggs D. E., 1998: *Malts and Maltinng*, Blackie Academic&Professional, an imprint Thomas Science, London, 778 s.

Basařová G. & Čepička J., 1985: *Sladařství a pivovarství*. SNTL, Praha, 256 s.

Buhner S. B., 2002: *Posvátná a léčivá bylinná piva*, VOLOVOX GLOBATOR, Praha, 455 s.

Davey M. J. a kolektiv autorů, 2002: *Mathematical modeling of rice cooking and dissolution in beer production*. Databáze online [cit 2016-2-29]. Dostupné na: <http://search.proquest.com/docview/199361622/fulltext/FA9C2946B229448FPQ/1?accountid=28016>

Dostálová J. a kolektiv autorů, 2014: *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Key Publishing 2014, Ostrava, 425 s.

Fillaudelau L., Blanpain-Avet P., Daufin G., 2006: *Water, wastewater and waste management in brewing industries*. Databáze online [cit. 2016-2-14]. Dostupné na <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652605000041?#aff2>

Fumi M. D. a kolektiv autorů, 2011: *Effect of full-scale brewing process on polyphenols in Italian all-malt and maize adjunct lager beers*. Databáze online [cit.

2016-2-23].

Dostupné

na:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157511000238>

Chládek L., 2007: *Pivovarnictví*, Grada publishing, Havlíčkův Brod, 207 s.

Kadlec P. a kolektiv autorů, 2009: *Co byste měli vědět o výrobě potravin? : technologie potravin*. Key Publishing 2009, Ostrava, 536 s.

Komár A., 2005: *Technologie, zbožiznalství a hygiena potravin IV. Část technologie, zbožiznalství a hygiena potravin minerálního původu, nápojů a pochutin*. Univerzita obrany, Brno, 141 s.

Kosař K., a kolektiv autorů, 2000: *Technologie výroby sladu a piva*, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha II, 398 s.

Moll M., 1994: *Beers & Coolers*. Hampshire: Intercept Ltd., Andover, 1994, 495 s.

Novák Večerníček J., 2009: *Dějiny piva: od zrození po konec středověku*. Omputer Press a. s., Brno, 143 s.

Kozák V. & Kozáková V., 2013: *Změny v českém pivovarnictví na přelomu tisíciletí*. VeRBuM, Zlín, 102 s.

Ledward D. A. a kolektiv autorů, 1995: *High Pressure Treatment of Food and Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, 208 s.

Laura H.G. a kolektiv autorů, 2015: *Pearling barley to alter the composition of the raw material before brewing*. Databáze online [cit 2016-2-13]. Dostupné na: [http://ac.els-cdn.com/S0260877414004440/1-s2.0-S0260877414004440-main.pdf?\\_tid=218853d8-ce56-11e5-aa2d-00000aab0f01&acdnat=1454930683\\_763893ac10b78c702ec9f5cb6f1f2995](http://ac.els-cdn.com/S0260877414004440/1-s2.0-S0260877414004440-main.pdf?_tid=218853d8-ce56-11e5-aa2d-00000aab0f01&acdnat=1454930683_763893ac10b78c702ec9f5cb6f1f2995)

Narziss L., 1985: *Die Brauerei Volumen 2: Die technologie der Würzebereitung*. F. Enke Verlag, Stuttgart, 385 s.

Pelikán M. a kolektiv autorů, 1999: *Technologie kvasného průmyslu*. MZLU, Brno, 127 s.

Stewart G. G., 2016: *Beer: Raw Materials and Wort Production*. Databáze online [cit. 2016-2-8]. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123849472000581>

Tomko J., 1999: *Farmakognózia: učebnica pre farmaceutické fakulty*. Osveta, Martin, 422 s.

## SEZNAM TABULEK

*Tabulka č. 1: Pokles obsahu hořkých látek během skladování.*

*Tabulka č. 2: Navážka sypaní při výrobě piva se sladových náhražek*

*Tabulka č. 3: Množství chmele a pelyňku v chmelení*

*Tabulka č. 4: tabulka surovin pro výrobu kontrolního vzorku*

*Tabulka č. 5: První série vaření*

*Tabulka č. 6: Druhá série vaření*

*Tabulka č. 7: Třetí série vaření*

*Tabulka č. 8: Formulář pro senzorickou analýzu*

*Tabulka č. 9: Tabulka analytických hodnot 1. série*

*Tabulka č. 10: Tabulka analytických hodnot 2. série*

*Tabulka č. 11: Tabulka analytických hodnot 3. série*

*Tabulka č. 12: Suroviny na várku*

*Tabulka č. 13: Varní objemy*



## SEZNAM GRAFŮ

*Graf č. 1: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem rýže s kontrolním vzorkem 1. série*

*Graf č. 2: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem rýže s kontrolním vzorkem 2. série*

*Graf č. 3: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem rýže s kontrolním vzorkem 3. série*

*Graf č. 4: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem ječmene s kontrolním vzorkem 1. série*

*Graf č. 5: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem ječmene s kontrolním vzorkem 2. série*

*Graf č. 6: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem ječmene s kontrolním vzorkem 3. série*

*Graf č. 7: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pšenice s kontrolním vzorkem 1. série*

*Graf č. 8: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pšenice s kontrolním vzorkem 2. série*

*Graf č. 9: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pšenice s kontrolním vzorkem 3. série*

*Graf č. 10: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pelyňku s kontrolním vzorkem 1. série*

*Graf č. 11: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pelyňku s kontrolním vzorkem 2. série*

*Graf č. 12: Srovnání sensorického profilu piv vyrobených s přidavkem pelyňku s kontrolním vzorkem 3. série*

*Graf č. 13: Srovnání průměru celkového dojmu piv 1. série*

*Graf č. 14: Srovnání průměru celkového dojmu piv 2. série*

*Graf č. 15: Srovnání průměru celkového dojmu piv 3. série*

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

%	procenta
$\alpha$	alfa
$\beta$	beta
°C	stupeň Celsia
cm	centimetr
g	gram
hl	hektolitr
kg	kilogram
l	litr
m	metr
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
mg	miligram
min.	minuta
mm	milimetr
MPa	megapascal
s	sekunda
ŽPČ	Žatecký poloraný červeňák