

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**Bc. HANA KOUBKOVÁ**

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

---



**Slad, pivovarské mláto a možnosti jejich využití v pekárenské  
výrobě**  
Diplomová práce

Vedoucí práce:  
Prof. Dr. Ing. Hřivna

Vypracoval:  
Bc. Hana Koubková

---

BRNO 2016

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

# PROHLÁŠENÍ

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

### **Slad, pivovarské mláto a možnosti jejich využití v pekárenské výrobě**

vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla vyloučena ze zveřejnění v souladu s Článkem č. 3 Směrnice č. 5/2013 *o Zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací, zveřejněné pod č.j. 11972/2013-980* na Mendelově univerzitě v Brně.

V Brně dne:

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu práce prof. Dr. Ing. Luďku Hřivnovi za poskytnutí rad, připomínek a odborné vedení při psaní práce, Ing. Marii Janečkové za rady při provádění praktické části a v neposlední řadě děkuji své rodině za podporu a trpělivost.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá možnostmi využití odpadů při výrobě piva, zejména pivovarského mláta, pro pekařskou výrobu. V první části práce je popsána výroba sladu a piva se zaměřením na vedlejší produkty a jejich využití.

Praktická část zahrnuje dva pekařské pokusy, při kterých byly zhotoveny pekařské výrobky s obsahem různých druhů a frakcí mláta a byla provedena senzorická analýza. Byly posuzovány následující parametry: tvar, barva kůrky, vůně, pružnost střídy, barva střídy, snadnosti ukousnutí, vlhkost střídy, konzistence, pocit v ústech po žvýkání, chuť a celkový dojem.

Pekařské pokusy ukázaly, že nejoptimálněji se jeví přidavek 10 % čerstvého mláta za současného použití zlepšujícího přípravku Štaby. U druhého pokusu hodnotitelé označili za nejlepší pečivo s kombinací pšeničného a ječného mláta v poměru 50:50, rovněž v obsahu 10 %.

**Klíčová slova:** mláto, slad, pivo, senzorická analýza.

## **ABSTRACT**

This thesis is aimed with possibilities how to use waste during production of beer, especially brewery spent grains in bakery production. There is the description of brewery spent grains and beer production in the first part and concentration on minor products and their use.

The practical part includes two bakery experiments, where bakery products were made. These products, which contained different kinds and fractions of brewery spent grains, were analysed sensually. These parameters were evaluated: shape, colour of bread crust, fragrant, elasticity and colour of bread-crumbs, ease of bite, humidity of bread-crumbs, consistency, feeling in mouth after chewing, taste and general impression.

Bakery experiments have showed that the most optimal is addition of 10 % fresh brewery spent grains, and simultaneously using improving preparation Staba. In the second experiment was the best baked good the combination of wheat and barley brewery spent grains in the ratio of fifty to fifty as well in content 10 %.

**Key words:** brewery spent grains, malt, beer, sensory analysis

## OBSAH

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE.....	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
3.1 Suroviny pro výrobu piva.....	11
3.1.1 Chmel.....	11
3.1.2 Voda.....	11
3.1.3 Pivovarské kvasinky.....	12
3.1.4 Slad.....	13
3.1.4.1 Anatomická a chemická stavba zrna ječmene.....	13
3.1.4.2 Vlastnosti sladovnického ječmene.....	14
3.1.5 Vlastní výroba sladu.....	15
3.1.5.1 Příprava ječmene pro sladování.....	15
3.1.5.2 Máčení.....	16
3.1.5.3 Klíčení.....	17
3.1.5.4 Hvozďení.....	17
3.1.5.4 Objektivní a subjektivní znaky sladu.....	18
3.1.7 Druhy sladu.....	19
3.2 Výroba piva.....	22
3.2.1 Výroba mladiny.....	22
3.2.1.1 Příprava zrna pro šrotování.....	23
3.2.1.2 Mletí sladu - šrotování.....	24
3.2.1.3 Vystírání a zapařování.....	24
3.2.1.4 Rmutování.....	24
3.2.1.5 Scezování sladiny a vyslazování mláta.....	26
3.2.1.6 Vaření sladiny s chmelem – chmelovar.....	27
3.2.1.7 Chlazení mladiny a odlučování kalů.....	28
3.2.2 Výroba piva.....	29
3.2.2.1 Hlavní kvašení.....	29
3.2.2.2 Dokvašování a zrání.....	31
3.2.2.3 Filtrace.....	32
3.2.2.4 Stabilizace.....	33
3.2.2.5 Stáčení.....	33
3.3 Odpadní produkty při výrobě sladu a piva.....	33
3.3.1 Zadní a zlomkový ječmen,.....	34
3.3.2 Sladový květ.....	34
3.3.3 Omletky.....	34
3.3.4 Sladové mláto.....	34
3.3.4.1 Složení mláta.....	35
3.3.4.2 Využití mláta.....	36
3.3.5 Chmelové mláto.....	37
3.3.6 Pivovarské kaly.....	37
3.3.7 Pivovarské kvasnice.....	38
3.3.8 Odpadní vody.....	38
4 MATERIÁL A METODIKA.....	39
4.1 Charakteristika použitého mláta.....	39
4.2 Průběh pokusů.....	39
4.2.1 Recepturní složení pokus 1.....	39
4.2.2 Recepturní složení pokus 2.....	40
4.3 Hodnocení výrobků.....	41

4.4 Vyhodnocení výsledků .....	41
5 VÝSLEDKY A DISKUSE .....	42
5.1 Pekařský pokus č.1 .....	42
5.1.1 Hodnocení pekařských charakteristik .....	42
5.1.2 Sensorické hodnocení výrobků.....	44
5.2 Pekařský pokus č.2 .....	51
5.2.1 Hodnocení pekařských charakteristik .....	51
5.2.2 Sensorické hodnocení výrobků.....	53
6 ZÁVĚR .....	60
7 ZDROJE.....	62
8 SEZNAM OBRÁZKŮ .....	68
9 SEZNAM TABULEK .....	69
10 PŘÍLOHY .....	70



## 1 ÚVOD

Sladařství a pivovarnictví má původ ve starověku. Prvenství vaření piva se připisuje Babyloňanům okolo 7. tisíciletí před naším letopočtem. Přibližně do 12. století se pivo připravovalo téměř v každé domácnosti. V této době se na vaření piva podílely hlavně ženy. Na výrobu byl používán chmel, voda a slad z ječmene, pšenice nebo ovsu. První publikovaný postup výroby piva popsal na území ČR v roce 1585 Tadeáš Hájek z Hájku. Zhruba v 18. století se stal dominantou sladu ječmen. V období středověku se vyráběla piva svrchně kvašená tzv. bílá piva, piva spodně kvašená tzv. popenežní, silná nebo stará. Slabá piva neboli lehká se připravovala z horších surovin s přidavkem mláta (BASAŘOVÁ, 2011).

Pivo je slabý alkoholický nápoj, který se vyrábí řízeným kvašením ze sladu, chmele, vody a kvasinek. Podle barvy můžeme rozeznat piva světlá a tmavá.

Při výrobě piva a sladu vzniká několik tisíc tun odpadu, mezi nejvýznamnější odpady se řadí pivovarské mláto a sladový květ. Tyto odpady jsou produkty s velmi bohatou výživovou hodnotou, obsahují hlavně bílkoviny a minerální látky. Jsou levným a dobře dostupným zdrojem krmiva pro hospodářská zvířata. Jejich nutriční využití je celkem široké, avšak aplikace bývá problematická z důvodu nestability a z hlediska uchování živin, hygienické a zdravotní nezávadnosti. Sladový květ i mláto podléhají celkem rychle zkáze, a proto se musí co nejrychleji zpracovat. Nejčastější způsob zpracování mláta bývá silážování (MIKYSKA, 2008).

V dnešní době je kladen velký důraz na zdravou výživu a celkový životní styl. Mláto má vysoký obsah nerozpustné vlákniny, bílkovin a zdraví prospěšných živin. Vláknina obsažená v mlátu může působit při prevenci gastrointestinálních a kardiovaskulárních poruch. Proto se provádí pokusy, ve kterých se mláto využívá pro lidskou výživu v různých potravinářských výrobcích.

Jednou z možností je přidavek mláta do pečiva, což bylo zkoumáno v této práci. Obsah mláta v pekařských výrobcích zlepšuje dietetickou hodnotu těchto výrobků a to zejména zvýšením podílu vlákniny a snížením kalorické hodnoty pečiva. S rostoucí oblibou konzumace různých druhů piv, kde jsou použity různé slady, roste i variabilita využití mláta jako surovin pro pekařské výrobky.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem první části této práce bylo vypracovat literární přehled, který se zabývá technologií výroby sladu a piva. Zjistit možnosti využití vedlejších produktů při výrobě piva se zaměřením na využití mláta. Cílem druhé části této práce bylo zhotovit pekařské výrobky s přídavkem mláta dle navržených receptur. Následně výrobky sensoricky vyhodnotit a výsledky patřičně okomentovat.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Suroviny pro výrobu piva

#### 3.1.1 Chmel

Chmel (*Humulus*) je dvoudomá pravotočivá rostlina z čeledi konopovitých (*Cannabidaceae*). Pro pivovarské účely se využívají samičí rostliny, které mají zůstat neoplozené. Plodem chmele je nažka neboli chmelová hlávka. Ta vylučuje na vnitřní straně listenů během zrání zrnka lupulinu, obsahujícího množství hořkých látek, především silic a pryskyřic, které dodávají pivu typickou chuť a vůni. Rostlina roste do výšky až 8 metrů. Nejznámější je chmel otáčivý (*Humulus lupulus*), konkrétně žatecký poloraný červeňák (BASAŘOVÁ, 2010, HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972).

Odrůdy se dělí podle barvy révy na červeňáky, zeleňáky a poločerveňáky. Dále se mohou dělit dle aroma na jemně aromatický, aromatický, hořký a vysokoobsažný chmel a podle vegetační doby zrání na rané, polorané a pozdní (KOSAŘ A KOL., 2000).

V současné době se využívají chmelové výrobky, místo sušených chmelových hlav, které se využívaly dříve. Tyto výrobky lze rozdělit na tři základní skupiny:

- Výrobky připravené mechanickými úpravami hlávkového chmele – mleté a granulované chmele.
- Výrobky připravené fyzikálními úpravami hlávkového chmele – nemodifikované chmelové extrakty.
- Výrobky připravené chemickými úpravami – chemicky upravený hlávkový chmel, výluh alfy hořkých kyselin (KOSAŘ A KOL., 2000).

#### 3.1.2 Voda

Voda tvoří takzvaně tělo piva. Na její kvalitě závisí výsledná chuť i vůně. Nej důležitějším ukazatelem kvality vody je její tvrdost a obsah kationtů a aniontů ve varné a máčecí vodě. Voda se v pivovarství rozděluje na varnou, mycí a sterilační a provozní. Voda tvoří až 95 % hmotnostních dílů nápoje.

Tvrdost vody se vyjadřuje v nmol/l nebo ve stupních německých. Podle staršího způsobu můžeme vodu dělit na měkkou plzeňskou, středně tvrdou mnichovskou a tvrdou dortmundskou. Další rozlišení vody je podle toho, zda je tvrdost stálá nebo pře-

chodná. Trvalá neboli nekarbonátová je způsobena vápenatými a hořečnatými sírany a během varu se nemění. Přechodná neboli karbonátová je způsobena hydrogenuhličitanu, které se během varu můžou zcela rozložit. Pro výrobu českých pív se používá převážně měkká voda (4-8 °n, tj. 0,7-1,4 nmol/l) až voda středně tvrdá (8-12 °n, tj. 1,4-2,1 nmol/l) (BASAŘOVÁ, 2011, CHLÁDEK, 2007).

Vliv některých aniontů a kationtů na chuť piva:

- Dusičnanové ionty – se redukují na dusitany a mají nepříznivé účinky na chuť piva.
- Chloridové ionty - poskytují piva jemnější a sladší.
- Železité ionty - urychlují degeneraci kvasnic a podporují tvorbu zákalů, podobně jako železité ionty působí i mangan.
- Hořečnaté ionty – stimulují aktivitu enzymů a způsobuje nakyslou chuť piva.
- Sodíkové ionty – při vyšším obsahu způsobují slanou chuť.
- Sulfátové ionty - mají pozitivní vliv na degradaci proteinů a lipidů, avšak vytvářejí během kvašení sirovodíky, které přispívají k hořké, tvrdé až suché chuti piva.
- Vápenaté ionty – ovlivňují pH sladiny a mladiny, snižují činnost kvasnic, podporují přepěňování (HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972).

### 3.1.3 Pivovarské kvasinky

Kvasinky jsou heterotrofní eukaryotní organismy s pevnou buněčnou stěnou. Vyskytují se nejčastěji jako elipsoidní jednobuněčné organismy nebo jako protáhlé buňky. Mají schopnost přeměny anaerobním kvašením monosacharidů, disacharidů, případně i trisacharidů na ethanol a oxid uhličitý (KOPECKÁ A KOL., 2012). Pivovarské kvasinky se skládají z 65-85 % z vody. Sušina se mění podle fyziologického stavu, staří a složení substrátu. Sušina bývá složena z 15-37 % sacharidů, 45-60 % dusíkatých látek, 2-12 % lipidů, 6-12 % minerálních látek. Kvasinky se rozmnožují vegetativním pučením (BASAŘOVÁ, 1985).

Metabolismus kvasinek je ovlivňován složením mladiny, vlastnostmi kvasinek a podmínkami technologického procesu. Za nepříznivých podmínek, zejména při dokvašování piva může docházet k autolýze kvasnic. Při tomto procesu dochází ke vzniku kvasničné chuti piva (KOSAR A KOL., 200).

Při kvašení piva se využívá spodních kvasinek, které po ukončení aktivity klesají ke dnu, především *Saccharomyces carlbergensis*. Současný platný název pro spodní pivovarské kvasinky je *Saccharomyces pastorianus*. Ideální teplota pro množení a růst je 7-15 °C. Rovněž se používají svrchní kvasinky, které se usazují na povrchu *Saccharomyces cerevisiae*. Teplota růstu těchto kmenů je 18-22 °C (RICKEN, BRAAK, 2002, KOPECKÁ A KOL., 2012, BASAŘOVÁ, 2010).

Pro výrobu piva je důležité, aby vybraný kvasničný kmen vykazoval dobrou flokulační schopnost, na které závisí pevnost konzistence sedimentu. Flokulaci by měla začínat ve vhodnou dobu, jinak se může kvasná schopnost zhoršit. Hlavní regulační prvky kvašení jsou teplota, tlak a doba. Kvašení při vyšších teplotách proces urychluje, ale naopak může vznikat nežádoucí aroma (BASAŘOVÁ, 2002).

### **3.1.4 Slad**

Slad je naklíčená a následně usušená obilovina. Nejčastěji se používá slad z jarního dvouřadého ječmene (*Hordeum vulgare*). Fyzikální a mechanické vlastnosti obilky ječmene a následně zrna sladu jsou tedy odrazem jejich chemického složení a struktury (VAN BURREN, 1979, PSOTA, VEJRAŽKA, 2006).

Vliv sladu na jakost piva je všeobecně známý. Vlastnosti sladu jako je barva, chuť a vůně mohou přímo rozhodovat o typu piva a další vlastnosti jako složení extraktivních látek, stupeň rozštěpení bílkovin výrazně ovlivňují celkovou jakost piva. Slad nabývá charakteristických vlastností při sladování, avšak některé závisí na druhu ječmene a jeho pěstování (HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972). Pro pěstování ječmene je optimální průměrná roční teplota 8,5 °C a průměrné roční srážky 500-600 mm. V tomto směru jsou v České republice velmi vhodné podmínky pro jeho pěstování (BASAŘOVÁ, ČEPIČKA, 1985).

#### **3.1.4.1 Anatomická a chemická stavba zrna ječmene**

Obilka ječmene je podlouhlého, vejčitého tvaru, na obou koncích zašpičatělá. Obilka se skládá z endospermu, obsahujícího především škrob a tvořícího 77-82 % objemu a aleuronové vrstvy, která se skládá převážně z bílkovin a tuku. Velikost aleuronové vrstvy je kolem 5 %. Dále pak z klíčku, který je sladařsky nejvýznamnější a zaujímá 2-3 % obalových vrstev včetně pluch, oplodí a osemení, které chrání klíček a endosperm před vysycháním a poškozením. Obilka obsahuje 10-12 % obalových vrstev a 2-3 % oplodí a osemení. Obilka ječmene obsahuje 80-88 % sušiny a 10-12 % vo-

dy. Sušinu tvoří zejména organické látky (97-98 %), z nichž převládají sacharidy - hlavně škrob a dusíkaté látky, 2-3 % zastupují minerální látky (PALMER, 2006, DUDÁŠ, 2004).

Struktura obilky a tloušťka buněčných stěn má značný vliv na sladovnickou kvalitu ječmene. V endospermu s rozvolněnou strukturou dochází ke snadnější difuzi enzymů k substrátu, tj. k bílkovinné matici a škrobovým zrnům a snadnějšímu prostupu vody. Naopak silné buněčné stěny působí jako bariéry transportu (PSOTA, VEJRAŽKA, 2006).

#### **3.1.4.2 Vlastnosti sladovnického ječmene**

Požadavky zpracovatelského sladařského průmyslu na kvalitu ječmene byly upřesňovány již v 19. století. Od té doby jsou neustále prohlubovány a rozšiřovány.

Nejdůležitějším ukazatelem při příjmu ječmene je obsah vody, bílkovin, klíčivost, třída ječmene, napadení škůdci a plísněmi a jednotnost odrůdy (BASAŘOVÁ, 2015).

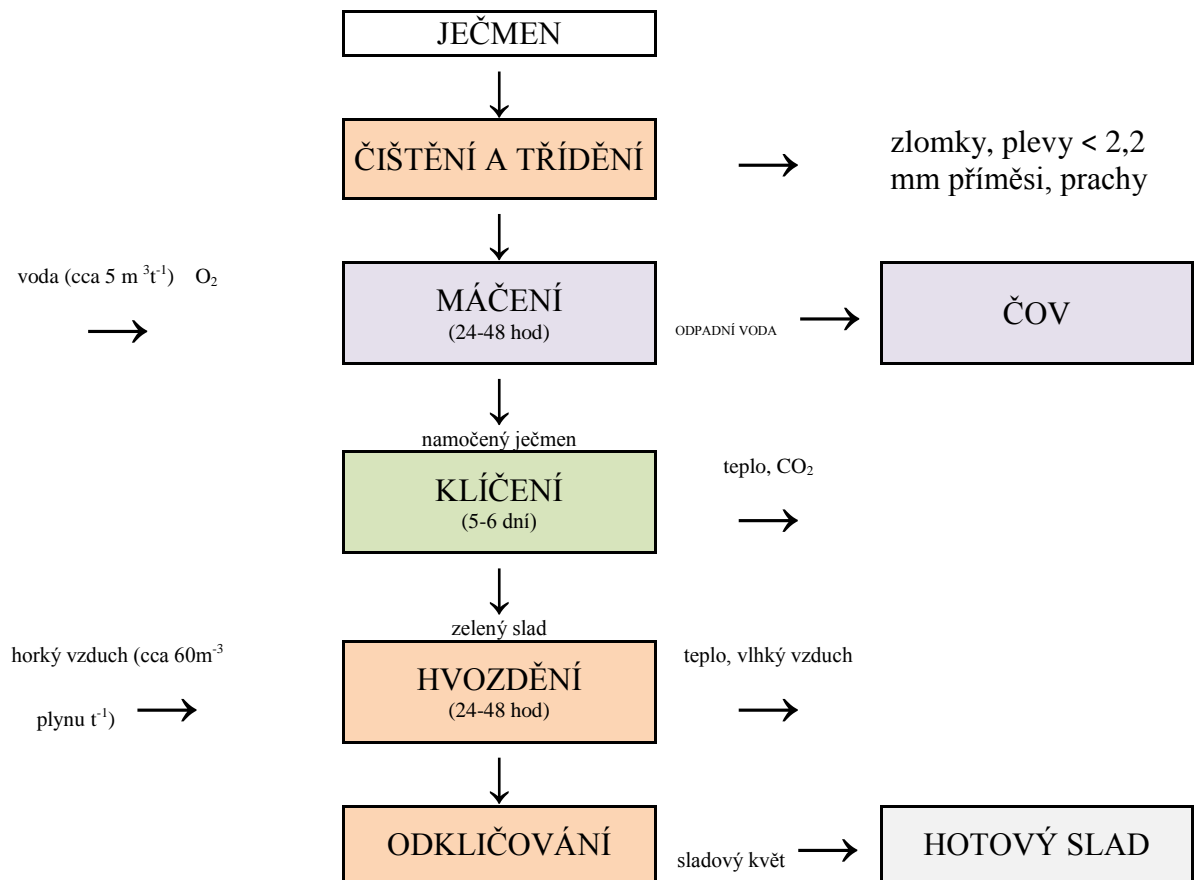
Subjektivní znaky ječmene zahrnují tvar a velikost (poměr délky k šířce zrna), barvu (rovnoměrná, slámově žlutá), vůni (čistá, slámová), lesk zrna, jemnost pluch a neporušenost obalových vrstev a moučnatost (sklovitost).

Mezi objektivní znaky patří mechanické a fyziologické vlastnosti. Tyto vlastnosti podávají informace z hlediska vhodnosti pro zpracování na slad. Patří sem:

- třídění ječmene se stanovením hmotnostních podílů zrna podle velikosti a podílu odpadu (přepad zrna na sítích o velikosti otvorů 2,8 mm, 2,5 mm, 2,2 mm);
- hmotnost tisíce zrn;
- objemová hmotnost;
- moučnatost a sklovitost;
- sedimentační test (objem sedimentu nabobtnalých částí ječné mouky);
- vlhkost - by měla být ideálně kolem 14 %;
- klíčivá energie a klíčivost - patří k nejdůležitějším vlastnostem ječmene pro jeho zpracování na slad. Klíčivost by měla být co největší, optimálně 96 %. Klíčivá energie je procento vyklíčených zrn v čase, měla by být stejná, ne-li vyšší než klíčivost, tedy alespoň 97 % (BASAŘOVÁ, 2015).

### 3.1.5 Vlastní výroba sladu

Schéma výroby sladu dle BASAŘOVÉ 2015



#### 3.1.5.1 Příprava ječmene pro sladování

Nákup ječmene se provádí přímo od pěstitelů nebo obchodních organizací na základě smlouvy. Ječmen se dodává různými cestami buď menší množství v pytlích nebo větší množství z valníků nebo vagonů, odkud je dopravován pomocí dopravních zařízení, jako jsou různé mechanické dopravníky, pásy nebo elevátory.

Zrno se musí před uskladněním zbavit příměsí a nečistot a musí se rozdělit podle velikosti. Ječmen je nejprve předčištěn, což znamená, že se odstraní prach, lehké části a kovové částičky. Po předčištění putuje zrno do čistírny, kde se hrubé nečistoty a cizí příměsi odstraní na vibrujících sítích, pak jsou odstraněny pomocí trieru půlky ječných zrn a kulatá zrna plevelů. Takto vyčištěný ječmen se třídí podle velikosti na podíl nad sítím a zadinu (DUDÁŠ, 2004, KOSAŘ A KOL., 2000).

Sušení se provádí, pokud je vlhkost zrna do 16 % a probíhá za cirkulace vzduchu při teplotě 50–60 °C. Teplota musí být kontrolována, aby nedošlo k poškození zárodku

přesušením a tím snížení klíčivosti. Nesmí docházet ke kondenzaci vlhkosti, vzhledem k možnému růstu mikroorganismů (PRIEST, 2006)

Sladovnický ječmen je skladován s cílem zvýšení jeho kvality. Zrno ječmene je ihned po sklizni fyziologicky nevyzrálé, proto je důležité posklizňové dozrávání. Optimální systém skladování by měl zajistit vysokou klíčivost při nízkých ztrátách prodýcháním. Skladování bez občasné aerace nebo přemístění ječmene zvyšuje riziko poškození klíčivosti (MIKYŠKA, PROKEŠ, 2009).

U sladovnických odrůd ječmene je důležitá délka posklizňového dozrávání. Obilky ječmene vystupují z období klidu po dosažení fyziologické zralosti, v této době je dosaženo maximální hmotnosti sušiny obilky. Ihned po sklizni v průběhu posklizňového dozrávání klíčí obilky ječmene nestejně a pomalu. Čerstvě sklizený ječmen nikdy neposkytne dobře rozluštěný slad. Hlavní podmínkou uniformního klíčení obilek ječmene v konkrétní partii je odrůdová čistota, jednotná velikostní kategorie a ukončené posklizňové dozrávání. Délka posklizňového dozrávání je závislá především na těchto faktorech: odrůda, klimatické podmínky v době tvorby obilky a v době sklizně, podmínky skladování. Posklizňové dozrávání trvá v našich podmínkách 6 až 8 týdnů (ŠOTNÍKOVÁ A KOL., 2011, SACHAMBULA, PSOTA, 2014).

### **3.1.5.2 Máčení**

Cílem máčení je zvýšit obsah vody v zrně na 42-48 %, aby se zabezpečil optimální průběh klíčení a enzymových reakcí. Množství veškeré přijaté vody musí být dostatečné až do konce klíčení (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004).

Voda vniká do zrna především na jeho spodním konci, kde se nachází zárodek. Přijímání vody je nestejně, ze začátku přijímá zrno vodu snadno, je potřeba určitá doba k ustálení obsahu vody. Na rychlost příjmu vody má vliv velikost obilky a teplota vody - čím teplejší voda, tím rychleji proniká do zrna (BÍLEK, 1953).

Máčení ječmene se provádí v náduvnících, které jsou umístěny v máčírňě. Tato místnost by měla být dobře větratelná, chladná s optimální teplotou cca 12-15 °C. Náduvníky mají nejčastěji cylindrický tvar nebo jsou ploché (BASAROVÁ, 2015).

Máčení probíhá několika způsoby, nejčastěji se využívá máčení se vzdušnými přestávkami a odsáváním CO<sub>2</sub>. Proces máčení můžeme rozdělit na 3 fáze, mezi každou fází je přestávka na prodýchání obilky a případné odsátí CO<sub>2</sub>. Celková doba máčení bývá 50-80 hodin (BROOKES, LOVETT, 1972). Kratší doba máčení zrna může kladně ovlivnit hodnotu extraktu i relativního extraktu sladu. Nižší obsah vody v zrně může mít



záporný vliv na relativní extrakt, křehkost sladu a na obsah  $\beta$ -glukanů ve sladu (PROKEŠ A KOL., 2009).

### **3.1.5.3 Klíčení**

Principem klíčení je aktivace enzymového potenciálu obilky, aktivita těchto enzymů je využívána k uskutečnění potřebných chemických přeměn v endospermu. Klíčením se musí získat zdravý, vitální a vyrovnaný vhodně rozluštěný zelený slad a to za předpokladu co nejnižších ztrát na hmotě, a především na škrobu. Na celý proces má vliv zejména teplota, na níž závisí intenzita dýchání, aktivace enzymů a celý metabolický proces. S působením enzymů souvisí přímo nebo nepřímo další změny a to morfoloické – vývin střílky a kořínků, histologické změny – měknutí endospermu, který lze rozetřít mezi prsty a změny metabolické, mezi které například patří štěpení vysokomolekulárních látek především bílkovin (LHOTSKÝ, 1971).

Humna jsou nejstarším typem zařízení pro vedení sladařského ječmene a jiných obilovin. Během klíčení se ječmen, který je v nízkých vrstvách, přetáčí a nakrápí. Humna by měla mít v průběhu procesu teplotu kolem 15 °C s dostatkem vlhkosti. V nynější době převládá pneumatický způsob sladování, kdy se využívají posuvné hromady, skříňová klíčidla, systém Lausman nebo klíčidla kruhová (MOŠTEK, 1975, KUČEROVÁ A KOL., 2010).

Po přemístění vymočeného ječmene do sladovadla probíhají postupně stádia klíčení a jsou doprovázena změnou vnějších znaků a celkovým složením. Na začátku je mokrá hromada ječmene, která postupně osychá a stárne až do stadia staré zavadlé hromady. V poslední fázi vzniká tzv. zelený slad, který se přemísťuje na sušení do hvozdu (BASAŘOVÁ, ČEPIČKA, 1985).

### **3.1.5.4 Hvozdění**

Cílem hvozdění je převést zelený slad s vysokým obsahem vody do skladovatelného a stabilního stavu, zastavit životní a lušticí pochody v zrně a vytvořit aromatické a barevné látky, charakteristické pro druhy sladu za minimálních ztrát. Rozsah tvorby vonných a chuťových látek nebo jejich bezprostředních prekurzorů, je dán zejména postupem hvozdění zeleného sladu. Ten je na hvozdě nejprve předsušen při teplotách do 60 °C, následně pak vyhřán a dotažen při teplotách od 80 °C do 105 °C. Světlé slady pro výrobu spodně kvašených piv bývají předsoušeny při teplotách do 55 °C. Světlé základní slady jsou běžně dotahovány při teplotách až 85 °C. Pro světlé slady používané

pro výrobu svrchně kvašených piv je dotahovací teplota asi 105 °C (CEJPEK, 2014, KOSAŘ, PROCHÁZKA, 2000).

Rozeznávají se tři fáze hvozdní:

- Růstová - obsah vody nad 20 %, teplota do 40 °C, zrno je schopno dále klíčit.
- Enzymová – obsah vody do 20 %, teplota 40-60 °C, zastavují se vegetační procesy, enzymové procesy se nezastavují.
- Chemická – obsah vody pod 10 %, teploty nad 60 °C, probíhají pouze chemické změny, které vedou k tvorbě aromatických látek (BASAŘOVÁ, 2015).

Hvozdní probíhá na hvozdech, které můžeme rozdělit do několika typů podle uspořádání lísek na horizontální a vertikální, podle počtu a tvaru lísek s jedním, dvěma nebo třemi lískami, ty mohou být kruhové nebo pravoúhlé, dále podle způsobu ohřevu a plynulosti pracovního procesu (FRANČÁKOVÁ, TÓTH, 2012).

#### *Odkličování a skladování sladu*

Před dalším využitím by slad měl být několik dní skladován na suchém a chladném místě, aby se zlepšily jeho vlastnosti (NOONAN, 1996). Hotové slady následně putují na odkličovačku, kde jsou zbaveny kořínků, z kterých vzniká sladový květ, dále se zbaví poškozených zrn a prachu a současně se dochladí. Čerstvě odhvozdný slad musí být dobře odkličený, studený a suchý. Uskladňuje se na sladové půdy nebo do sil, kde se nechává 4 až 6 týdnů odležet. Sladový květ je pro vysoký obsah biologicky aktivních látek vyhledávanou surovinou v krmivářství a ve fermentačních technologiích (ILJEV, 1991, KOSAŘ A KOL., 2000).

#### **3.1.6.4** *Objektivní a subjektivní znaky sladu*

U sladu, hlavně světlého plzeňského, se posuzuje několik vlastností mechanických, fyzikálních, chemických a biochemických, které informují o kvalitě sladu a mají vliv na výslednou jakost piva a jsou charakteristické pro různé druhy piv. Hodnoty mechanických a fyzikálních vlastností mají vliv na zpracovatelnost sladu a optimální využití extraktů a celkový průběh výroby piva. (BASAŘOVÁ A KOL., 2010).

##### 1. Mechanické a fyzikální vlastnosti:

- Objemová hmotnost – hmotnost hektolitrů zrna (sladu) v kg.

- Hmotnost tisíce zrn – udává hustotu a tvar obilek, udává se v rozmezí 38-42 g.
- Moučnatost a sklovitost – charakterizuje vlastnosti endospermu.
- Křehkost (friabilita) – souvisí s rozluštěním sladu, dobře rozluštěná zrna jsou křehká a dobře se melou. Metoda stanovení křehkosti sladu je využívána pro kontrolu úrovně rozluštění sladu.
- Viskozita a filtrovatelnost sladiny – ovlivňuje průběh scezování.
- Hodnota pH – se obvykle pohybuje v rozmezí 5,6-5 (PSOTA, VEJRAŽKA 2006, BASAŘOVÁ A KOL., 2010).

## 2. Fyzikálně chemické vlastnosti:

- Obsah vody - po uhvozdění by měl být u světlých sladů přibližně 3,5 %.
- Extraktivnost sladu - nejdůležitější kritérium kvality, zahrnuje množství extraktivních látek, které přejdou do roztoku, tmavé slady mívají nižší extraktivnost než slady světlé.
- Relativní extrakt – při 20 °, 45 °, 65 °, 80 °.
- Diastatická mohutnost – určuje aktivitu  $\beta$ -amylasového komplexu, vyjadřuje se v gramech maltosy vzniklé ze škrobu působením amylas.
- Kyselost kongresivní sladiny – tmavé slady mívají hodnotu pH nižší.
- Viskozita kongresivní sladiny.
- Barva sladiny – měla by odpovídat typu sladu.
- Rychlost stékání a čirost sladiny.
- Vůně rmutu.
- Doba zcukření (BASAŘOVÁ, 1985).

### 3.1.7 Druhy sladu

Jednotlivé druhy sladů s typickými vlastnostmi se získávají výběrem vhodných odrůd ječmene, správnými úpravami technologie máčení, klíčení a hvozdnění. Typ sladu závisí také na potřebné degradaci vysokomolekulárních látek, s čímž souvisí míra proteolytického a cytologického rozluštění, křehkost, optimální aktivace a syntéza enzymů (BASAŘOVÁ, 2015).

Dle ČSN 56 6610 se slady dělí podle obilovin a způsobu výroby na:

- 1) Slady z ječmene:
  - a) slad plzeňský,
  - b) slad vídeňský,
  - c) slad mnichovský,
  - d) slad diastatický,
  - e) slady pražené – karapils; – světlý karamelový; – tmavý karamelový; – čokoládový; – barvicí (černý).
- 2) Slady z jiných obilovin:
  - a) slad z pšenice – světlý pivovarský; diastatický pekařský; – pražené; – karamelový – špaldový,
  - b) slad ze žita,
  - c) slad z žitovce (tritikale).

#### *Světlé slady plzeňského typu*

Tyto druhy se používají pro výrobu piv typu ležáků, konzumních piv a speciálních piv s různou koncentrací mladiny. Mají nižší hodnotu barvy sladiny a po vaření, dostatečné proteolytické rozluštění, dostatek amylolitických enzymů pro dokonalé zcukření rmutů a sladiny (BASAROVÁ A KOL., 2010).



**Obrázek 1: Plzeňský slad**

#### *Videňský slad*

Je přechodovým typem mezi světlými a tmavými slady. Má asi dvakrát vyšší hodnotu barvy než slad plzeňský. V současné době se slady toho typu moc nevyrábí, převážně se používají pro speciální piva (BASAROVÁ, 2015).

### *Slad mnichovský*

Mnichovský slad se vyrábí z ječmenů bohatých na bílkoviny. Slady mají vysoké hodnoty barvy koncesivní sladiny a výrazné aroma. Používají se na výrobu tmavých piv a bývají označovány za slady bavorské (BASAŘOVÁ A KOL., 2010).

### *Speciální slady*

Speciální slady se od běžných liší především v diastatické aktivitě, kyselosti, vůni a barvě. Dodávají pivu zvláštní vlastnosti – specifickou chuť a vůni, ovlivňují pěnivost a zvyšují redoxní kapacitu. Do této kategorie zahrnujeme:

- a) diastatické slady – slouží k výrobě sladových výtažků a k výrobě náhražek sladů,
- b) proteolytické slady – slouží k úpravě kyselosti rmutů, zvýšit trvanlivost pěny a dodat pivo plnější chuť, v ČR se vyrábí málo, pro jejich výrobu se využívají bakterie mléčného kvašení,
- c) melanoidinové slady – mají intenzivní sladovou chuť a vůni, využívají se pro výrobu vícestupňových, tmavých nebo speciálních piv,
- d) karamelové slady – se vyznačují vysokým obsahem cukrů, aromatických a barvicích látek, vyrábějí se v rychlopražičích, tak aby došlo k ztekucení a zcukření škrobových částí.  
Druhy karamelových sladů: světlý (plzeňský), střední barvy, normální (nejvíce využívaný) a porterový,
- e) barvicí slady – používají pro výrobu silných tmavých piv, u kterých není možné docílit barvy jen z tmavého sladu. Barvicí slad se přidává až do druhého rmutu,
- f) slady upravující pH – přidává se za účelem zvýšení redoxní kapacity mladiny, při jeho výrobě se dosahuje vysokého obsahu redukujících sacharidů, zlepšuje mikrobiologickou stabilitu piva (MOŠTEK, 1965, FRANČÁKOVÁ, TOTH, 2012).

Tmavé speciální slady jsou důležitou surovinou pro výrobu typických piv. Tyto slady dodávají barvu, chuť a antioxidační aktivitu sladiny a piva a mají také vliv na celkový průběh kvašení mladiny. V závislosti na výrobním procesu se tyto slady rozdělují do tří skupin: barevných, karamelových a pražených sladů. Tyto slady se používají do

obsahu 5 %, pak může docházet k ovlivnění výsledných vlastností piva. Tmavé slady můžou také zlepšit stabilitu pěny (GOGHE A KOL., 2005).

### *Pšeničný slad*

K výrobě se používá pšenice setá a pšenice špalda, která má vyšší obsah neškrobových polysacharidů a má vyšší obsah vitamínů a minerálních látek.

Odrůdy pšenice se liší obsahem bílkovin, tvrdostí nebo měkkostí zrna. Pro výrobu pšeničných sladů se využívají spíše odrůdy měkké pšenice, které mají obsah bílkovin do 11 %. Tyto odrůdy mívají moučnatý endosperm a výtěžek extraktu bývá vyšší (DEPRAETERE A KOL., 2004).

Pšeničný slad se používá především pro výrobu svrchně kvašených piv. Pšeničný slad se běžně uplatňuje jako doplněk v pivovarnickém průmyslu ke zvýšení výnosu extraktu a stability piva (BIRTWISTLE, HUDSON, 1962, JIN DU, 2011).

Pšeničný slad se používá při výrobě speciálních (tzv. bílých) piv nebo také v pekárenství. Sladování pšenice je odlišné od ječmene a to zejména pro snadný příjem vody do zrna, protože zrno je bezpluché. Zelený slad je méně kyprý, a proto předsušení a hvozdění pšeničného sladu musí být velmi šetrné. Dotahovací teplota by neměla být vyšší než 75 °C (PROKEŠ, 2000).



**Obrázek 2: Pšeničný slad**

## **3.2 Výroba piva**

Vlastní výrobu piva bychom mohli rozdělit na dvě části a to výrobu mladiny a výrobu piva

### **3.2.1 Výroba mladiny**

Pivní mladina vzniká na začátku procesu výroby piva. Mladina obsahuje extraktivní látky, které přešly ze sladu a chmele. Nejdůležitějším pochodem je přeměna nerozpustných složek sladu v rozpustný extrakt. Získaný extrakt sladiny se musí oddělit od nerozpustných zbytků zrna – mláta a považením této sladiny s chmelem dodáme pivu

hořkou chuť a stabilitu. Získaná mladina je po odloučení kalů a ochlazení připravena pro kvasný proces. (KOSAŘ a kol., 2000, HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972).

Cílem přípravy mladiny je získání optimálního složení mladiny, které souvisí s kvalitou vstupní suroviny i s technologií výroby mladiny během vaření. Mladinu je třeba připravit tak, aby obsahovala všechny živiny potřebné pro růst kvasinek během kvašení. Celkový proces ovlivňuje výslednou kvalitu piva (CVENGROŠOVÁ, ŠMOGROVIČOVÁ, 2004).

Příprava mladiny se skládá z těchto kroků: (BASAŘOVÁ, 2010)



### 3.2.1.1 Příprava zrna pro šrotování

Čištění sladu má za cíl odstranit organický prach, který vzniká při dopravě. Provádí se na obilních aspirátorech (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004).

### **3.2.1.2 Mletí sladu - šrotování**

Mletí sladu je mechanický proces. Slad by měl být šrotován tak, aby došlo k zpřístupnění enzymů endospermu a ten byl zároveň co nejvíce vymlet. Nejlépe se endosperm zpřístupní, pokud je zrna rozdělena podélně, čímž zároveň nedochází k většímu drcení slupky. Neporušené slupky pak tvoří porézní přírodní filtr ve scezovací kádi (NOONAN, 1996).

Části sladového zrna nejsou stejnoměrně rozluštěny, v optimálně rozluštěných sladech jsou buněčné stěny degradovány a tvrdý sklovitý podíl by neměl klást větší odpor při mletí. Špatně rozluštěné slady poskytují menší výtěžek extraktu sladu a působí problémy při scezování a filtraci piva. Množství a složení extraktu získaného ve varném procesu z rozemletého sladu závisí na vlastnostech odrůdy ječmene, na rozluštění sladu, výsledku mletí a technologii přípravy mladiny (BASAŘOVÁ A KOL., 2010).

Šrotování sladu se provádí na šrotovnicích, které mohou být dvou, čtyř nebo šesti válcové, šestiválcové poskytují optimální šrotování. Základní postupy mletí jsou za sucha, šrotování sladu za sucha s oddělenými frakcemi, šrotování s kondicionáním, mletí namočeného sladu a mletí moučného šrotu (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004, BASAŘOVÁ, 1985).

### **3.2.1.3 Vystírání a zapařování**

Cílem vystírání je smíchání sladového šrotu s vodou, hustota má odpovídat vyráběnému typu piva. Proces probíhá ve vystírací kádi s míchadlem.

Na způsobu jakým byla provedena vystírka, závisí následný technologický postup. Pro výrobu světlých piv se volí řidší vystírka, která umožňuje lepší prokvašení a usnadňuje zpracování nedokonale rozluštěných sladů. Pro výrobu tmavých piv se vystírka dělá hustší. Objem nálevu a složení se řídí typem vyráběného piva. Rovněž se také upravuje teplota vody na studenou pod, teplou a horkou podle způsobu rmutování (HLAVÁČEK, LHOTSKÝ 1972).

Dle BASAŘOVÉ (2010) jsou teploty vystírání následující: studené vystírání pod 20 °C, teplé vystírání 35-38 °C a horké 50-62 °C. Doba vystírání se pohybuje od 10 do 30 minut.

### **3.2.1.4 Rmutování**

Rmutování je klíčovým krokem při výrobě piva, protože určuje složení mladiny, a tím podstatně ovlivňuje následnou fermentaci kvasinek a konečnou kvalitu piva.



Cílem je převedení žádoucích složek varních surovin extraktu do roztoku. Během rmutování dochází k několika biochemickým pochodům, mezi které řadíme přeměny škrobu na zkvasitelné cukry, hydrolýzu proteinu na volné aminokyseliny a degradaci buněčné stěny, tyto pochody probíhají současně za pomoci amylolytických, proteolytických a cytolytických enzymů. Přeměna škrobu je závislá na řadě faktorů - vlastnostech a vnitřní struktuře škrobu, úrovni enzymatické přeměny škrobu a teplotě rmutování (HU, DONG, FAN, 2014).

Během rmutování se uvolňují rozpustné polyfenoly. Čím jemnější zpracování šrotu, tím více látek přejde do roztoku. Složení polyfenolických sloučenin výrazně ovlivňuje míra provzdušnění, která podporuje chemické a enzymatické oxidativní reakce. Oxidační změny se projevují ve zvýšení intenzity barvy a zákalu. Při rmutování se mění obsah polyfenolů v závislosti na technologii a kvalitě sladu (BASAŘOVÁ, 2010).

Štěpení škrobu na zkvasitelné sacharidy působením amylolytických enzymů je nejvýznamnější proces při rmutování. Množství zkvasitelných cukrů v mladině se pohybuje kolem 72 %, hodnota bývá reálně většinou nižší. Tento proces probíhá ve třech fázích:

- 1) Bobtnání a mazovatění škrobu – závisí na rychlosti a teplotě zahřívání a druhu ječmene, teplota mazovatění 50-57 °C.
- 2) Ztekucení – hlavní funkci má  $\alpha$ -amyláza, optimální teplota 65-70 °C.
- 3) Zcukření - výsledek hydrolytického působení komplexu amyláz (BASAŘOVÁ, 1985).

Hydrolytické štěpení škrobu katalyzují sladové amylázy, slad obsahuje dvě amylázy štěpící škrob na maltózu a dextriny. Amyláza obsažená ve sladech je směsí  $\alpha$ -amylázy a  $\beta$ -amylázy. Pokud působí obě amylázy, dochází k větší hydrolýze a obsah vzniklé maltózy se pohybuje kolem 80 %. Zcukřování amylózy a koncových částí amylopektinu zahajují  $\beta$ -amylázy od jejich konce. Optimální teploty pro působení  $\alpha$ -amylázy je 70-75 °C, ideální teplota pro  $\beta$ -amylózu je nižší a to do 65 °C (HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972)

*Důležité teploty při rmutování* (BASAŘOVÁ, 2010):

- a) kyselinotvorná teplota: v rozmezí 35–38 °C, podporuje rozpouštění látek extraktu a působení sladových,
- b) peptonizační teplota: mezi 45–50 °C,
- c) nižší cukrotvorná teplota: 60–65 °C, zvyšují se redukující cukry,

- d) vyšší cukrotvorná teplota: 70–75 °C, důležitá pro optimální působení enzymu  $\alpha$ -amylázy, u dobře rozluštěných sladů je dosaženo dokonalého zcukření do 10 minut,
- e) odmutovací teplota: v rozmezí 76–80 °C.

Proces rmutování se dělí na dekokční a infuzní. Dekokční postupy se provádějí s postupným vyhříváním jednoho až tří podílů rmutu, tedy postupy jednormutové, dvourmutové a třirmutové. Nejvíce se využívá dekokčního rmutování na dva rmuty.

Infuzní postup zajišťuje rozpouštění a štěpení extraktu sladu při delším působení sladových enzymů bez tepelného působení povařování rmutů. Celá vystírka se zahřeje přibližně na 70 °C a po zcukření se přečerpá do scezovací kádě (FRANČÁKOVÁ, TÓTH, 2012, BASAŘOVÁ, 2010).

### **3.2.1.5 Scezování sladiny a vyslazování mláta**

Cílem scezování je získat čistou sladinu a maximum extraktu, který do procesu přinesly suroviny (DUFOUR A KOL., 1986).

Po ukončení rmutování se musí vzniklý produkt rozdělit na kapalnou sladinu neboli předek a odpadní produkt mláto, jedná se tedy o fyzikální proces. Mláto začne po určité době sedimentovat na dně scezovací kádě a vytvoří vrstvu vysokou asi 30 cm, které slouží jako filtr pro přitékající sladinu. Pro zlepšení průtoku bývají scezovací nádoby vybaveny kypřicím zařízením (CHLÁDEK, 2007).

První část sladiny je kalná, a proto je třeba opětovná filtrace. Po skončení stékání má mláto hodně extraktu a cukru a je vhodné jeho promytí horkou vodou, neboli vyslazení. Vyslazuje se tak dlouho, dokud stupňovitost nedosáhne posledních výstřelků požadované hodnoty (1 %). Poslední výstřelky, které mají nízkou stupňovitost, se nazývají patoky a jsou využity v následující várce nebo se stávají odpadem (CHLÁDEK, 2007).

Vrchní část filtrační vrstvy tvoří jemné kaly, které označujeme jako tzv. těstíčko. Střední vrstva je tvořena jemnými částicemi pluch a hrubými kaly, tato vrstva ztěžuje vyslazování. Spodní vrstvy obsahuje těžší pluchy. Po usazení kalů a odpočinku má být hladina rmutu tmavá. Následně dochází k podrážení – střídavé otevírání a zavírání kohoutů, tím dochází ke stržení kalících částí, které se dostaly do roztoku. Kalný roztok se přečerpává zpět do scezovací kádě. Tento proces se opakuje tak dlouho, dokud se roztok zcela nevyčeří (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004).

### 3.2.1.6 Vaření sladiny s chmelem – chmelovar

Chmelovar – var sladiny s chmelovými preparáty je jedním z důležitých kroků při výrobě mladiny. Chmelové preparáty, jejich vlastnosti a množství ovlivňují kvalitu mladiny i hotového piva. Jednotlivé chmelové preparáty se liší obsahem hořkých kyselin, silic a polyfenolů. Dodávají mladině hořkou chuť, typické aroma a podporují vylučování bílkovin. (CVENGROŠCHOVÁ, ŠMOGROVIČOVÁ, 2007).

Během chmelovaru dochází vlivem fyzikálně-chemických změn ke stabilizaci koncentrace a složení mladiny. Vlivem teploty probíhá inhibice enzymů a determinace složení sacharidů a mění se oxido-redukční kapacita mladiny. Dále probíhá sterilizace mladiny teplem s inhibicí reziduální mikroflóry z vody, sladu a chmele, koagulace vysokomolekulárních dusíkatých látek mladiny a reakce dusíkatých a sacharidových složek za tvorby barevných látek. Rovněž dochází ke změnám složek extraktu vlivem oxidačních reakcí a to zejména polyfenolů. Odpaří se přebytečná voda a s ní i část chmelových silic a mladina se zkoncentruje na POŽADOVANOU hodnotu. Samotným procesem chmelovaru s přidavkem chmelových preparátů se významně ovlivňuje kvalita a stabilita piva (CVENGROŠCHOVÁ, ŠMOGROVIČOVÁ, 2007).

V průběhu chmelovaru se chmel přidává většinou natřikrát, čtvrtina na začátku varu, polovina po první hodině varu a zbylá čtvrtina třicet minut před skončením varu. Slad by se s pivem neměl vařit déle než dvě hodiny. Časový rozptyl dávkování závisí na typu vyráběného piva. Pro piva s nižší hořkostí stačí jedna dávka na začátku chmelovaru, u piv s vyšší hořkostí se doporučují dávky dvě až tři. Celková doba se u konvenčních systémů pohybuje kolem 90 minut s teplotou 100 °C, při vysokotlakém chmelovaru je doba 2-3 minuty a teplota 140 °C (ČEPIČKA, BASAŘOVÁ, 1993).

Typická varní souprava je tvořena sběračem sladiny a mladinovou pánví. Ohřívání zajišťuje vnitřní nebo vnější vařák, u starších pánví se vyskytuje parní duplikátor. Odloučení hrubých kalů je zajištěno v samostatné vířivé kádi. Mladinové pánve bývají konstruovány jako válcové nádoby s kuželovým víkem a párníkem (KOSAŘ A KOL., 2000).



**Obrázek 3: Varna (<http://www.mobilnipivovary.cz>)**

### **3.2.1.7 Chlazení mladiny a odlučování kalů**

Vyrobená mladina se musí před kvašením ochladit na vhodnou teplotu. Během chlazení dochází k provzdušnění a vyloučení hrubých kalů, částečně i kalů jemných, tyto kaly se označují jako chladové kaly, které vypadávají z roztoku až po ochlazení na 60 °C. Ochlazení probíhá ze 100 ° na 5–6 °C, pro hlavní kvašení na 10-15 °C pro výrobu svrchně kvašených piv. Při postupném chlazení na zákvasnou teplotu dochází k číření mladiny. Chlazení musí probíhat tak, aby nedocházelo ke znečištění a rozvoji nežádoucí mikroflóry. Druhotným jevem chlazení je zmenšování objemu a mírné zvýšení extraktu mladiny (BASAŘOVÁ, 2010).

V dnešní době se nejčastěji ke chlazení využívají deskové chladiče. Jedná se o uzavřený systém tepelného výměníku, který umožňuje průchod horké mladiny úzkou plochou mezi dvěma deskami, z obou stran intenzivně chlazenými. V provozech na našem území se používají jedno a dvoustupňové výměníky (CHLÁDEK, 2007).

Kaly se z mladiny odlučují různě. Hrubé kaly se odstraňují z mladiny snadno. Jejich odstranění musí být před zakvašením dokonalé, jinak může docházet ke zhoršení kvašení a negativně tak ovlivnit výslednou chuť piva. Při odlučování hrubých kalů se využívá sedimentace, rotační sedimentace ve vířivé kádi, odstředování a filtrace. Množství těchto kalů kolísá v závislosti na surovině, vlastnostech mladiny, chmele a chmelovaru. Při poklesu teploty se v hrubých kálech váže i část jemných mladinových kalů (BASAŘOVÁ a kol., 2010, HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972).

Jemné neboli chladové kaly vznikají ochlazováním mladiny a začínají se vylučovat již při teplotách pod 80 °C. Jejich vznik je vratný, tedy při zahřátí se opět rozpouštějí. Množství kalů se v mladině vyskytuje při zpracování jemných šrotů nebo špatně rozluštěných nebo nedotažených sladů. Jemné kaly se z mladiny částečně odstraňují odlučováním hrubých kalů. Jejich další separace probíhá v zákvasné kádi, kde kaly sedimentují. Poté se odstraňují při odstředění pomocí filtrace a během flotace, což je po-

stup, při kterém se ochlazená mladina zbavená hrubých kalů přesycuje jemně rozptýlenými bublinkami vzduchu. Flotace se provádí ve stojatých nebo ležatých nádobách.

### 3.2.2 Výroba piva

Fermentace mladiny za vzniku piva probíhá ve dvou krocích. První krok se nazývá hlavní kvašení. V tomto kroku se pomnoží pivovarské kvasinky, které se na závěr oddělí buď flokulací nebo sedimentací u spodního kvašení nebo vyplavou na povrch u svrchního kvašení. V druhém kroku fermentace – dokvašování a ležení piva, pomalu dokvašuje zbylý extrakt a pivo se číří, sytí CO<sub>2</sub> a získává si tím rovnováhu sensorických látek (BASAROVÁ, 2010).

#### 3.2.2.1 Hlavní kvašení

Cílem hlavního kvašení je neúplné prokvašení cukrů extraktu mladiny pivovarskými kvasinkami za vzniku ethanolu, oxidu uhličitého a vedlejších metabolitů, současně dochází k pomnožení kvasničného zákvasu. Mladina je ochlazená na přibližně 10 °C a je převedena do kvasných kádí, během transportu dochází k provzdušnění.

Podle technologického postupu rozeznáváme kvašení stacionárním postupem (tradičním), semikontinuální a kontinuální kvašení piva. Stacionární neboli vsádkové kvašení probíhá ve velkých kvasných nádobách, tyto kádě mohou být otevřené nebo uzavřené, většinou bývají hranatého tvaru. Kádě jsou umístěny v prostorách zvaných spilka a bývají umístěny ve sklepích, případně v izolovaných místnostech, které jsou chlazeny (BASAROVÁ, ČEPIČKA, 1985).

Před hlavním kvašením v tradičních podmínkách a v menších objemech probíhá zakvašování a provzdušňování mladiny. Většinou se dává 0,5 l hustých kvasnic na 1 hl mladiny. Vyšší dávka současně může potlačovat tvorbu vedlejších metabolitů. Pokud se kvasnice včas neoddělí, může docházet k jejich autolýze. U tradičních postupů lze kvasnice opakovaně použít (BASAROVÁ, 2002).

Hlavní kvašení probíhá v následujících stádiích:

- 1) Zaprašování – začíná od stěn kádě za 12-24 hodin, dochází k úniku CO<sub>2</sub>, klesá hodnota pH a obsah extraktu, naopak teplota mírně stoupá.
- 2) Bílé kroužky – tvoří se za 3 dny, kdy je maximální tvorba CO<sub>2</sub>, pH klesá až na 4,7, teplota mírně stoupá.

- 3) Vysoké hnědé kroužky – trvají přibližně 3 dny, vysrážené kaly jsou vynášeny na povrch a pěna se tak zbarvuje do hněda, extrakt klesá až o 1,5 % za 24 h, pH klesá na 4,4, teplota vzrůstá a musí být započato chlazení.
- 4) Propadání deky – dochází k nejvyšší možné sedimentaci kvasinek, extrakt klesá pozvolna, kroužky se začínají propadat a deka se musí odebrat, tímto krokem je pivo zralé k sudování (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004).



**Obrázek 4: Kvasná kád' (<http://www.pivovar-hradek.cz>)**

Hlavní kvašení probíhá různě dlouho podle koncentrace mladiny a teploty kvašení. Doba kvašení odpovídá stupňovitosti původní mladiny v procentech, tedy 7 % mladina kvasí 7 dní. Reálně se však doba kvašení upravuje podle technologického procesu, nebývá však delší než 14 dnů (HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972).

Teplota při kvašení bývá u většiny kmenů mezi 25-30 °C. Pro spodní kvašení se studené vedení v rozsahu 5-9 °C, u některých postupů se využívá teplé vedení 12-16 °C. Při svrchním kvašení se teploty pohybují od 15 °C do 22 °C. Pokud dochází ke zvyšování teploty při stacionárním spodním kvašení, dochází tak ke zvýšení aktivity kvasinek, ale naopak zhoršení stability pěny, zhoršení barvy piva a vyšší ztráty hořkých látek. Nepříznivé vlivy vyšších teplot lze do určité míry omezit tlakem při fermentaci (BASAROVÁ, 2010).

Průběh hlavního kvašení ovlivňuje spousta faktorů například:

- složení a koncentrace mladiny,
- vlastnosti kmene kvasinek a dávka kvasnic,
- teplota, tlak a doba kvašení,
- stupeň provzdušnění mladiny a kvasinek,
- proces cirkulace.

Po skončení hlavního kvašení a sebrání deky vzniká tzv. mladé pivo, které teče do sběrných nádrží a ležáckých tanků. Během této operace musí docházet k minimálnímu provzdušnění a musí se zamezit ztrátám CO<sub>2</sub> (BASAŘOVÁ, 2010).

Růst kvasinek může do zančené míry ovlivnit obsah fusariových mykotoxinů v zrně, které růst značně zpomalují a spolu se šťavelany jsou pravděpodobně příčinou tzv. přepěňování piva (gushing) (MALACHOVÁ A KOL., 2010).

### **3.2.2.2 Dokvašování a zrání**

Účelem dokvašování je pomalé zkvašování zbylých sacharidů při nízkých teplotách 0-2 °C. Dochází k fixaci oxidu uhličitého a zajištění vyčerení organoleptické zralosti piva. Dokvašování musí probíhat pozvolna a dostatečně dlouhou dobu, aby se dosáhlo přetlaku CO<sub>2</sub>. Dokvašování probíhá v ležáckých tancích v podzemních sklepích nebo izolovaných nádobách (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004).

Doba ležení piva je závislá na množství kvasnic a kvasničného extraktu v pivě, teplotou dokvašení a typem vyráběného piva. Světlá piva 10° prokvašují asi 3 týdny, 12° piva prokvašují 55-70 dní, piva speciální mohou dokvašet až 4 měsíce (BASAŘOVÁ, ČEPIČKA, 1985).

K docílení optimální kvality piva je nutné dodržet tyto podmínky (BASAŘOVÁ, 2010, BASAŘOVÁ, ČEPIČKA, 1985):

- *Pozvolný pokles teploty a zkvašování zbylého extraktu* – pokles z 6 °C na 2-0 °C prokvašení extraktu je největší v prvních třech dnech.
- *Sycení piva oxidem uhličitým a jeho fixace* – závisí na teplotě a tlaku během prvních 14 dní je pivo syceno, další dobou ležení dochází k fixaci CO<sub>2</sub>.
- *Čiření piva* – závisí na teplotě a množství kalických částic, mezi které patří amorfni a komplexy.
- *Zrání chutě a vůně piva* – dochází k nim ve fázi zrání, během zrání je upravena nepříjemná hořkost a kvasničná chuť zeleného piva, vytváří se typická chuť, kterou ovlivňují suroviny a technologie.

### **Výroba v cylindrokónických tancích (CKT)**

Velkoobjemové fermentační nádoby díky svým přednostem potlačují vývoj a rozšiřování kontinuálních procesů. Technologie výroby piva v cylindrokónických tancích (CKT) je v současné době nejpoužívanějším způsobem výroby. Velkou výho-

dou je jednoduchá automatizace kvasného procesu, možnost kvalitní sanitace zařízení, výroba velkého objemu piva o stejné kvalitě, menší potřeba místa a rychlejší průběh fermentace. Současně dochází ke zvýšení produktivity a snížení nákladů výroby. Používají se postupy kvašení a dokvašování a v CKT je můžeme rozdělit na dva typy, jednofázový postup, kdy probíhá kvašení i dokvašování v jedné nádobě. Při druhém typu - dvofázovém je mladé pivo po ukončení hlavního kvašení přečerpáváno do jiného CKT nebo případně do ležáckého sklepa (KOSAŘ A KOL., 2000).

### **3.2.2.3 Filtrace**

Filtrace je jedním z velmi důležitých kroků při výrobě piva. Oddělují se kalici částí a zlepšuje se čírost piva. Filtrací se také zlepšuje biologická, chemická a fyzikální stabilita. Na druhou stranu by filtrace neměla snižovat pěnivost piva, dodávat pivu kyslík, ionty a jiné sloučeniny, které negativně ovlivňují organoleptické vlastnosti piva (BASAŘOVÁ, 2010, EBLINGER, NARZIB, 2000).

Při filtraci protéká kapalina pórovitou přepážkou, na které se zachycují tuhé částice. Částičky, které se zachytí během průtoku, se stávají součástí filtru a dochází tak ke zmenšení pórů, zpomalení průtoku a zvýšení tlaku. Filtrační materiály dělíme na tři základní skupiny: vláknité (pivovarská hmota, tkaniny), zrnité a práškovité (křemeliny, perlity, silikagel, uhlí) a pórovité (membrány z různých materiálů) (BASAŘOVÁ, 2010).

V naplavovacích filtrech se používá zrnitý materiál křemelina nebo perlit. Filtrační materiály se nanášejí na nosič a během filtrace se musí doplňovat, dochází potom k rozšíření filtrační vrstvy. Nosná přepážka může být desková, síťová nebo svíčková. Deskové filtry jsou univerzální zařízení a mohou se použít pro jednoduchou i dvojitou filtraci. Výsledný efekt je závislý na druhu použitých desek a počtu rámců (BASAŘOVÁ, ČEPIČKA, 1985).

Nejmodernější technologií je membránová filtrace (vysokoúčinná), pomocí které lze pivo současně i sterilovat. Tento proces se nazývá studená pasterace. Za membránu se považují tuhé materiály, které mají malou tloušťku, malé rozměry pórů a vysokou pórovitost potřebnou pro snadné oddělování fází. Nejčastěji bývají vyráběny z polymerních materiálů. Mezi membránové filtrace řadíme mikrofiltraci, nanofiltraci, ultrafiltraci nebo reverzní osmózu. Zachycené látky se musí během filtrace odstraňovat, protože dochází k zanášení membrány (BASAŘOVÁ, 2010).



#### **3.2.2.4 Stabilizace**

Pro zásobování do vzdálených míst a pro export je požadovaná několika měsíční stabilita a stabilita chuti. Konzumenti vyžadují čiré pivo s čerstvou chutí a vůní, správnou barvou a dobrou pěnivostí. Dodržování správného technologického postupu při výrobě trvanlivého piva může vznik sedlin a zákalů omezit, ne však zcela vyloučit. Proto je potřeba piva s dlouhou trvanlivostí stabilizovat. V České republice se nejčastěji stabilizuje pivo během filtrace, případně po filtraci (KOSAŘ A KOL., 2000, DOSTÁLEK A KOL., 2011).

Na koloidní stabilitu piva mají negativní vliv především polypeptidy a polyfenoly, které spolu vytvářejí komplexy, obsah kyslíku, teplo a světlo. Vzniku zákalu se lze zabránit použitím různých stabilizačních prostředků, mezi které patří různé proteolytické enzymy, taniny, antioxidační prostředky a adsorbenty dusíkatých a polyfenolových látek. Všechny tyto prostředky slouží ke snížení obsahu hlavních zákalotvorných sloučenin, tj. bílkovin nebo polyfenolů (KOSAŘ A KOL., 2000, DOSTÁLEK A KOL., 2011).

Stabilitu piva můžeme zajistit i biologicky pasterací. Pivo se zahřeje na 61-63 °C po dobu 20-30 minut, tím se dosáhne inaktivace kvasinek. Při použití vyšší teploty dochází ke zkrácení pasterační doby, avšak hrozí nebezpečí vzniku varné chuti piva a změny barvy. Pro pasteraci se využívá tunelový paster nebo průtoková pasterace v deskovém výměníku. Průtokovou pasterací nedochází k organoleptickým změnám piva oproti tunelové. (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004, BASAŘOVÁ, 2010).

#### **3.2.2.5 Stáčení**

Stáčení filtrovaného piva do přepravních nádob je konečný výrobní proces. Na cestě z ležácké nádoby do přepravního obalu může jakost piva negativně ovlivnit únik oxidu uhličitého, styk se vzdušným kyslíkem nebo kontaminace mikroorganismů. Důležitou podmínkou stáčení je tlak, který by neměl klesnout pod hranici podtlaku během stáčení. Zároveň nesmí docházet ke změnám teplot (HLAVÁČEK, LHOTSKÝ, 1972).

### **3.3 Odpadní produkty při výrobě sladu a piva**

Mezi nejvíce využívané odpadní produkty patří sladové mláto, hořké kaly, chmelové mláto, sladový květ a pivovarské kvasnice. Mláto a pivovarské kvasnice se řadí mezi zbytky a mezi odpady řadíme hořké kaly a odpadní vody

### **3.3.1 Zadní a zlomkový ječmen,**

Jako zadina se označuje propad zrna pod sítím 2,2 mm a další příměsí. Zadina se využívá pro výrobu krmných směsí (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004). Zlomkový ječmen jsou úlomky, rozdrčená nebo jinak mechanicky poškozená zrna.

### **3.3.2 Sladový květ**

Sladový květ je název pro suché kořínky a střelku usušeného sladu. Jejich hmotnost se odvíjí od délky klíčení a podmínek během klíčení (teplota a vlhkost), běžně bývá podíl sladového květu u světlých sladů 3-5 % a u tmavých kolem 5 %. Hlavní složkou jsou dusíkaté látky, jejichž obsah kolísá kolem 30 % v závislosti na rychlosti růstu kořínků, teplotě a obsahu vody. Sladový květ obsahuje také 13 % vlákniny, 9 % škrobu, 10 % cukrů, organické kyseliny a některé vitamíny jako např. A, B, C nebo D. Sladový květ přijímá rychle vodu, proto musí být odstraněn ze sladu a musí být skladován na suchém místě. Sladový květ je pro svoje bohaté složení hojně využívanou surovinou pro přípravu krmiv, především pro krávy a telata, neboť se vyznačuje významnými mlékovornými schopnostmi. Dále se také používá se pro průmyslové zpracování v drožd'árnách, k přípravě léčiv nebo se uplatňuje v různých biotechnologiích (BASAROVÁ, 2015, MIKYSKA A KOL., 2008).

Sladový květ kromě využívání pro krmné účely našel uplatnění pro výrobu mikrobiálních medií. Bylo zjištěno, že přídavek sladového květu stimuluje producenty antibiotik a producenty některých enzymů. Dále bylo zkoumáno využití sladového květu v potravinářství, a to jako substrát pro kvasnice. Získaný produkt zvyšuje a zlepšuje chuťové vlastnosti výrobků (ILJEV A KOL., 1991).

### **3.3.3 Omletky**

Vznikají během leštění sladu a mají podobné složení jako sladový květ. Mají méně proteinu a vody. Omletků bývá většinou do 1,5 % a mají vysoký obsah extraktu.

### **3.3.4 Sladové mláto**

Pivovarské mláto představuje nerozpustný podíl rmutu po oddělení sladiny.

Mláto tvoří přibližně 85 % veškerého odpadu při výrobě piva. Jeho roční produkce bývá v Evropě kolem 3,4 milionů tun (STEINER A KOL., 2015)

Skládá se z pluch, endospermu a látek koagulovaných při rmutování. Mláto má výborné dietetické vlastnosti, související především s vyšším obsahem vitaminů skupiny B. Mláto proto řadíme ke kvalitním bílkovinným krmivům (MIKYSKA, 2007, VYSKOČIL A KOL., 2008). Ze 100 kg sladového sypání vzniká při použití scezovací kádě 120-130 kg mokrého mláta s vlhkostí 75-80 %. Mláto ze sladinového filtru je sušší, má 65-75 % vlhkosti. Mláto má v průměru 31 % původní hmotnosti sladu, což představuje přibližně 20 kg na 100 litrů vyrobeného piva (KOSAŘ A KOL., 2000, TOWNSLEY, 1979).

Sušení mláta je velmi náročný technologický proces, protože mláto obsahuje kolem 80 % vody. Proto je využití suchého mláta pro pekařské výrobky méně ekonomické (DANIŠOVÁ, SLÁDEKOVÁ, 1996).

### 3.3.4.1 Složení mláta

Čerstvé pivovarské mláto obsahuje při cca 22,2 % obsahu sušiny, v přepočtu na 100% sušinu, přibližně 27,3 % dusíkatých látek, 15,5 % vlákniny, 5,4 % škrobu, 1,1 % cukrů a 5,1 % popelovin. Biologická hodnota bílkovin je odvislá od obsahu aminokyselin sladovnického ječmene a je dále obohacena činností kvasinek. Ze sacharidové složky převažují především maltóza, rafinóza a také glukóza. (MIKYSKA, 2007, VYSKOČIL A KOL., 2008).

Přesné složení čerstvého mláta uvádí následující tabulka.

**Tabulka 1 Složení mláta (www.mrazagro.cz)**

Hrubý protein	240 g/kg
Tuky	76,14 g/kg
Popeloviny	41,7 g/kg
Vláknina	193,5 g/kg
Cukry	13,70 g/kg
Škrob	64,9 g/kg
Stravitelné dusíkaté látky	207,60 g/kg
Vápník	13,10 g/kg
Fosfor	10,80 g/kg
Sodík	0,80 g/kg
Draslík	1,7 g/kg
Hořčík	2,0 g/kg
Měď	29,60 mg/kg
Mangan	49,60 mg/kg
Zinek	85,60 mg/kg
Síra	3,5 g/kg
Selen	0,71 mg/kg

Mláto obsahuje v porovnání se sladem nebo sladovým květem dvojnásobné množství vlákniny. Vlákna se nachází hlavně v obalových vrstvách, které zůstávají v mlátu. Mláto obsahuje 14-15 % vlákniny, vztaženo k sušině, z toho rozpustný podíl tvoří pouze 2,5 %, zbytek představuje vláknina nerozpustná, která je velmi důležitá pro lidskou výživu (HUIGE, 1994).

#### **3.3.4.2 Využití mláta**

Mláto má široké spektrum využití. Nejběžnějším způsobem využití mláta je jeho zkrmování, a to přímo čerstvé mláto nebo silážované. V létě při hojnosti zeleného krmiva vzniká nadbytek mláta, které podléhá rychle zkáze. Principem silážování je rychle zastavit nebo omezit enzymatickou činnost nežádoucí mikroflóry, deaktivovat dýchání a proteolýzu a cílevědomě usměrnit činnost žádoucí mikroflóry podílející se na fermentaci biomas (MAJER, 2011). Kromě silážování mláta se hledají náhradní způsoby jeho využití, jako je sušení nebo spalování předlisovaného mláta, výroba bioplynu, přidavek do stavebních materiálů nebo kompostování mláta. K lisování se používají šnekové lis, kterými lze snížit obsah vody z 80 % na 65 %, k sušení parní bubnové sušárny. Sušené mláto je po úpravě vhodné jako přidavek vlákniny do pekařských výrobků nebo jako hodnotné krmivo (KOSAŘ A KOL., 2000).

DANIŠOVÁ, SLÁDEKOVÁ, (1996) uvádí, že suché mláto zbavené pluch a separované na jemnou a hrubou frakci je vhodné aplikovat do potravinářských výrobků z důvodu vysokého obsahu vlákniny, které bývá v běžné stravě nedostatek. Proto přidavek sušeného mláta do pekařských výrobků nebo těstovin je velmi pozitivní z hlediska výživové hodnoty. Obecně v potravinářství lze mláto využít bez nutnosti větších úprav. MAJER (2011) tvrdí, že pivovarské mláto vykazuje vysokou stravitelnost vlákniny, až 70 %. Polysacharidy jsou převážně ve formě hemicelulózy – 28,4 %, celulózy – 16,8 % a 28 % ostatních polysacharidů.

Mláto je také zkoumáno jako zdroj různých látek pro potravinářský, kosmetický a farmaceutický průmysl. Frakce pivovarského mláta se hydrolyzují zředěnou kyselinou sírovou za různých podmínek, hydrolyzát byl fermentován kvasinkami *Candida* za vzniku xylitolu (MUSSATTO, 2006). Byla prováděna také extrakce kyseliny ferulové a p-kumarové z mláta pomocí zvýšené teploty (120 °C) a 2 % roztoku NaOH (MUSSATTO, 2007).

Vhodnou úpravou mláta lze také zvýšit jeho schopnost sorbovat ionty těžkých kovů. Esterifikací mláta kyselinou citronovou za přítomnosti dalších chemikálií byla

zvýšena adsorpční kapacita mláta pro  $Pb^{+2}$  z  $125,84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  až na  $293,30 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  (QINGZHU LI, LIYUAN CHAI, 2010). Tato skutečnost se potvrdila i ve studii QINGZHU LI, LIYUAN CHAI (2012), kde uvádí, že esterifikované mláto je vhodné za určitých podmínek k odstraňování kadmína z vod. Většina  $Cd^{(II)}$  je přímo připojena k atomu kyslíku jednoduchou vazbou C-O.



**Obrázek 5: mláto**  
([http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/krmiva/foto/mlato.jpg](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/foto/mlato.jpg))

### 3.3.5 Chmelové mláto

Chmelové mláto se odděluje po dovaření mladiny při zpracování hlávkového chmele. Tuhé zbytky chmelů se odstraňují v usazovacích a vířivých kádích. Z 1 kg chmele se získá přibližně 7 kg mláta s obsahem vody 80-85 %. Chmelové mláto obsahuje 47 % bezdusíkatých látek, 25 % vlákniny a další látky. V dnešní době se hlávkový chmel používá ke chmelení velmi málo (BASAŘOVÁ, 2010).

### 3.3.6 Pivovarské kaly

Pivovarské kaly jsou získávány na stokách, kde se potom na kalolisech zbavují mladiny. Kaly tvoří hustou hnědou hmotu, která je velmi hořká a obsahuje chmelové pryskyřice a třísloviny. Podle jakosti sladu, jemnosti mletí a technologickému postupu se dá získat ze 100 kg sypání asi 5 kg kalů. Kaly mohou být ve zvláštních případech výživy použity ke zkrmování pro skot (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004, MRKVICOVÁ A KOL., 2007).

### 3.3.7 Pivovarské kvasnice

Pivovarské kvasnice mají přirozený obsah vitamínů skupiny B. Tyto vitamíny skupiny B ( B1, B2, B3 a B6) významně ovlivňují organismus zvířat. Kvasinky obsahují minerální látky a některé stopové prvky, jako je fosfor, draslík, železo, měď nebo zinek. Sušené pivovarské kvasnice zpravidla obsahují  $450 \text{ g.kg}^{-1}$  dusíkatých látek (JEDLIČKA, 2004).

TONK A KOL. (2014) uvádí, že lze použít různé druhy kvasinek *S. cerevisiae*, které vznikly z odpadu při výrobě piva v různých formách, k odstranění těžkých kovů z vodných roztoků.

### 3.3.8 Odpadní vody

Odpadní vody se po biologickém, chemickém a mechanickém vyčištění vypouštějí do veřejných toků. Čištění bývá celkem jednoduché a velmi účinné. Avšak odpadních vod se při výrobě piva vyprodukuje velmi mnoho. Větší pivovary mají běžně vlastní čističku odpadních vod, čímž dochází ke snížení vypouštěné vody a zároveň dochází k opětovnému použití vod (PELIKÁN, DUDÁŠ, 2004, PRIEST, STEWARD, 2006).

Požadavky na odpadní vody jsou uvedeny v Nařízení vlády ze dne 22. března 1999, kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod.

## **4 MATERIÁL A METODIKA**

### **4.1 Charakteristika použitého mláta**

K výrobě pekárenských výrobků bylo použito mláto z produkce minipivovaru (varna 100 l) Mendelovy univerzity v Brně. Jednalo se o mláto z odrůdy ječmene Malz a odrůdy pšenice s purpurovým perikarpem a modrým aleuronem. Slad byl vyroben v mikroskladovně Mendelu jako slad český. Na základě zkušeností z předešlých pokusů byl využit poměr mouka:mláto v poměru 9:1 (vztaženo na sušinu).

### **4.2.Průběh pokusů**

Pokus byl rozdělen na 2 části (pokus 1 a 2). V první byla hodnocena různá příprava mláta přidávaného do směsi. Jednalo se o ječné mláto použité jako sušené nebo čerstvé a upravené granulací. Ve druhé pak byl hodnocen vliv suroviny z pohledu použitého mláta. Bylo použito mláto pšeničné a směs pšeničného a ječného mláta

Byly provedeny dva pekařské pokusy (Rapid mix test). Těsto bylo připraveno na záraz ze všech surovin, hnětlo se v rychlohnětači po dobu přibližně jedné minuty. Nechalo se vykynout v kynárně při teplotě  $32 \pm 1$  °C a vlhkosti  $80 \pm 5$  % po dobu dvaceti minut. Po vyjmutí z kynárny se těsto nechalo 10 minut odležet a zvažilo se. Z těsta se vytvarovaly klonky o hmotnosti 80 g a opět se nechaly nakynout při teplotě  $32 \pm 1$  °C a vlhkosti  $80 \pm 5$  %, tentokrát po dobu dvaceti pěti minut. Před vložením do pece se klonky vložily vodou a pekly se při 230-240 °C. Na začátku pečení se pec zapařila 50 ml vody. Doba pečení byla 20 minut. Po vychladnutí se vzorky zvažily a byla změřena šířka a výška.

#### **4.2.1 Recepturní složení pokus 1**

V rámci tohoto pokusu bylo hodnoceno použití mláta sušeného a čerstvého po úpravě granulací (mletím) a řezáním. Současně byl ověřován přídavek zlepšujícího přípravku Štaba. Přehled jednotlivých variant je uveden v tabulce 2.

Základ pro výrobu těsta tvořila pšeničná mouka hladká (500 g/var.1,7, 450 g/var. 2-6 a 8-12), sůl (7,5 g), cukr (5 g), kvasince (25 g), olej (5 g), voda (cca 300 ml).

U variant s čerstvým mlátem bylo množství vody sníženo. Jednotlivé podíly mláta byly dodány do těsta před vymísením.

**Tabulka 2 Varianty pokusu 1**

Varianta	Podíl mláta a jeho úprava	Zlepšující přípravek Štaba (dávka 1 %)
1	0 %	X
2	10 % celé sušené mláto	X
3	10 % hrubě mleté mláto	X
4	10 % jemně mleté mláto	X
5	10 % mláto čerstvé celé (vlhké)	X
6	10 % mláto čerstvé řezané (vlhké)	X
7	0 %	Ano
8	10 % celé sušené mláto	Ano
9	10 % hrubě mleté mláto	Ano
10	10 % jemně mleté mláto	Ano
11	10 % mláto čerstvé celé (vlhké)	Ano
12	10 % mláto čerstvé řezané (vlhké)	Ano

Přípravek Štaba se skládal z Diasty, pšeničná mouka sladová, cukr, E332, E472 e, guarová guma, kyselina askorbová, dextróza, E450.

#### 4.2.2 Recepturní složení pokus 2

Ve druhém pokusu, bylo ověřováno 9 variant receptur. Jak již bylo uvedeno výše, byla zde využita mláta z různých odrůd pšenice a jejich směsí s mlátem ječným. Mláto bylo použito buď celé nebo nařezané. U všech těchto vzorků byl přidán přípravek Štaba, jehož použití se při prvním pokusu projevilo pozitivně. Přehled receptur uvádí následující tabulka:

**Tabulka 3 Varianty pokusu 2**

Varianta	Podíl mláta a jeho úprava	Štaba
1	0 %	Ano
2	10 % celé mláto z červené pšenice	Ano
3	10 % řezané mláto z červené pšenice	Ano
4	10 % celé mláto z modré pšenice	Ano
5	10 % řezané mláto z modré pšenice	Ano
6	10 % celé mláto z červené pšenice a ječmene (50:50)	Ano
7	10 % řezané mláto z červené pšenice a ječmene (50:50)	Ano
8	10 % celé mláto z modré pšenice a ječmene (50:50)	Ano
9	10 % řezané mláto z modré pšenice a ječmene (50:50)	Ano



Základ pro výrobu těsta zde tvořila opět pšeničná mouka hladká (500 g/var.1, 450 g/var. 2-9), sůl (7,5 g), cukr (5 g), olej (5 g), kvasnice (25 g), voda (cca 300 ml). U těchto variant byl všude použit přípravek Štaba.

### **4.3 Hodnocení výrobků**

Následně bylo provedeno sensorické hodnocení výrobků školenými hodnotiteli a výsledky vyhodnoceny metodou sensorického profilu. Sensorické hodnocení jednotlivých druhů pečiva probíhalo v sensorické laboratoři Ústavu technologie potravin MENDELU v Brně. Jako hodnotitelé byli vybráni zkušení studenti pátého ročníku a zaměstnanci univerzity. Vzorky byly hodnoceny pomocí nestrukturovaných grafických stupnic. Grafická stupnice měla rozsah 10 cm, kdy 10 cm znamenalo 10 bodů (100 %), tedy nejlepší hodnocení. Formuláře pro sensorické hodnocení jsou uvedeny v příloze.

Senzoricky byly hodnoceny tyto znaky: tvar, barva kůrky, vůně, pružnost střídy, barva střídy, snadnost ukousnutí, vlhkost střídy, konzistence, pocit v ústech po žvýkání, chuť a celkový dojem.

### **4.4 Vyhodnocení výsledků**

Statistické hodnocení zjištěných dat bylo provedeno v programu Microsoft Excel a Statistica 12. Pro výpočet byla využita metoda jednofaktorová ANOVA, která se používá pro hodnocení analýzy rozptylu. Celkové výsledky sensorického hodnocení jednotlivých vzorků obou pekařských pokusů byly zpracovány pomocí pavučinových grafů, které jsou uvedeny v příloze.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 5.1 Pekařský pokus č.1

#### 5.1.1 Hodnocení pekařských charakteristik

V rámci obou provedených pekařských pokusů byl kromě sensorického hodnocení jednotlivých variant zjišťován především měrný objem pečiva, určeny ztráty výpekem a hodnocen poměr výšky a délky pečiva po upečení. Naměřené hodnoty z prvního pokusu jsou uvedeny v následující tabulce.

**Tabulka 4 Porovnání výtěžnosti pečiva pekařského pokusu 1**

Receptura	Měrný objem pečiva/100g těsta (ml)	Ztráta výpekem (%)	Poměr výška/délka pečiva
1	276,9	12,72	0,65
2	252,7	14,39	0,56
3	220,1	12,82	0,55
4	203,4	12,74	0,69
5	260,8	14,62	0,58
6	285,7	14,60	0,68
7	297,9	13,62	0,65
8	279,6	13,64	0,60
9	254,8	12,93	0,64
10	237,7	13,10	0,68
11	310,1	12,96	0,73
12	279,0	12,52	0,62

Největší měrný objem pečiva byl dosažen u vzorků č. 7 a 11, kde se pohybovala okolo hodnoty 300. Nejnižší objem výrobků byl zaznamenán u vzorků č. 3 a 4. Z výsledků je patrné, že na velikost objemu měl výrazný vliv přídavek Štaba, který pozitivně ovlivnil měrný objem pečiva u všech variant, kde byl aplikován.

Ztráty výpekem byly nejvýznamnější u vzorků č. 2, 5 a 6, kde dosahovaly více než 14 %. Nejmenší odpar vody byl pozorován u vzorků č. 3, 4, 9 a 12, a to méně než 13 %. Nejvíce vyklenuté bylo pečivo u varianty 11 s přídavkem vlhkého čerstvého mláta při současném použití zlepšujícího přípravku.

Z výsledků pekařského pokusu č. 1 vyplynulo, že vůbec nejpříznivěji můžeme hodnotit výrobky s přídavkem čerstvého vlhkého mláta, které je upraveno nařezáním na

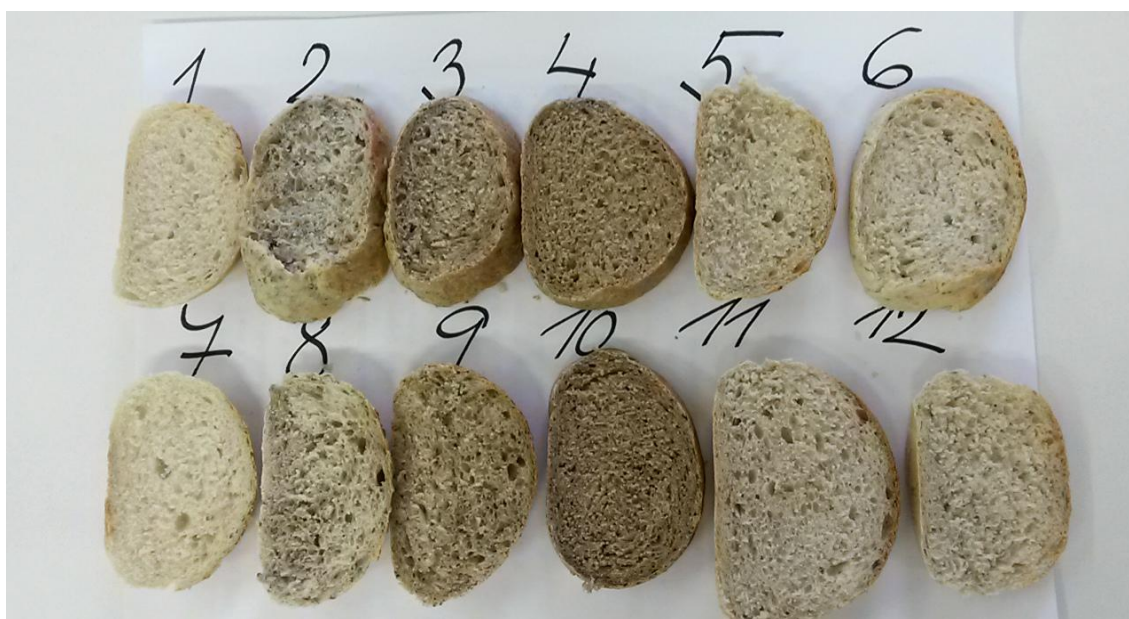
drobnější částice. Fortifikace zlepšujícím přípravkem Štaba se projevila pozitivně u všech testovaných vzorků a to zejména v lepším objemu a tvaru výrobků (obrázek 6). Na obrázku je také vidět lepší, typicky zlatavá barva u vzorků s přípravkem Štaba.



**Obrázek 6 Vzhled vzorků po upečení (pekařský pokus č. 1)**

Na obrázku č. 7 je patrný rozdíl v barvě střídy u jednotlivých variant pokusu. Vzorky č. 5, 6, 11 a 12 s přidavkem čerstvého mláta se jeví na řezu pro hodnotitele jako nejlepší. Vzorky s přidavkem Štaby měly také více porézní střídu a působily nadýchaným a jemnějším dojmem.

ÖZTÜRK A KOL (2002), ve své studii uvádí, že přidavek mláta o velikosti středních a hrubých částic může pozitivně ovlivnit barvu výrobku, oproti frakcím jemnějším. Potvrzují to i naše výsledky.

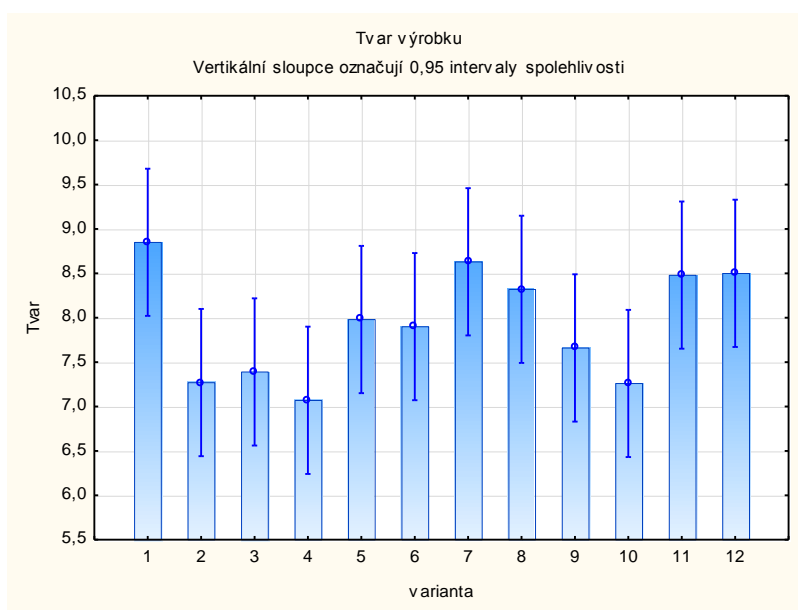


**Obrázek 7 Vzorky pekařského pokusu č. 1 na řezu**

MUSSATTO A KOL. (2014) uvádí, že je lepší převést mláto na mouku, protože jeho původní forma je příliš zrnitá pro přímé použití. Navíc uvádí, že má mláto hnědou barvu a může docházet k ovlivnění výsledné barvy výrobku. Proto se doporučuje použití pouze u barevných produktů, jako jsou některé druhy chleba, sušenky, tyčinky nebo koláče. Naše výsledky to částečně vyvracejí, barva je ovlivněna především velikostí použitých částic.

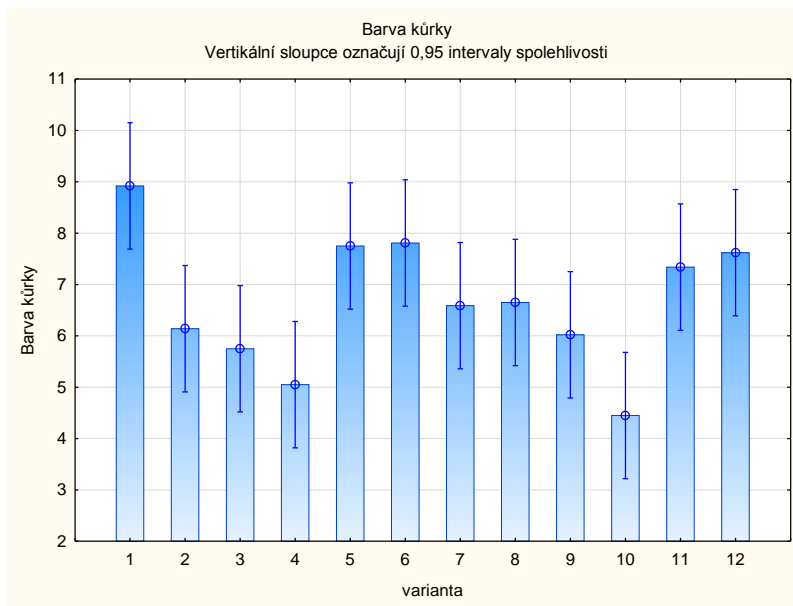
### 5.1.2 Senzorické hodnocení výrobků

Z obrázku 8 vyplývá, že tvar výrobku byl pro hodnotitele nejpříjemnější u vzorků č. 1 a 7, které však byly kontrolní a mláto neobsahovaly. Z toho je patrné, že přídavek mláta má na výsledný tvar vliv. Do určité míry můžeme tento efekt zmírnit přídavkem Štaby.



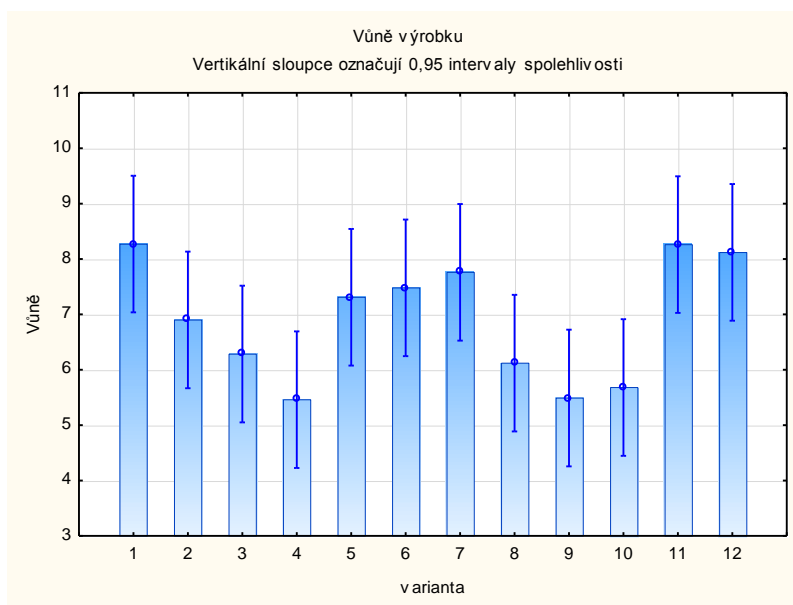
**Obr. 8: Tvar výrobku**

Hodnocení barvy kůrky ukazuje obrázek 9, ze kterého je patrné, že barva kůrky nebyla ovlivněna přídavkem Štaby, projevil se zde ale příznivě přídavek čerstvého celého i řezaného mláta. Požadovaná „zlatá“ barva byla u vzorků č. 5, 6, 11 a 12. Naopak vzorek č. 4 a 10, který obsahoval jemně mleté sušené mláto, byl hodnocen spíše negativně.



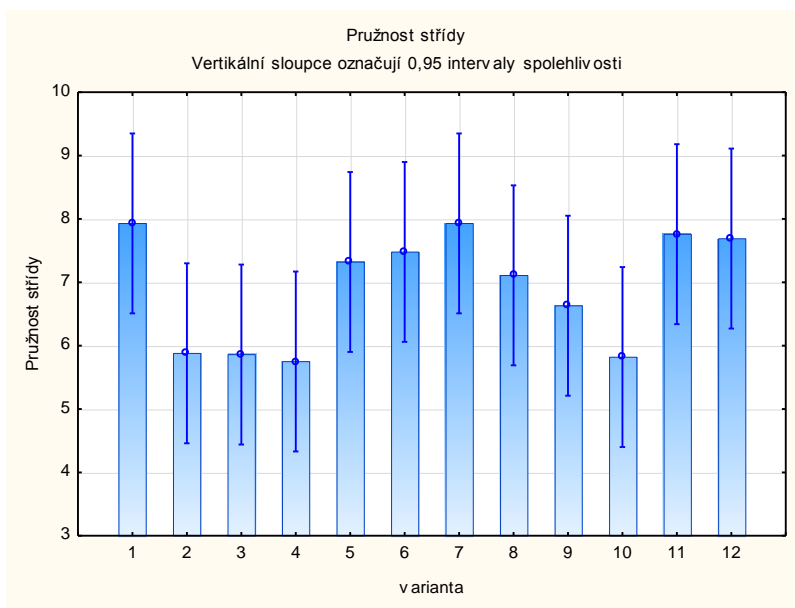
**Obrázek 9: Barva kůrky**

Hodnocení vůně výrobku zobrazuje obrázek 10. Vůně vzorků obsahujících čerstvé mláto byla pro konzumenty příjemnější. Vzorky č. 4 a 10 s jemně mletým sušeným mlátem měly vůni typickou pro mláto, která ale byla hodnotitelům spíše nepříjemná.



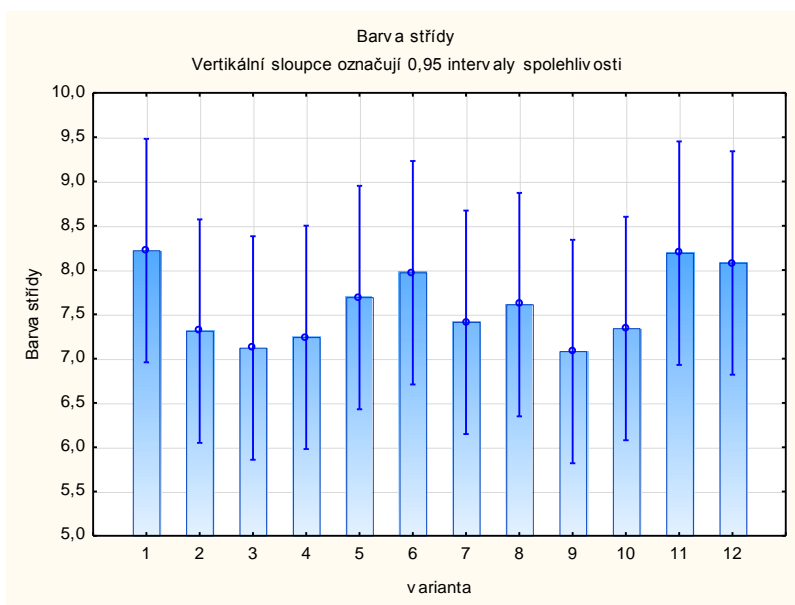
**Obrázek 10: Vůně**

Z obrázku 11 je patrné, že přidavek čerstvého mláta ovlivnil pozitivně pružnost střídy v obou skupinách vzorků. Celkově byla střída pružnější u vzorků obsahujících Štabu.



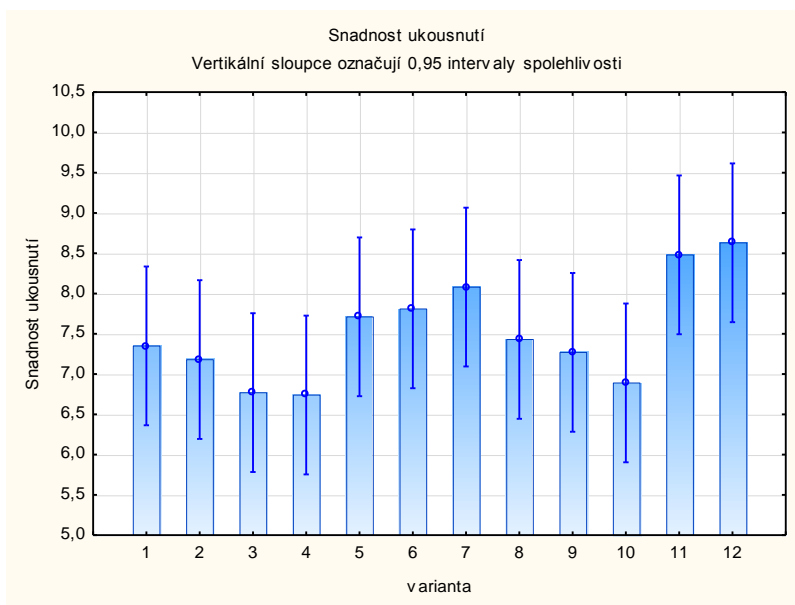
**Obrázek 11: Pružnost střídy**

V obrázku 12 je hodnocena barva střídy, která byla pro konzumenty atraktivnější u vzorků s čerstvým mlátem a přísadkou Štaby. Barva u vzorků s obsahem hrubě mletého sušeného mláta byla nestejnorodá. To může být způsobeno nerovnoměrným rozmícháním mláta během přípravy těsta.



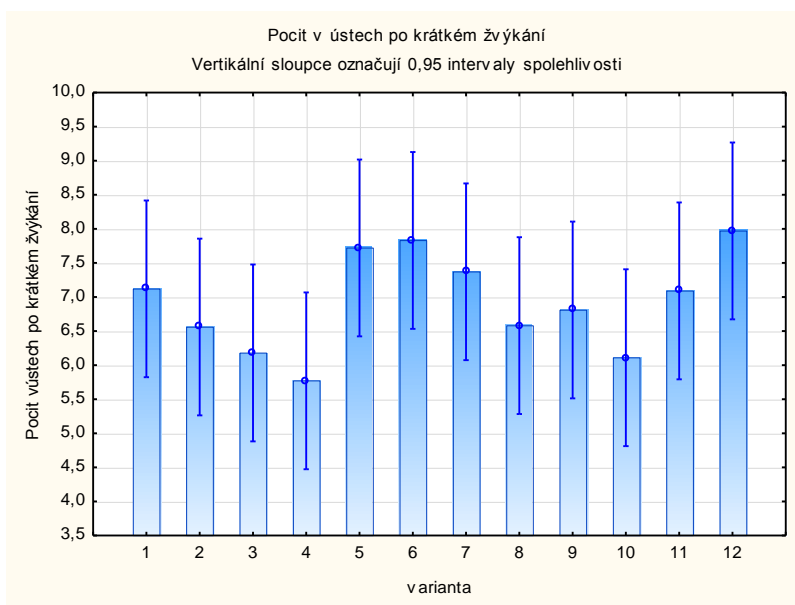
**Obrázek 12: Barva střídy**

Obrázek 13 ukazuje, že snadněji bylo možno ukousnout vzorky obsahující čerstvé mláto. Vzorky č. 4 a 10 s jemně mletým sušeným mlátem byly nejhůře hodnoceny i přes přísadku Štaby u vzorku č. 10.



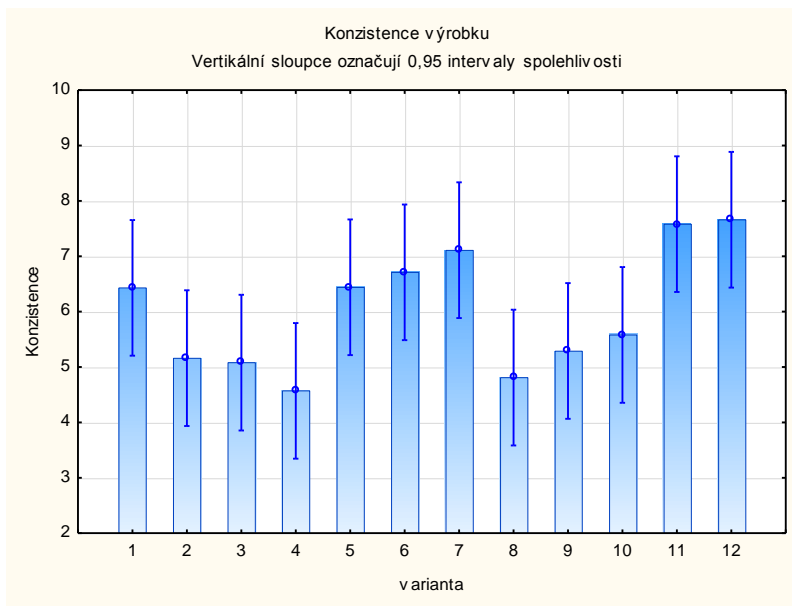
**Obrázek 13: Snadnost ukousnutí**

Z obrázku 14 vyplývá, že obsah Štaby zlepšil pocit v ústech po krátkém žvýkání, stejně jako přídavek čerstvého mláta. Vzorky se sušeným mlátem byly hodnoceny jako pocitově nepříjemné.



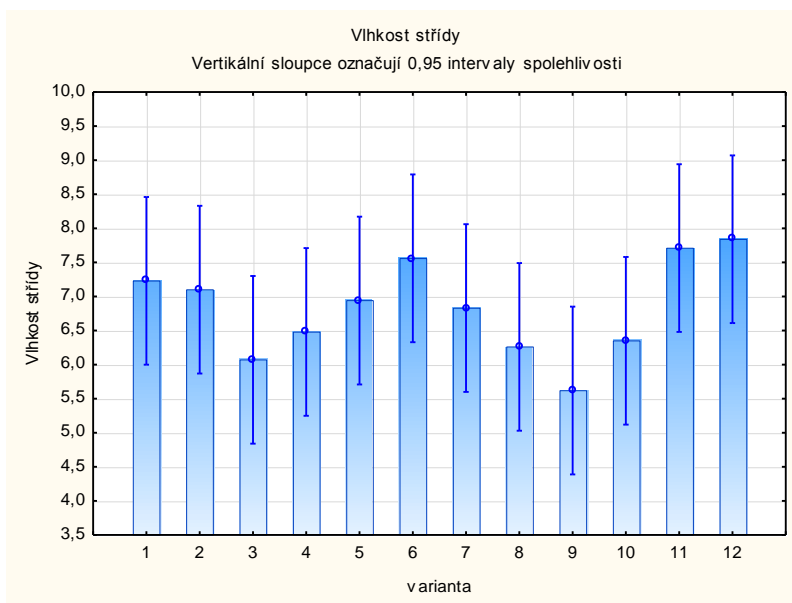
**Obrázek 14: Pocit v ústech po žvýkání**

Hodnocení konzistence výrobku zobrazuje obrázek 15. Jednoznačně nejlepší konzistenci měly vzorky č. 5, 6, 11 a 12 obsahující přídavek čerstvého mláta. Rozdíl v konzistenci byl všemi hodnotiteli označen jako významný. Zároveň respondenti označili konzistenci u kontrolního vzorku č. 7, obsahujícího Štabu za dobrou.



**Obrázek 15: Konzistence výrobku**

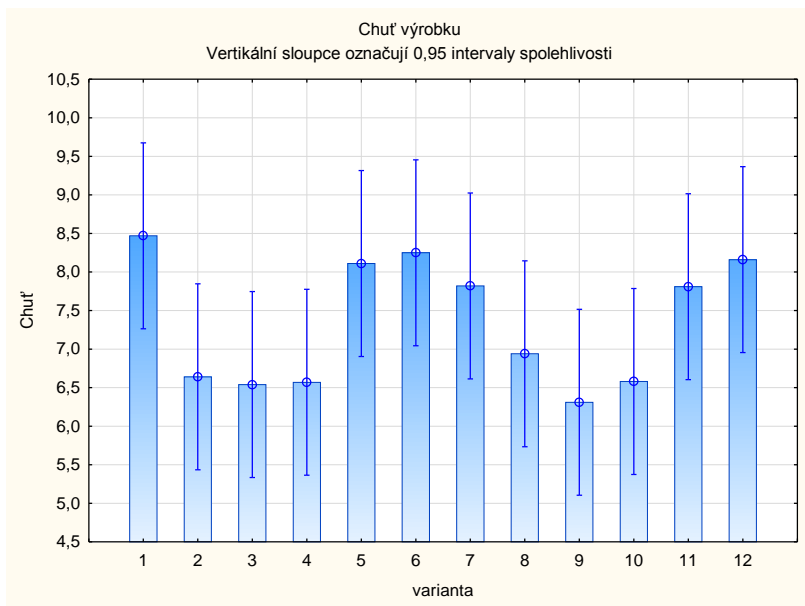
Na obrázku 16 je hodnocena vlhkost střídy. Nejlépe je hodnocena vlhkost střídy u vzorků č. 5, 6, 11 a 12 obsahujících čerstvé mláto



**Obrázek 16: Vlhkost střídy**

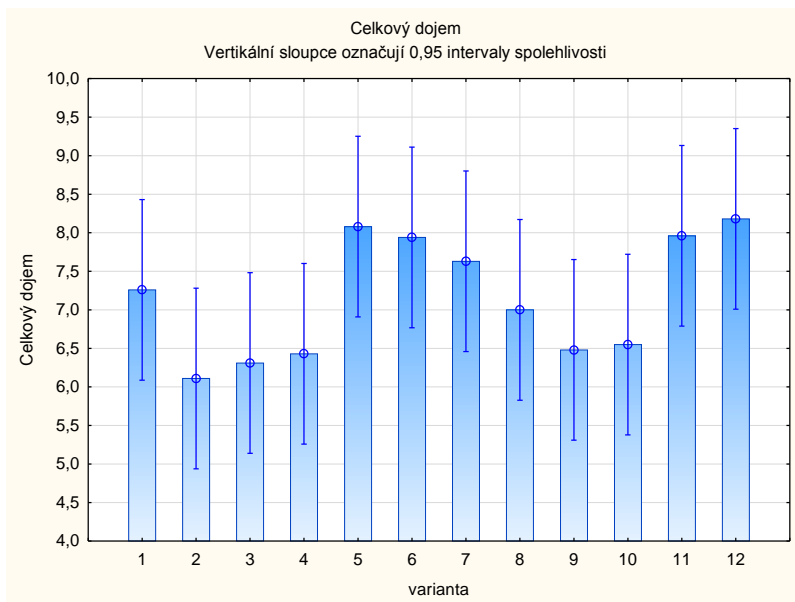
Hodnocení chuti výrobku je uvedeno na obrázku 17. Respondenti nejlépe hodnotili vzorky č. 5, 6, 11 a 12, které obsahovaly čerstvé mláto. Na celkovou chuť výrobku neměl přídavek Štaby významný vliv. Někteří hodnotitelé označili chuť vzorků obsahujících sušené mláto jako velmi nepříjemnou.





**Obrázek 17: Chut' výrobku**

Obrázek 18 hodnotí celkový dojem u jednotlivých vzorků. Jednoznačně lze konstatovat, že vzorky s obsahem čerstvého mláta jsou pro konzumenty velmi příjemné. Není zřejmý rozdíl mezi vzorky, kde byl použit zlepšující přípravek Štaba a vzorky bez tohoto přípravku. Nejlépe byly hodnoceny vzorky s přidavkem celého čerstvého mláta č. 5 a 11 a vzorky s přidavkem řezaného čerstvého mláta č. 6 a 12. Tyto vzorky byly rovněž v průměru hodnoceny více než 8 body



**Obrázek 18: Celkový dojem**

V hodnocení jednotlivých deskriptorů dopadly nejlépe vzorky č. 11 a 12, kde v průměru všech deskriptorů dosahovaly 8 bodů (příloha 3) a korespondovaly s hodnocením celkového dojmu. Potvrzuje to i grafické vyjádření, kde jsou výrobky charakterizovány jejich sensorickým profilem (příloha 1). Sensorický profil umožňuje definovat harmoničnost receptury, projevující se ve vyrovnaných hodnotách jednotlivých sledovaných deskriptorů. Z tohoto pohledu se jevila jako nejlepší receptura varianty č. 12.

Vzorky č. 2–4 a 8–10, obsahující sušené mláto byly celkově hodnoceny negativně. Respondenti uvedli, že tyto vzorky je při žvýkání a polykání škrábaly v ústech a krku. Použití Štaby mohlo u vzorků č. 8–10 ovlivnit jejich lepší hodnocení oproti vzorkům bez jejího přídavku. Vzorky 2-4 dosahovaly v hodnocení celkového dojmu pouze od 6,1 do 6,3 bodů, vzorky obohacené Štabou č. 8-10 byly v hodnocení celkového dojmu ohodnoceny lépe – od 6,6 do 7 bodů. Z toho vyplývá, že přídavek Štaby jednoznačně zlepšuje celkový dojem výrobků.

Tyto výsledky však nekorelují s výsledky ÖZTÜRKA A KOL. (2002), který prováděl pokusy, ve kterých hodnotil vliv velikosti frakce mláta na sensorickou jakost sušenek. Sušenky vyrobené s jemnou frakcí mláta (212  $\mu\text{m}$ ) měly horší hodnocení než sušenky obsahující střední (212 až 425  $\mu\text{m}$ ) a hrubé (425 až 850  $\mu\text{m}$ ). Je však nutné brát v potaz rozdíl mezi pečivem a sušenkami, který může mít na tuto skutečnost velký vliv.

STOJCESKÁ A AINSWORTH (2008) uvádí, že mláto může být přidáváno až do obsahu 30 % z celkového objemu, za současného přidání vhodných enzymů. Tento přídavek příznivě ovlivňuje objem, trvanlivost a celkovou sensorickou kvalitu chleba. Toto tvrzení potvrdila FÄRCA A KOL. (2014), kdy ve svém výzkumu studovala vliv přídavku 5 %, 10 %, 15 % a 20 % čerstvého mláta do chleba. Hedonické sensorické hodnocení ukázalo, že přídavek 5 % a 10 % byl vnímán pozitivně, vyšší obsah mláta byl hodnocen již negativně.

V pokusech, které prováděl KTENIOUDAKI A KOL. (2012), bylo mláto hodnoceno za účelem potenciálu jako funkční pečící složky. Byly připraveny tyčinky s obsahem mláta 15 %, 25 % a 35 %. Přídavek ve výši 25 % a 35 % mláta výrazně zvýšil obsah bílkovin a 15 % přídavek mláta více než zdvojnásobil obsah vlákniny. Tyčinky obsahující mláto byly tmavší, méně křupavé a měly nižší objem, což bylo přisouzeno právě k vyššímu obsahu mláta. Toto tvrzení se však v našich pokusech nepotvrdilo.

## 5.2 Pekařský pokus č.2

### 5.2.1 Hodnocení pekařských charakteristik

V druhém pokusu obsahovaly Štabu všechny vzorky, proto lze porovnávat výtěžnost pouze v závislosti na přidavku různých druhů sladu.

Receptura	Měrný objem pečiva/100g těsta (ml)	Ztráta výpekem (%)	Poměr výška/délka pečiva
1	303,75	14,59	0,84
2	324,90	14,07	0,69
3	292,24	12,52	0,79
4	302,05	13,89	0,89
5	292,94	13,53	0,71
6	292,13	13,01	0,81
7	280,58	11,36	0,69
8	287,82	11,99	0,81
9	292,07	13,13	0,72

**Tabulka 5 Porovnání výtěžnosti pečiva pekařského pokusu 2**

Obecně lepší měrný objem měly vzorky, které obsahovaly vždy jen jeden druh mláta. Největší měrný objem pečiva byl dosažen u vzorků č. 2 a 4, kde se pohybovala okolo hodnoty nad 300. Tyto vzorky měly rovněž nejvyšší ztráty během pečení a to až 14%. Tato ztráta mohla být způsobena velkým odparem vody, protože vzorky obsahovaly celé čerstvé mláto. Naopak nejnižší ztrátu kolem 11,3 % měl vzorek č. 7, který obsahoval řezané mláto z červené pšenice a ječmene.

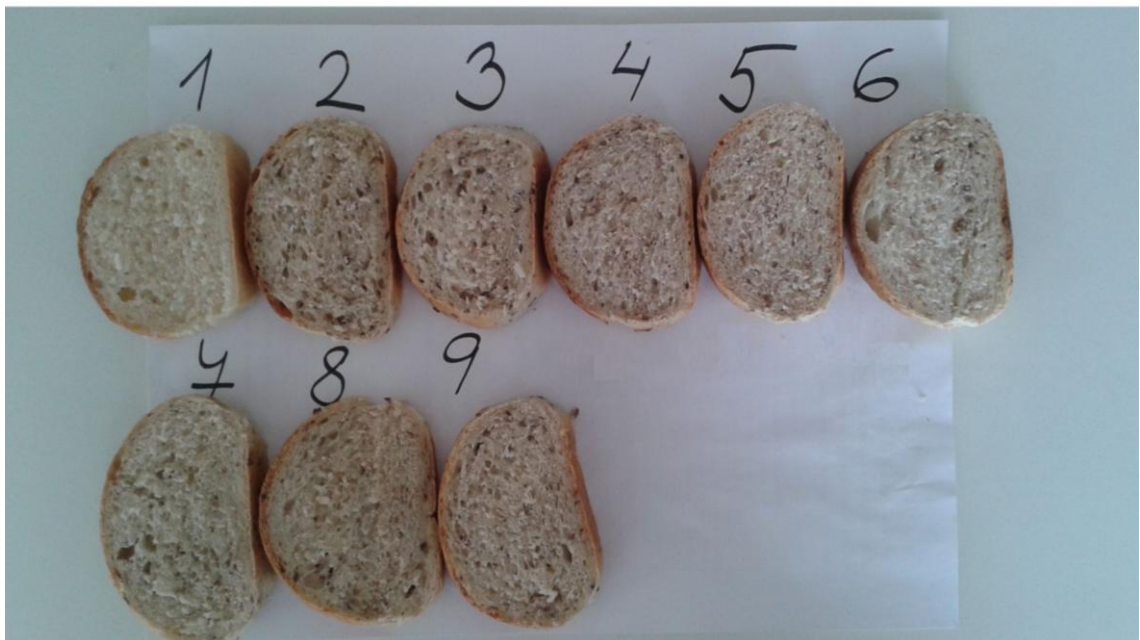
Za optimální tvar bulky byly označeny vzorky č. 4, 6 a 8. Tyto vzorky obsahovaly celé mláto a lze tedy říct, že celé mláto má pozitivní vliv na tvar výrobku. Nejvíce vyklenuté bylo pečivo u varianty 4 s přidavkem celého čerstvého mláta z modré pšenice.

Pekařský pokus 2 vykazoval větší stejnorodost. U všech vzorků byl použit přípravek Štaba, proto její vliv nebyl hodnocen. Na tvaru a vzhledu se výrazně neprojevovalo přidání různých druhů mláta (obrázek 19). Bulky měly podobný pravidelný tvar i barvu kůrky, nebyly mezi nimi větší rozdíly.



**Obrázek 19: Vzhled vzorků pekařského pokusu č. 2**

Přidání různých frakcí mláta bylo lehce patrné na řezu (obrázek 20). Někteří respondenti uvedli, že rozdíl nebyl patrný vůbec, pro běžného konzumenta tyto rozdíly nelze považovat za významné.

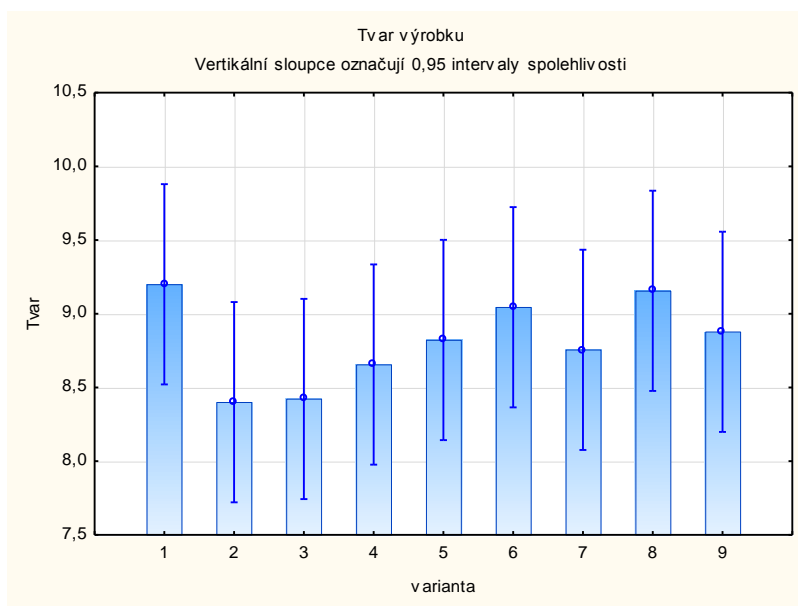


**Obrázek 20: Vzorky pekařského pokusu č. 2 na řezu**

### 5.2.2 Senzorické hodnocení výrobků

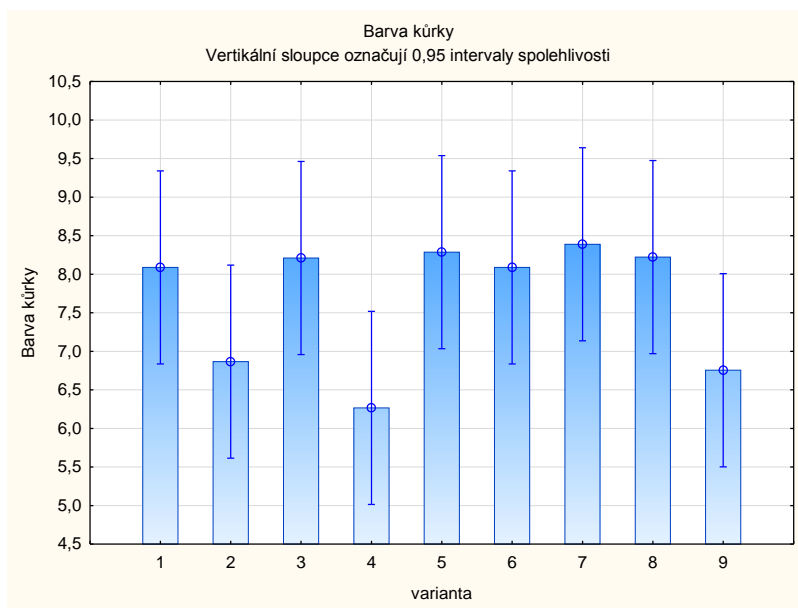
Druhý pokus se vzorky obsahujícími různé druhy mláta přinesl následující výsledky sensorického hodnocení. Vzhledem k tomu, že všechny vzorky obsahovaly Štábu nebyl její vliv hodnocen.

Obrázek 21 ukazuje, že tvar výrobků obsahujících pouze pšeničné mláto (2 až 4) byl méně pravidelný ve srovnání s tvarem výrobků obsahujících shodný podíl pšeničného a ječného mláta (vzorky 6 až 9). Vzorky s obsahem mláta z červené pšenice č. 2 a 3 byly hodnoceny nejhůře.



**Obrázek 21: Tvar výrobku**

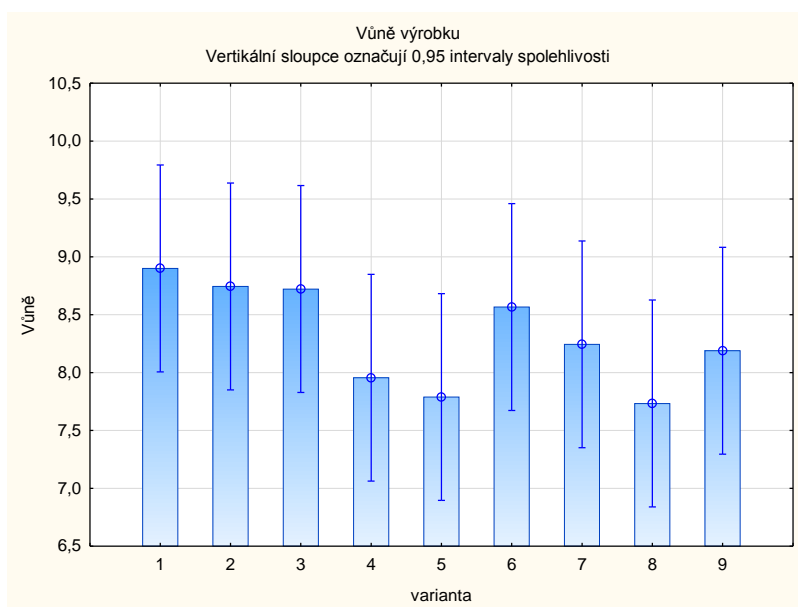
Hodnocení barvy kůrky zobrazuje obrázek 22 a vyplývá z něj, že barva vzorků s obsahem celého pšeničného mláta – červená pšenice č. 2 a modrá pšenice č. 4 byla hodnocena jako nejhorší. Hodnotitelé uvedli, že u těchto vzorků byla kůrka příliš tmavá. Tato skutečnost mohla být způsobena chybou v technologickém postupu, případně nerovnoměrným pečením.



**Obrázek 22: Barva kůrky**

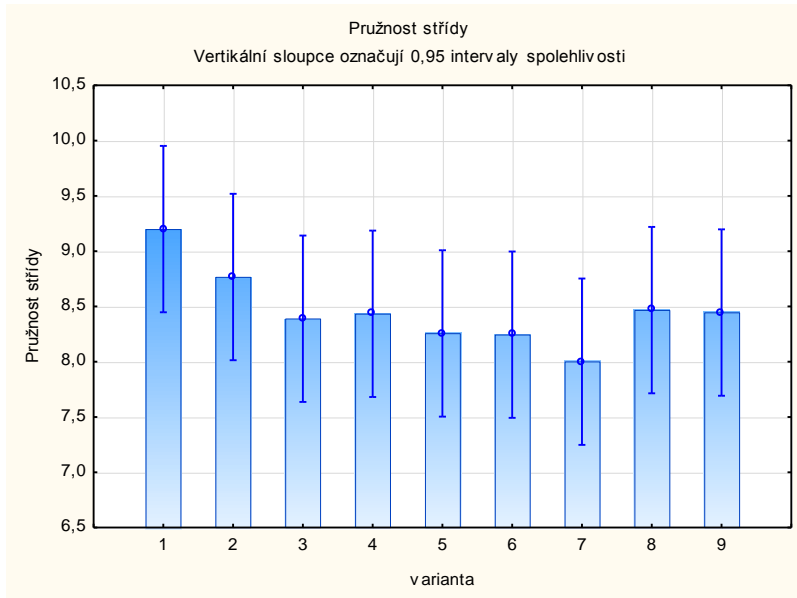
Na obrázku 23 je patrné, že nejlépe byla hodnocena vůně u vzorků obsahujících pouze mláto z červené pšenice 2 a 3. Rovněž dobře byly hodnoceny vzorky obsahující podíl mláta z červené pšenice a ječmene. Někteří hodnotitelé uvedli, že u vzorku 8 byla vůně nevýrazná.

Ktenioudaki a kol (2013) ve své studii uvádí, že přídavek 10 % mláta výrazně ovlivňuje výslednou vůni výrobku, z důvodů vytváření a uvolňování specifických těkavých látek pro mláto.



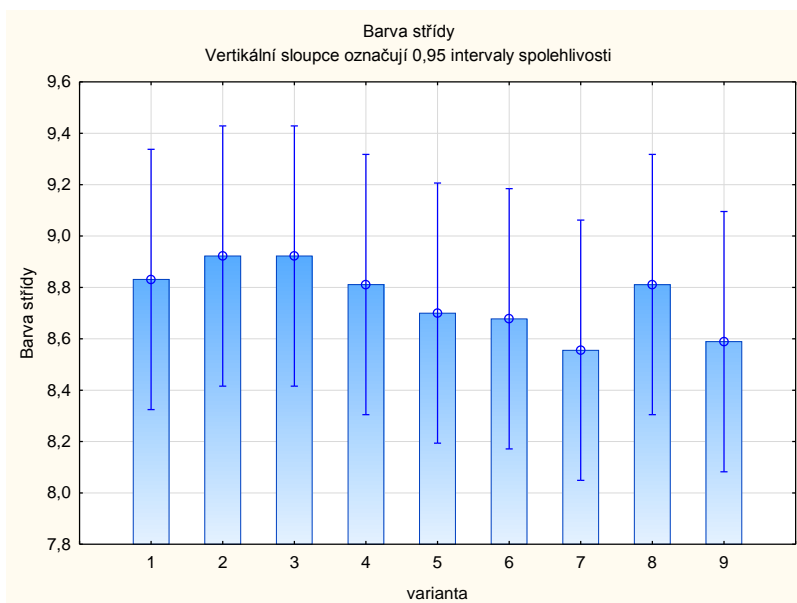
**Obrázek 23: Vůně**

Jak vyplývá z obrázku 24, vliv obsahu různých druhů mláta na pružnost střídy nebyla jednoznačně prokázána. Hodnoty se pohybovaly od 8 do 8,8 bodů. Obecně lze říci, že střída byla oproti kontrolnímu vzorku tužší.



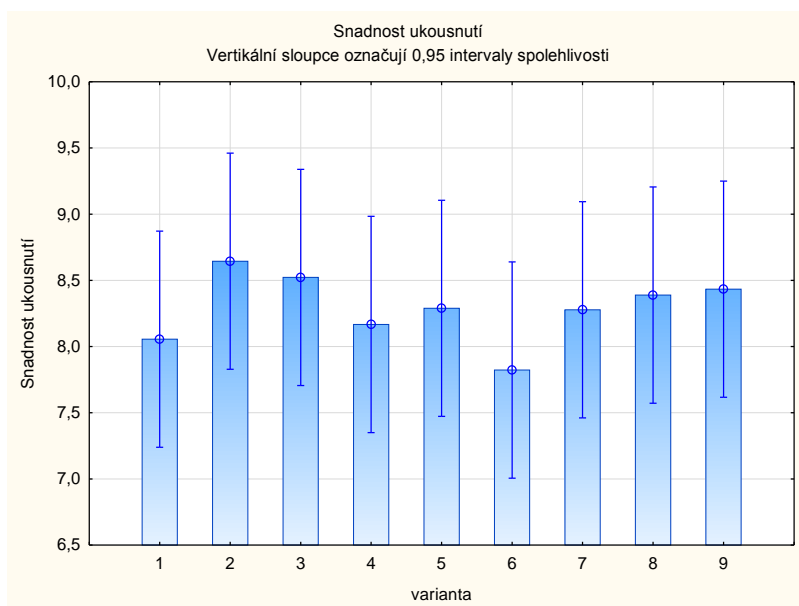
**Obrázek 24: Pružnost střídy**

Obrázek 25 dokládá, že barvu střídy označili hodnotitelé jako méně atraktivní u vzorků, které obsahovaly podíl řezaného pšeničného a ječného mláta č. 7 a 9. Na barvu střídy může mít vliv nedostatečně pokrájené mláto a zároveň nedostatečné promíchání těsta.



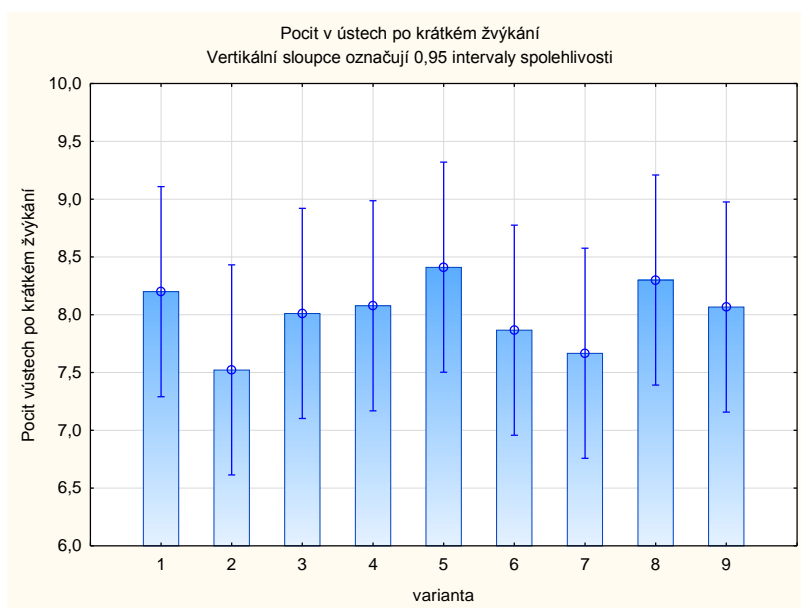
**Obrázek 25: Barva střídy**

Podle obrázku 26 šel nejhůře ukousnout vzorek č. 6, který obsahoval celé mláto z červené pšenice a ječmene. Nejsnadněji kousatelný byl vzorek č. 2.



**Obrázek 26: Snadnost ukousnutí**

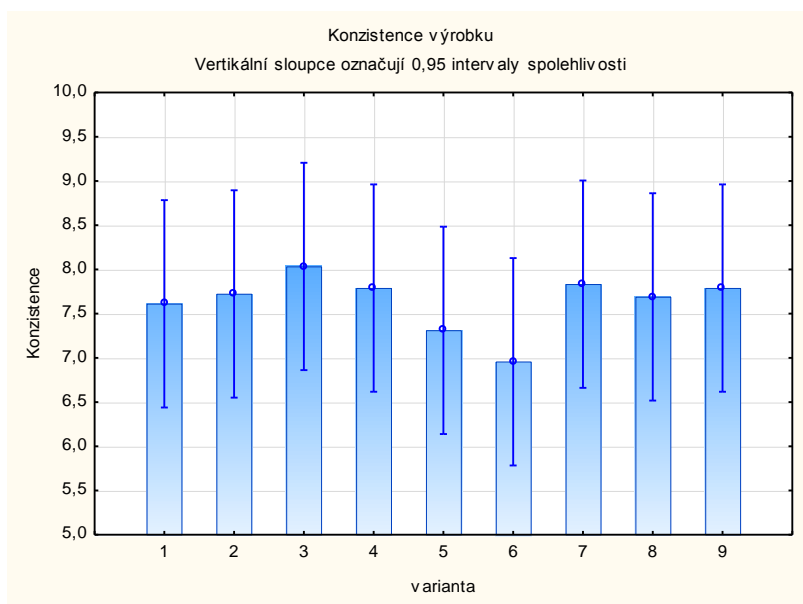
Obrázek 27 ukazuje, že vzorky s obsahem mláta z modré pšenice č. 4 a 5 a směsí mláta z modré pšenice a ječmene č. 8 a 9 zanechaly v ústech po krátkém žvýkání lepší pocit. Vzorky obsahující mláto z červené pšenice zanechávaly pocit méně příjemný. Dva z hodnotitelů uvedli, že vzorky č. 2 a 4 po krátkém žvýkání škrabaly v ústech. Tyto vzorky obsahovaly celé pšeničné mláto, které mohlo mít ostřejší části oproti vzorkům s podílem řezaného mláta.



**Obrázek 27: Pocit v ústech po žvýkání**

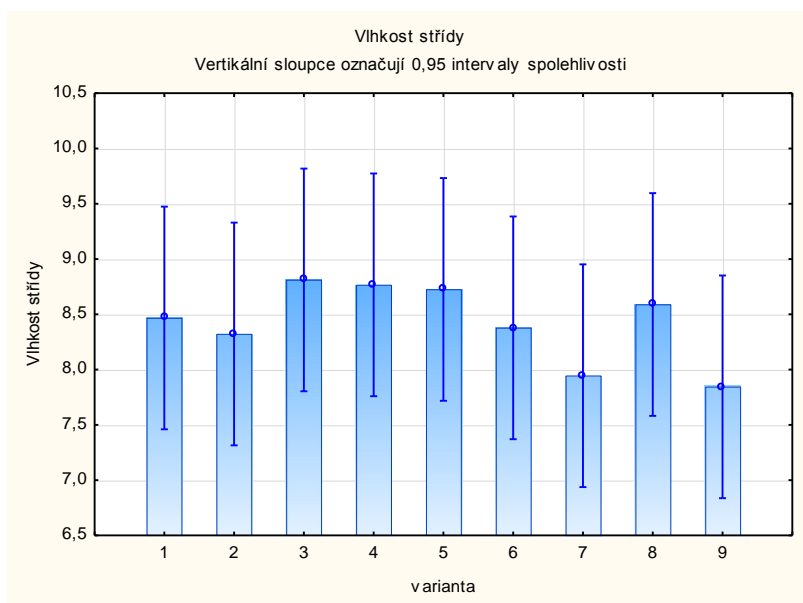


Podle obrázku 28 nelze jednoznačně prokázat vliv obsahu jednotlivých druhů mláta a jeho frakcí na celkovou konzistenci výrobků. Ačkoliv hodnotitelé označili za tužší vzorek č. 6, který dosahoval pouze 7 bodů.



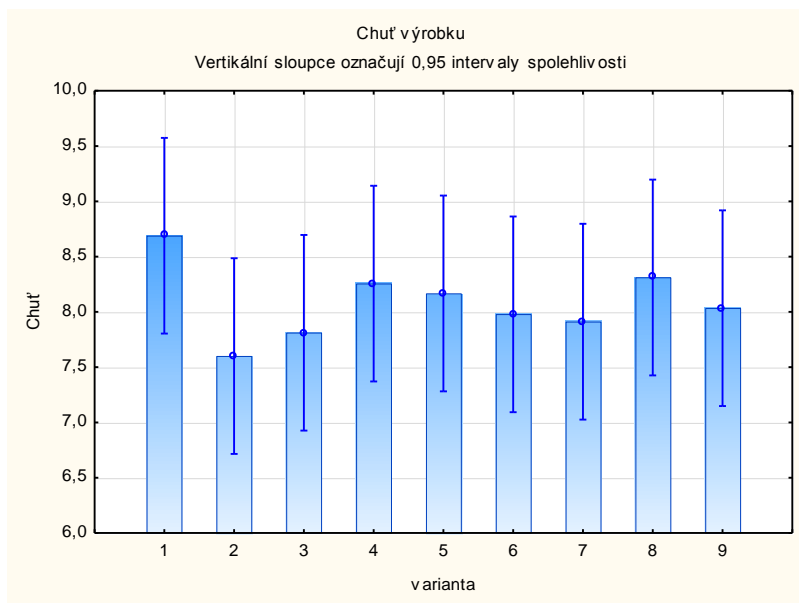
**Obrázek 28: Konzistence**

Z výsledků v obrázku 29 vyplývá, že střída u vzorků obsahujících pouze pšeničné mláto byla přiměřená. Vzorky č. 7 a 9 obsahující řezané mláto měly vlhkost střídy nestejnou, a proto byly hodnoceny nejhůře.



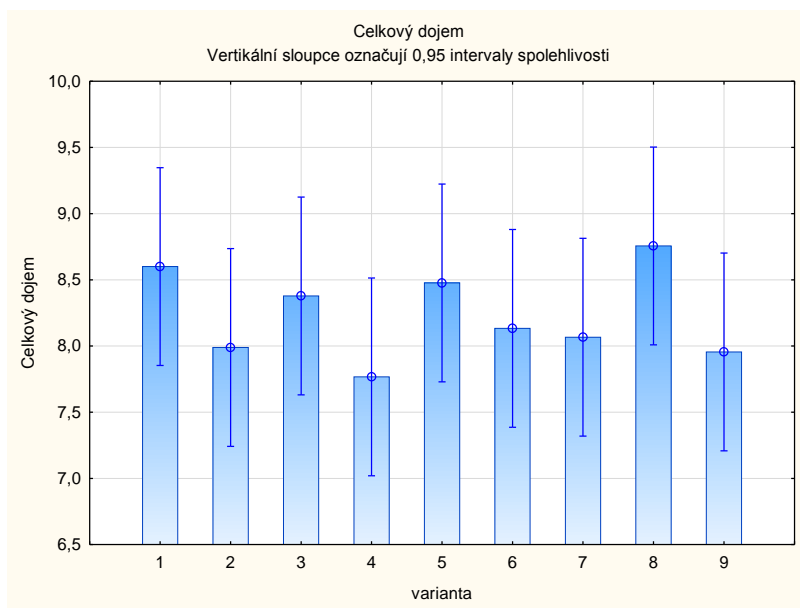
**Obrázek 29: Vlhkost střídy**

Nejlépe chutnaly vzorky č. 4 a 5, které obsahovaly pouze mláto z modré pšenice, hodnoty těchto vzorků dosahovaly více než 8 bodů. Vzorky obsahující podíl mláta z ječmene a modré pšenice č. 8 a 9 byly rovněž hodnoceny lépe než vzorky obsahující mláto z červené pšenice. Na chuti se výrazně neprojevil rozdíl mezi obsahem celého a řezaného mláta jak ukazuje obrázek 30.



**Obrázek 30: Chut'**

Na obrázku 31 je hodnocen celkový dojem, který byl nejlepší u vzorku č. 8, který obsahoval celé mláto z modré pšenice a ječmene v podílu 50:50. Celkový dojem byl hodnocen 8,8 body, stejně tak jako průměrné hodnocení jednotlivých deskriptorů, které dosahovalo od 7,7 do 9,2 bodů. Toto hodnocení je patrné na obrázku 8, který je uveden v příloze 2. Tímto tvrzením lze tento vzorek považovat za nejlepší. Jako druhý byl nejlépe hodnocen vzorek č. 5, který obsahoval pouze řezané mláto z modré pšenice. Za nejhorší můžeme považovat vzorek č. 4, kde hodnoty celkového dojmu dosahovaly 7,8 bodů.



**Obrázek 31: Celkový dojem**

Je třeba poukázat na nízké rozdíly v hodnocení jednotlivých vzorků. Hodnoty celkového dojmu se u jednotlivých vzorků pohybovaly od 7,8 do 8,8, průměrné hodnoty u jednotlivých deskriptorů byly pak mezi 8,1 do 8,5. Nelze jednoznačně stanovit významný vliv druhu a frakce mláta na výsledný dojem výrobku

Celkově oba pokusy prokázaly, že určitý přírůvek mláta je konzumentem vnímán pozitivně. Lze říci, že tento přírůvek zlepšuje dietetickou hodnotu pečiva, je však nutno zvolit vhodný druh a frakci mláta.

Dle HUIGA (1994) přírůvek 10 % mláta zvyšuje obsah proteinu a aminokyselin, a zdvojnásobuje obsah vlákniny ve srovnání s tradičním chlebem. Kromě toho chléb s obsahem mláta je přibližně o 7 % méně kalorický. Kalorická hodnota mláta je asi o 50 % nižší, než kalorická hodnota obilovin.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo seznámit se výrobou sladu a piva a problematikou využití odpadních produktů z těchto výrob. Práce byla zaměřena na využití mláta jako zlepšující a dobře dostupné suroviny vhodné k výrobě pečiva. Byly provedeny dva pokusy, ve kterých bylo hodnoceno využití různých druhů a frakcí mláta pro pekařské výrobky. Tyto výrobky byly následně sensoricky hodnoceny podle formuláře uvedeného v příloze 3. Oba tyto pokusy byly provedeny v laboratořích Ústavu technologie potravin MENDELU v Brně

Při prvním pokusu se zkoumal rozdíl v použití sušeného a čerstvého mláta a jejich frakcí. Rovněž se zjišťoval vliv přídavku zlepšujícího prostředku Štaby.

Jednoznačně lze konstatovat, že vzorky s obsahem čerstvého mláta jsou pro konzumenty velmi příjemné. Nejlépe byly hodnoceny vzorky s přídavkem celého čerstvého mláta a přídavkem řezaného čerstvého mláta č. Tyto vzorky byly obohaceny přípravkem Štaba. Hodnocení celkového dojmu bylo 7,9 a 8 bodů. Jejich celkový sensorický profil byl vyrovnaný. Velmi dobře byly také hodnoceny vzorky s přídavkem celého čerstvého mláta a vzorky s přídavkem řezaného čerstvého mláta bez zlepšujícího přípravku. Naproti tomu vzorky obsahující celé, hrubě mleté a jemně mleté sušené mláto, byly velmi nevyrovnané a dosahovaly v hodnocení celkového dojmu pouze 6,1, 6,3 a 6,4 bodů. Lepší hodnocení měly vzorky fortifikované přípravkem Štaba, který měl pozitivní vliv.

Z výsledků prvního pekařského pokusu vyplynulo, že vůbec nejpříznivěji můžeme hodnotit výrobky s přídavkem čerstvého vlhkého mláta, které je upraveno nařezáním na jemnější frakci a obohaceno zlepšujícím přípravkem Štaba

Druhý pekařský pokus byl prováděn pouze se vzorky čerstvého mláta, kdy byly použity různé druhy mláta z geneticky různě barevné pšenice a ječmene, které byly použity samostatně nebo v podílu 50:50. Při přípravě všech vzorků byl použit přípravek Štaba. U druhého pokusu nebyly rozdíly v hodnocení jednotlivých parametrů výrazné, největší rozdíl byl u hodnocení barvy kůrky, to však mohlo být způsobeno nerovnoměrným pečením.

Jako nejlepší a nejvyrovnanější byl označen vzorek, který obsahoval celé mláto z modré pšenice a ječmene v podílu 50:50 a byl hodnocen 8,8 body. Jako druhý byl

nejlépe hodnocen vzorek s čerstvým řezaným mlátem z modré pšenice. Za nejhorší můžeme považovat vzorek, který obsahoval celé čerstvé mláto z modré pšenice, jehož hodnoty celkového dojmu dosahovaly 7,8 bodů.

Je třeba poukázat na nízké rozdíly v hodnocení jednotlivých vzorků. Hodnoty celkového dojmu se u tohoto pokusu se pohybovaly od 7,8 do 8,8,

Závěrem lze říci, že nejlepší z obou pokusů je vzorek, který obsahoval 10% podíl celého čerstvého mláta z modré pšenice a ječmene v poměru 50:50 s přípravek přípravku Štaba. Tato kombinace je vhodná k použití do pekařských výrobků

## 7 ZDROJE

BASAŘOVÁ, G. a kolektiv, 2010: *Pivovarství: teorie a praxe výroby*. Praha, Vydavatelství VŠCHT, 863 s. ISBN 978-80-7080-734-7

BASAŘOVÁ, G. *České pivo*. 3., dopl. vyd. Praha: Havlíček Brain Team, 2011, 309 s. ISBN 978-80-87109-25-0.

BASAŘOVÁ, Gabriela. *Sladařství a pivovarství*. 2. nezm. vyd. Praha: SNTL, 1985

BASAŘOVÁ, G. *Sladařství: teorie a praxe výroby sladu*. Vyd. 1. Praha: Havlíček Brain Team, 2015. ISBN 978-80-87109-47-2

BASAŘOVÁ G., 2002: *Vývoj teorie a praxe kvašení a dokvašování piva*. Kvasny Prum. 48(3): 61-66. ISSN 0023-5830.

BÍLEK, V. *Technologie sladu a piva*. Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1953. Knížnice potravinářského průmyslu.

BIRTWISTLE, S. E., HUDSON, J. R., MACWILLIAM, I. C.. Use of unmalted wheat flour in brewing. *Journal of the Institute of Brewing* [online]. 1962, **68**(6), 467-470 [cit. 2016-03-09]. DOI: 10.1002/j.2050-0416.1962.tb01890.x. ISSN 00469750. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/j.2050-0416.1962.tb01890.x>

CEJPEK, K.: Vonné a chuťové látky sladů, *Chemické listy*, 2014, 108: 426-435

ČEPIČKA J.,BASAŘOVÁ G., 1993: Strategie moderního chmelení. Kvasný Prům. 39(3): 66-69. ISSN 0023-5830

CVENGROŠCHOVÁ M., ŠMOGROVIČOVÁ D., 2004: Příprava mladiny a jej vplyv na fermentáciu a vlastnosti hotového piva. Kvasny Prum. 50(3): 70-75. ISSN 0023-5830

CVENGROŠCHOVÁ M., ŠMOGROVIČOVÁ D., 2007: Chmeľové preparáty a faktory ovplyvňujúce priebeh chmeľovaru, *Chem. Listy* 101, 287–291 (2007)

DANIŠOVÁ C., SLÁDEKOVÁ D., 1996: Štúdium spôsobov využitia sladového mláta pre potravinárske účely. Kvasny Prum. 42(11): 354-357. ISSN 0023-5830.

DEPRAETERE S. A., DELVAUX, F., COGHE, S., DELVAUX F.,R.. Wheat Variety and Barley Malt Properties: Influence on Haze Intensity and Foam Stability of Wheat Beer. *Journal of the Institute of Brewing* [online]. 2004, **110**(3), 200-206 [cit. 2016-03-

12]. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2004.tb00203.x. ISSN 00469750. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/j.2050-0416.2004.tb00203.x>

DOSTÁLEK P., KOTLÍKOVÁ B., FIALA J., JELÍNEK L., ČERNÝ Z., ČÁSENSKÝ B., MIKULKA J., 2011: Stabilizační prostředky pro zvýšení koloidní stability piva. *Kvasny Prum.* 57(7-8): 290-295. ISSN 0023-5830

DUFOUR, J. P., ALWAREX, P., DEWREUX, A., GERARDI, W.(1986): Influence of the filtration procedure on the relationship between wort turbidity and its lipid content. *Monatsschr. Brauerei* 39, s. 115-121.

EBLINGER, H., NARZIß,L. Beer. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* [online]. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2000 [cit. 2016-03-12]. DOI: 10.1002/14356007.a03\_421.pub2. ISBN 3527306730. Dostupné z: [http://doi.wiley.com/10.1002/14356007.a03\\_421.pub](http://doi.wiley.com/10.1002/14356007.a03_421.pub)

FRANČÁKOVÁ, H., TÓTH, Ž. *Sladovnictvo a pivovarnictvo*. 2. nezmen. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012. ISBN 978-80-552-0762-9,148s

FĂRCA, A. C., SOCACI, S. A., TOFANĂ, M., MUREȘAN,C., MUDURA,E., SALANȚĂ, L. ST. Nutritional properties and volatile profile of brewer's spent grain supplemented bread. *Romanian Biotechnological Letters: 19*. 2014, (5), 9705 -9014.

COGHE, S., D'HOLLANDER, H., VERACHTERT, H., DELVAUX, F. R. Impact of Dark Specialty Malts on Extract Composition and Wort Fermentation. *Journal of the Institute of Brewing* [online]. 2005, **111**(1), 51-60 [cit. 2016-03-12]. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2005.tb00648.x. ISSN 00469750. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00648>.

HLAVÁČEK, F., LHOTSKÝ, A. *Pivovarství*. 2., přeprac. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1972, 538 s

CHLÁDEK, L. *Pivovarnictví*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 207 s., 8 s. barev. obr. příl. Řemesla, tradice, technika. ISBN 978-80-247-1616-9

CHOOUNSKÝ F., 2005: Pivovarství. Praha, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 206 s. ISBN 80-86576-15-9

HU, S., DONG, J., FAN, W., et al. The influence of proteolytic and cytolytic enzymes on starch degradation during mashing. *Journal of the Institute of Brewing* [online].

2014, n/a-n/a [cit. 2016-03-13]. DOI: 10.1002/jib.172. ISSN 00469750. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jib.172>

HUIGE, N. J., 1994. Brewery by-products and effluents, in: Hardwick, W. A. (Ed.), *Handbook of Brewing*. Marcel Dekker, New York, pp. 501–550.

ILIEV I., ČORBANOV B., TODOROVA V., 1991: Enzymové bílkovinné hydrolyzáty ze sladového květu *Kvasny Prum.* 37(3): 70-74. ISSN 0023-5830

JIN, Y.H., DU, J.H., ZHANG, K.L., ZHANG, X.L.. Effects of Wheat Starch Contents on Malt Qualities. *Journal of the Institute of Brewing*[online]. 2011, **117**(4), 534-540 [cit. 2016-03-09]. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2011.tb00501.x. ISSN 00469750. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/j.2050-0416.2011.tb00501.x>

JEDLIČKA, M., *Nové kapacity na pivovarské a sladařské vedlejší produkty*, *Náš chov*, prosinec 2004, roč. LXIV., číslo 12, str. 16-17

KTENIOUDAKI, A., CHAURIN, V., REIS, F. S., GALLAGHER, E. Brewer's spent grain as a functional ingredient for breadsticks. *International Journal of Food Science*. 2012, **47**(8), 1765-1771. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2012.03032.x. ISSN 09505423. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.2012.03032.x>

KTENIOUDAKI, A., CROFTON, E., SCANNELL, A. G. M., HANNON, J. A., KILCAWLEY, K. M., GALLAGHER, E. Sensory properties and aromatic composition of baked snacks containing brewer's spent grain. *Journal of Cereal Science*, 2013, **57**, 384-390, DOI: 10.1016/j.jcs.2013.01.009. ISBN 10.1016/j.jcs.2013.01.009. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521013000155>

KOPECKÁ, NĚMEČEK a MATOULKOVÁ. Kvasinky a jejich využití. *Kvasný Průmysl* 2012, **11-12**(58), 325-336s. ISSN 0023-5830.

KOSAŘ, K., PROCHÁZKA, S., PROKEŠ, J. a kol.: *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000, 398 s. ISBN 80-902658-6-3.

KUČEROVÁ, J., PELIKÁN, M., HŘIVNA, L. *Zpracování a zbožiznalství rostlinných produktů*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-088-6.



MAJER, V. -- VESELÝ, P. *Studium vlivu zařazení konzervovaného pivovarského mláta na produkční účinnost krmných dávek u dojnic*. Disertační práce. MENDELU Brno, 2011. 213

MALACHOVÁ, A., HAJŠLOVÁ, J., EHRENBERGEROVÁ, J., KOSTELANSKÁ, M. ZACHARIÁŠOVÁ, M., URBANOVÁ, J., CERKAL, R., ŠAFRÁNKOVÁ, I., MARKOVÁ, J. VACULOVÁ, K., HRSTKOVÁ, P. Fusariové mykotoxiny v zrně ječmene jarního a jejich přenos do sladu. *Kvasný průmysl*. 2010. sv. 56, č. 3, s. 131-137

MIKYŠKA, F. *Silážování čerstvého pivovarského mláta se sladovým květem a systémy jeho zkrmování u vysokoprodukčních dojnic a ve výkrmu býků: metodika*. Vyd. 1. Žamberk: AgroKonzulta - poradenství, 2008. ISBN 978-80-7375-217-0

MIKYŠKA, A., PROKEŠ J., Systém skladování ječmene a jeho vliv na kvalitu sladu a piva. *Kvasný průmysl*. 2009, **55**(3), 73-81. ISSN 0023-5830

MOŠTEK, F., *Sladařství: Biochemie a technologie sladu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975. Řada potravinářské literatury

MRKVICOVÁ. Krmiva potravinářského průmyslu. In: *Katalog krmiv* [online]. 2007 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/krmiva/page.php?lang=cze&id=1](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/page.php?lang=cze&id=1)

MUSSATTO, S. I., CHAURIN, V., REIS, F. S., GALLAGHER, E., Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014, **94**(7), 1264-1275. DOI: 10.1002/jsfa.6486. ISSN 00225142. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.6486>

MUSSATTO, S. I., G. DRAGONE, I. C. ROBERTO. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science* [online]. 2006, **43**(1), 1–14 [cit. 2016-04-10]. DOI: doi:10.1016/j.jcs.2005.06.001. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521005000706>

MUSSATTO, S. I., G. DRAGONE, ROBERTO, I. C.; Ferulic and p-coumaric acids extraction by alkaline hydrolysis of brewer's spent grain. Roberto. *Industrial Crops and Products* [online]. 2007, **25**(2), 231–237 [cit. 2016-04-10]. DOI: doi:10.1016/j.indcrop.2006.11.001. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669006001403>

MUSSATTO, S. I., ROBERTO, I. C. Acid hydrolysis and fermentation of brewer's spent grain to produce xylitol. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2005, **85**(14), 2453-2460 [cit. 2016-04-10]. DOI: 10.1002/jsfa.2276.

NOONAN, G. J. *New brewing lager beer: the most comprehensive book for home- and microbrewers*. Boulder, Colo.: Brewers Publications, 1996. ISBN 0-937381-82-9.

ÖZTÜRK, S., ÖZBOY, Ö., CAVIDOĞLU, İ., KÖKSEL, H. Effects of Brewer's Spent Grain on the Quality and Dietary Fibre Content of Cookies. *Journal of the Institute of Brewing*. 2002, **108**(1), 23-27. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2002.tb00116.x. ISSN 00469750. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/j.2050-0416.2002.tb00116.x>

PELIKÁN, M., DUDÁŠ, F., MÍŠA, D., *Technologie kvasného průmyslu*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 80-7157-578-X.

PRIEST, F. STEWART, G. *Handbook of brewing*. 2nd ed., Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis, 2006. ISBN 978-1-4200-1517-1

PROKEŠ, FIŠEROVÁ, HELÁNOVÁ, HARTMANN. Effect of exogenous factors on malt quality. *Kvasny Prum*. 2009, **55**(5), 122-126. ISSN 0023-5830

PSOTA V., VEJRAŽKA. Fyzikální vlastnosti obilek ječmene a zrn sladu. *Kvasný průmysl*. 2006, **52**(5), 148-150.

QINGZHU LIA, LIYUAN CHAIB, WENQING QINA. Cadmium(II) adsorption on esterified spent grain: Equilibrium modeling and possible mechanisms. *Chemical Engineering Journal* [online] **2012** (197), 173-180 [cit. 2016-04-10]. DOI: doi:10.1016/j.cej.2012.04.102. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894712005669>

LI, Q., CHAI, L., WANG, Q., YANG, Z., YAN, H., WANG, Y. Fast esterification of spent grain for enhanced heavy metal ions adsorption: a valuable feedstock for industrial applications. *Bioresource Technology*. 2010, **101**(10), 3796-3799. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.01.003. ISSN 09608524. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852410000398>RICKEN,

RICKEN, H. K., BRAAK H., *S pivem ke zdraví: nová síla z nejstaršího nápoje světa*. Praha: Granit, 2002. ISBN 80-85805-97-9

SACHAMBULA, L., PSOTA, V., Posklizňové dozrávání vybraných odrůd jarního ječmene v letech 2008–2011. *Kvasný průmysl*. 2014, **60**(2), 31-37. ISSN 0023-5830

ŠOTTNÍKOVÁ, V., PSOTA V., HŘIVNA L., GREGOR T., SACHAMBULA L. (2011): Dynamika klíčení během posklizňového dozrávání sladovnického ječmene. *Kvasný průmysl*, 46(10), s. 277-279, ISSN 0023-5830

STEINER, J., PROCOPIO, S., BECKER, T. Brewer's spent grain: source of value-added polysaccharides for the food industry in reference to the health claims (2015) *European Food Research and Technology*, 241 (3), pp. 303-315. Cited 1 time. DOI: 10.1007/s00217-015-2461-7 <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84938751593&partnerID=40&md5=c518e4650e2f0c9a840448290e816fdd>

TOWNSLEY PM (1979) Preparation of commercial products from brewer's waste grain and trub. *MBAA Tech Q* 16(3):130–134

VAN BUREN, J. P.: The chemistry of texture in fruits and vegetables. *J. Texture Stud.* 10, 1979, 1–23.

VYSKOČIL, I., DOLEŽAL, P., DOLEŽAL, J., PYROCHTA, V., KALHOTKA, L.: Evaluation of fermentation quality of brewers' grains ensiled in combination with malt sprouts and chemical conservation additive. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2008, LVI, No. 5, pp. 227–234

ČSN 56 6610

<http://www.pivovar-hradek.cz/data/r/Q/U/IMG-20130718-173006.jpg>

<http://www.mobilnypivovary.cz/wp-content/uploads/varna-150-01.jpg>

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Plzeňský slad

Obrázek 2: Pšeničný slad

Obrázek 3: Varna (<http://www.mobilnipivovary.cz>)

Obrázek 4: Kvasná kád' (<http://www.pivovar-hradek.cz>)

Obrázek 5:8 mláto ([http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/krmiva/foto/mlato.jpg](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/foto/mlato.jpg))

Obrázek 6: Vzhled vzorků pekařského pokusu 1

Obrázek 7:9 Vzorky pekařského pokusu 1 na řezu

Obrázek 8: Tvar výrobku

Obrázek 9: Barva kůry

Obrázek 10: Vůně

Obrázek 11: Pružnost střídy

Obrázek 12: Barva střídy

Obrázek 13: Snadnost ukousnutí

Obrázek 14: Pocit v ústech po žvýkání

Obrázek 15: Konzistence výrobku

Obrázek 16: Vlhkost střídy

Obrázek 17:1: Chuť výrobku

Obrázek 2: Celkový dojem

Obrázek 19: Vzhled vzorků pekařského pokusu 2

Obrázek 20: Vzorky pekařského pokusu 2 na řezu

Obrázek 21: Tvar výrobku

Obrázek 22: Barva kůrky

Obrázek 23: Vůně

Obrázek 24: Pružnost střídy

Obrázek 25: Barva střídy

Obrázek 26: Snadnost ukousnutí

Obrázek 27: Pocit v ústech po žvýkání

Obrázek 28: Konzistence

Obrázek 29: Vlhkost střídy

Obrázek 30: Chuť

Obrázek 31: Celkový dojem

## **9 SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Složení mláta ([www.mrazagro.cz](http://www.mrazagro.cz))

Tabulka 2 Varianty pokusu 1

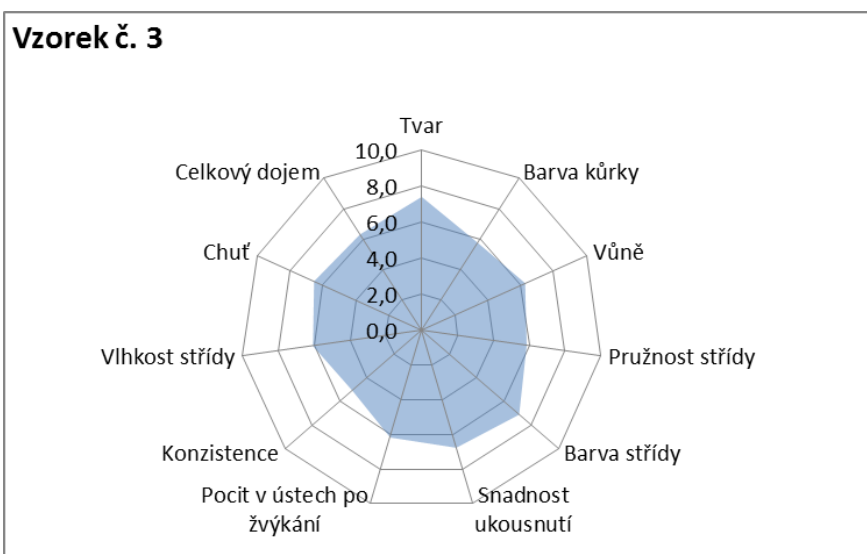
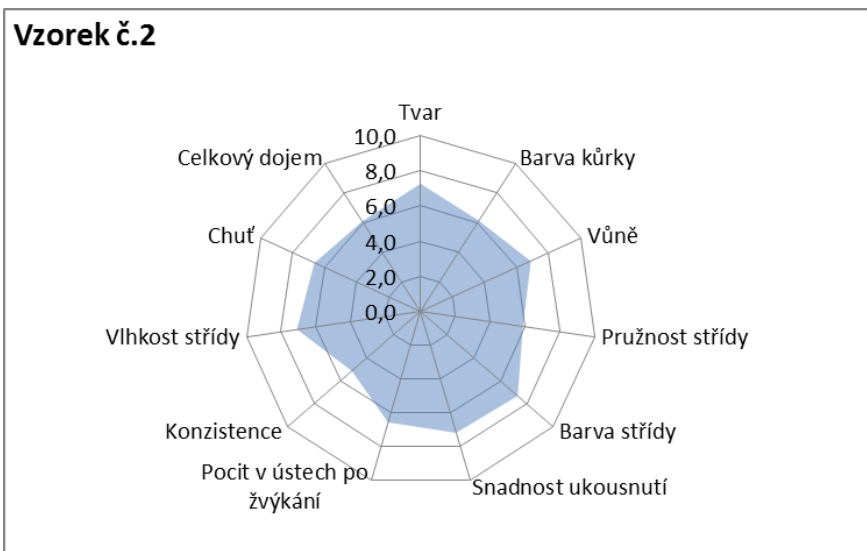
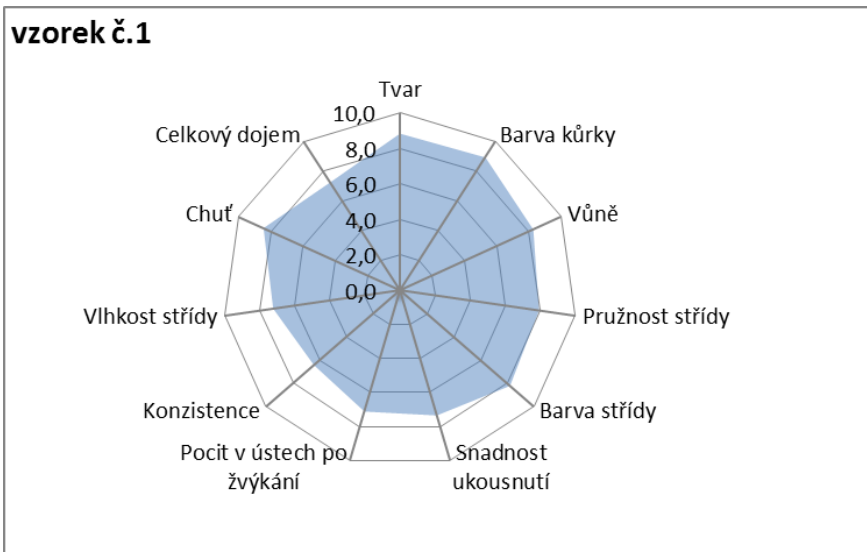
Tabulka 3 Varianty pokusu 2

Tabulka 4 Porovnání výtěžnosti pečiva pekařského pokusu 1

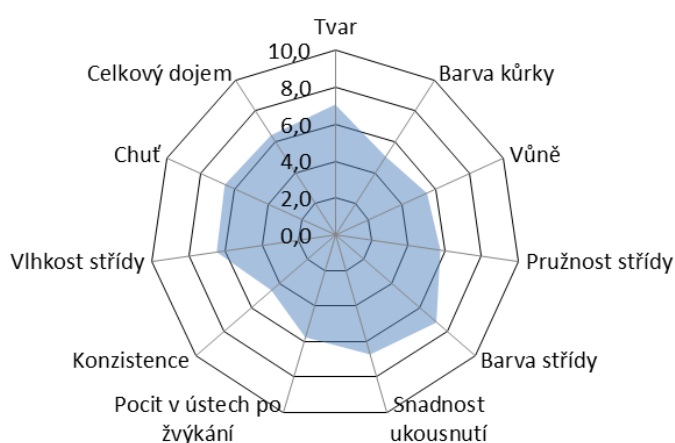
Tabulka 5 Porovnání výtěžnosti pečiva pekařského pokusu 2

## 10 PŘÍLOHY

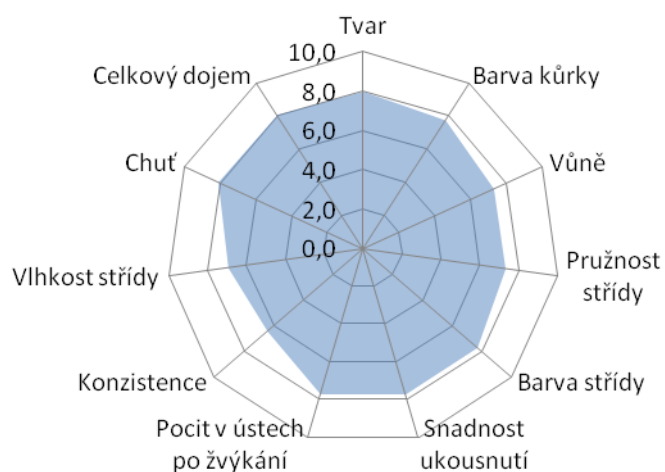
### Příloha 1: Sensorický profil jednotlivých vzorků pokus 1



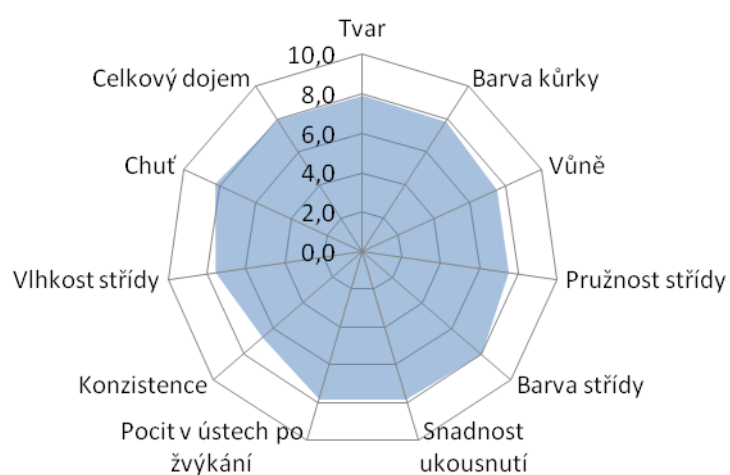
#### Vzorek č. 4



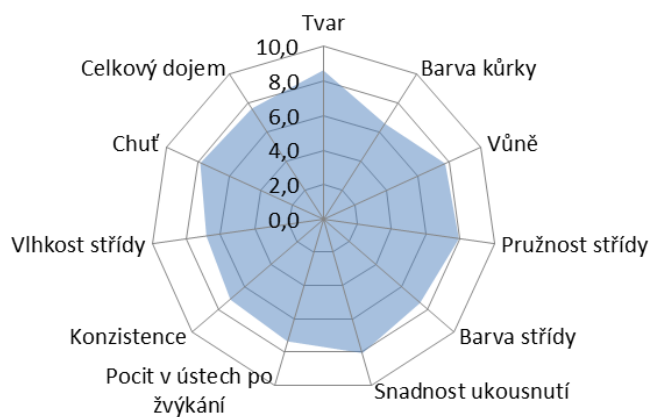
#### Vzorek č. 5



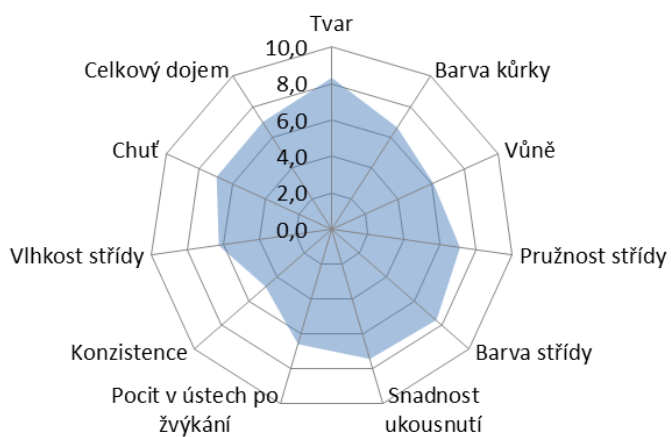
#### Vzorek č. 6



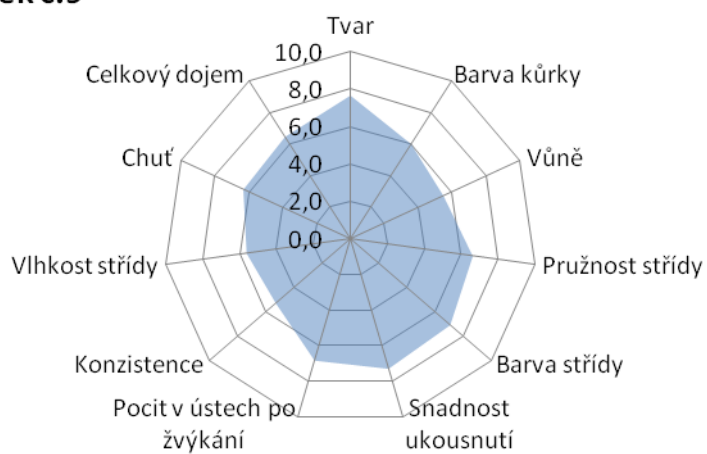
### Vzorek č.7



### Vzorek č.8

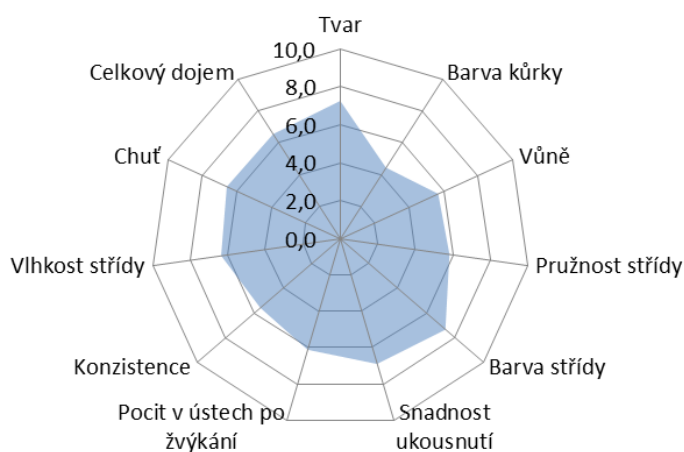


### Vzorek č.9

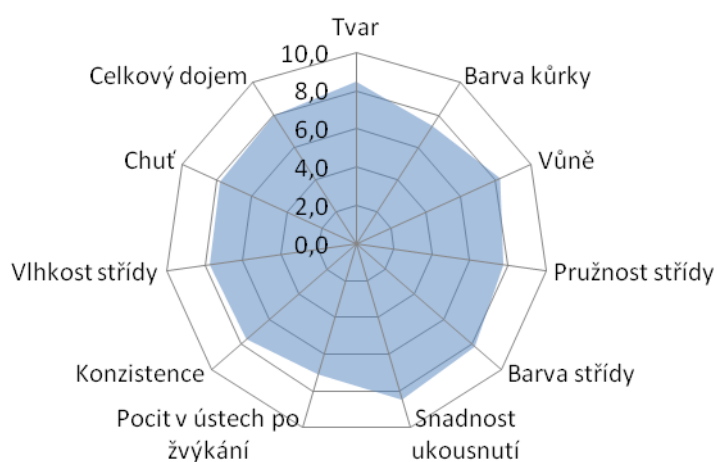




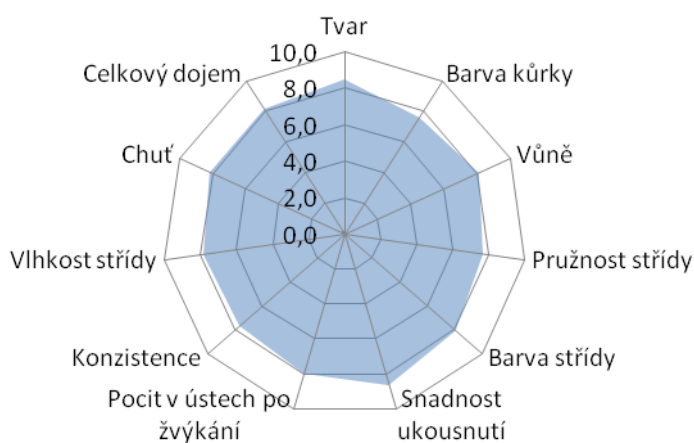
### Vzorek č.10



### Vzorek č. 11

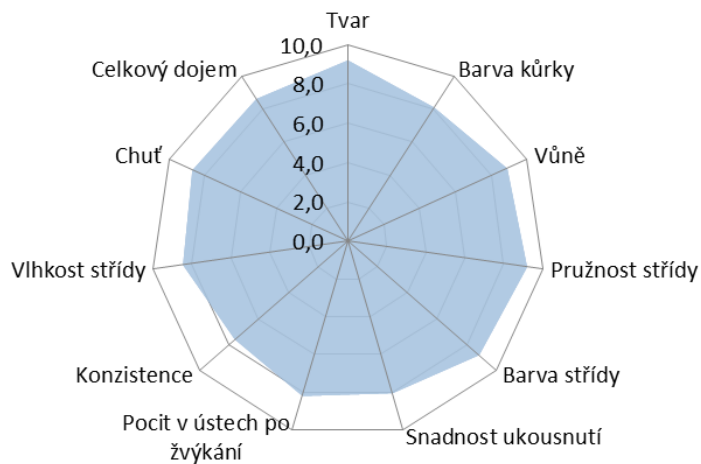


### Vzorek č. 12

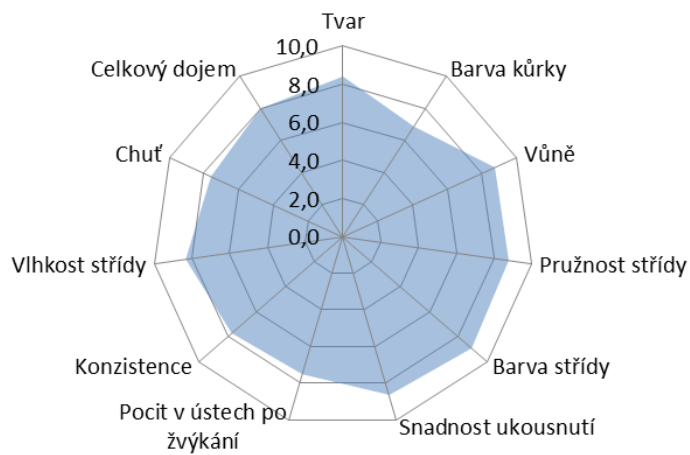


## Příloha 2 Sensorický profil jednotlivých vzorků pokus 2

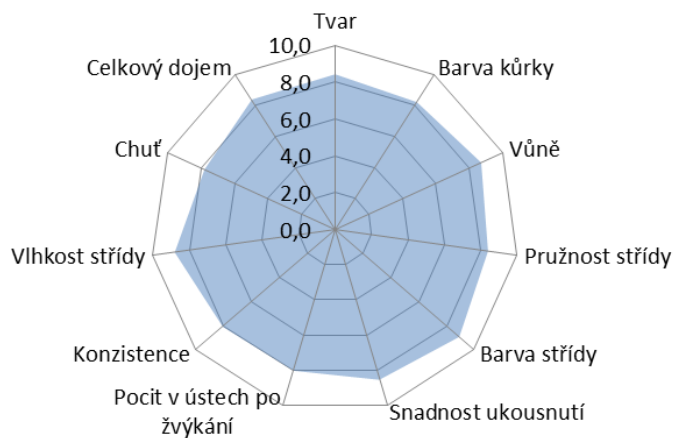
### Vzorek 1.



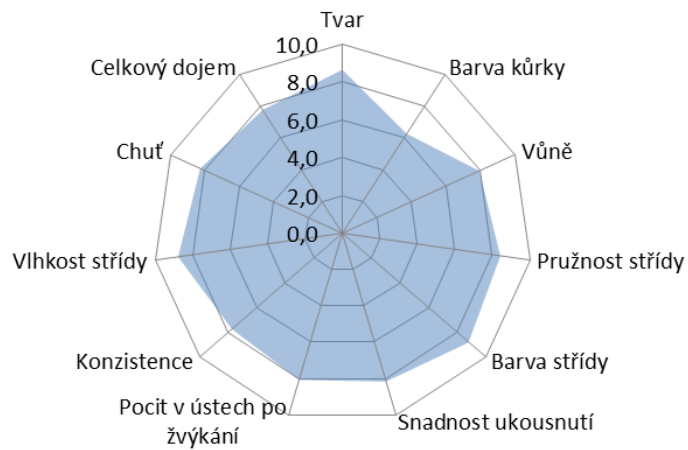
### Vzorek 2.



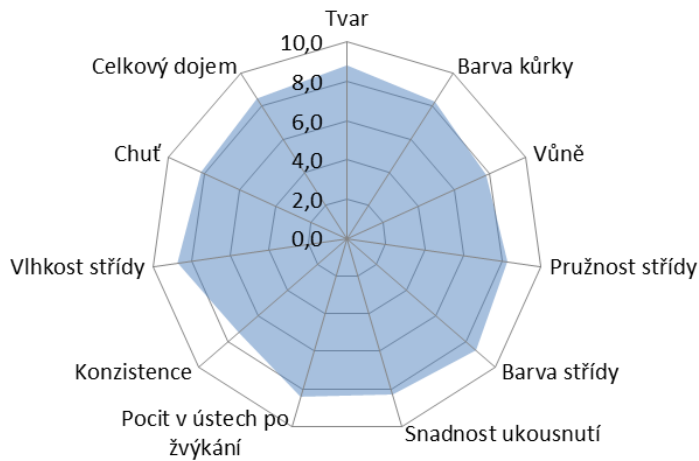
### Vzorek 3.



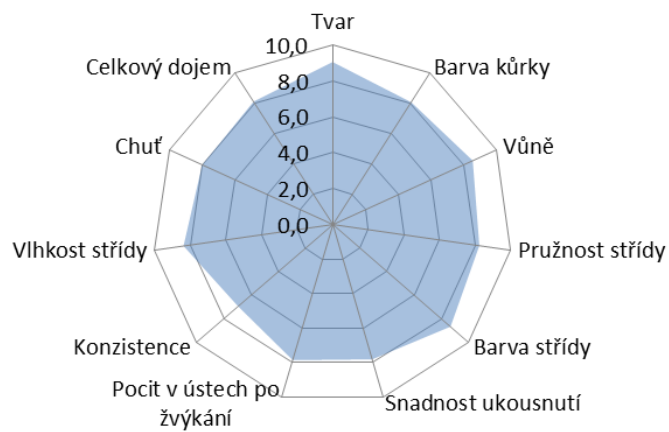
#### Vzorek 4.



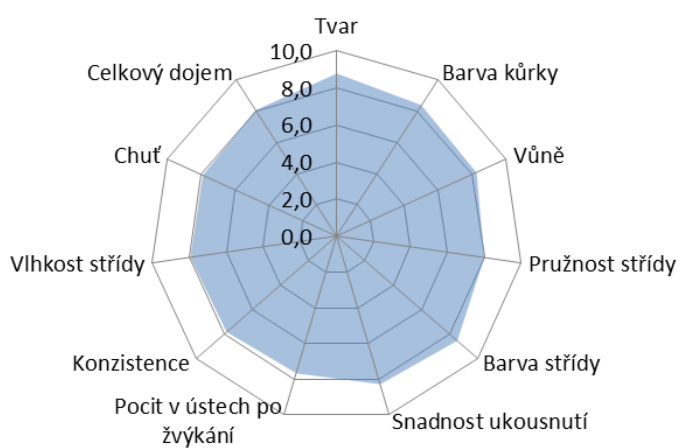
#### Vzorek 5.



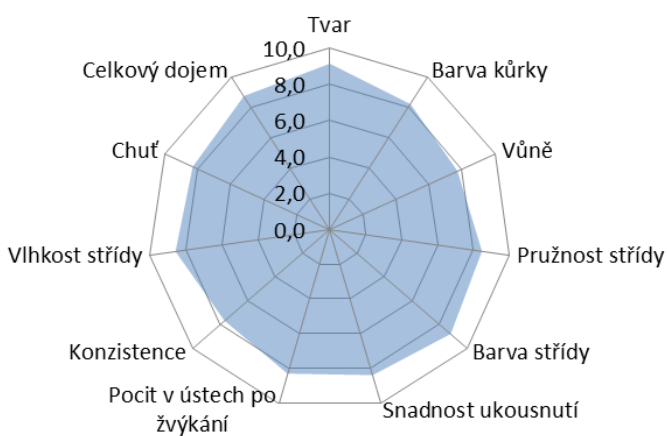
#### Vzorek 6.



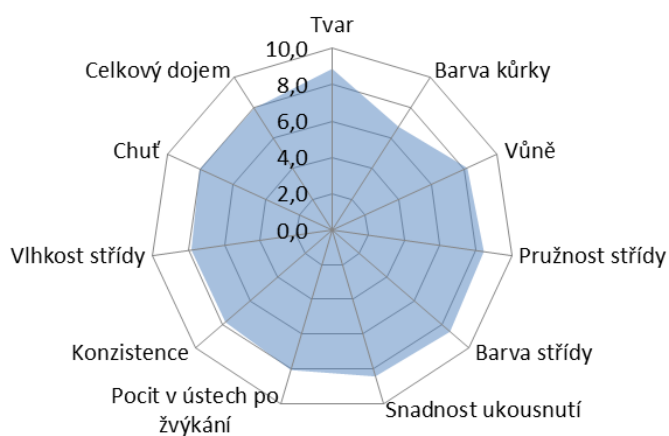
### Vzorek 7.



### Vzorek 8.



### Vzorek 9.



**Příloha 3: Tabulky průměrných hodnot sensorického hodnocení**

**Pokus 1**

Vzorek	Tvar	Barva kůrky	Vůně	Pružnost střídy	Barva střídy	Snadnost ukousnutí	Pocit v ústech po žvýkání	Konzistence	Vlhkost střídy	Chuť	Celkový dojem
1	8,9	8,9	8,3	7,9	8,2	7,4	7,1	6,4	7,2	8,5	7,3
2	7,3	6,1	6,9	5,9	7,3	7,2	6,6	5,2	7,1	6,6	6,1
3	7,4	5,8	6,3	5,9	7,1	6,8	6,2	5,1	6,1	6,5	6,3
4	7,1	5,1	5,5	5,8	7,2	6,7	5,8	4,6	6,5	6,6	6,4
5	8,0	7,8	7,3	7,3	7,7	7,7	7,7	6,4	6,9	8,1	8,1
6	7,9	7,8	7,5	7,5	8,0	7,8	7,8	6,7	7,6	8,3	7,9
7	8,6	6,6	7,8	7,9	7,4	8,1	7,4	7,1	6,8	7,8	7,6
8	8,3	6,7	6,1	7,1	7,6	7,4	6,6	4,8	6,3	6,9	7,0
9	7,7	6	5,5	6,6	7,1	7,3	6,8	5,3	5,6	6,3	6,5
10	7,3	4,5	5,7	5,8	7,3	6,9	6,1	5,6	6,4	6,6	6,6
11	8,5	7,3	8,3	7,8	8,2	8,5	7,1	7,6	7,7	7,8	8,0
12	8,5	7,6	8,1	7,7	8,1	8,6	8,0	7,7	7,8	8,2	8,2

**Pokus 2**

Vzorek	Tvar	Barva kůrky	Vůně	Pružnost střídy	Barva střídy	Snadnost ukousnutí	Pocit v ústech po žvýkání	Konzistence	Vlhkost střídy	Chuť	Celkový dojem
1	9,2	8,1	8,9	9,2	8,8	8,1	8,2	7,6	8,5	8,7	8,6
2	8,4	6,9	8,7	8,8	8,9	8,6	7,5	7,7	8,3	7,6	8,0
3	8,4	8,2	8,7	8,4	8,9	8,5	8,0	8,1	8,8	7,8	8,4
4	8,7	6,3	8,0	8,4	8,8	8,2	8,1	7,7	8,8	8,3	7,8
5	8,8	8,3	7,8	8,3	8,7	8,3	8,4	7,3	8,7	8,2	8,5
6	9,0	8,1	8,6	8,2	8,7	7,8	7,9	7,0	8,4	8,0	8,1
7	8,8	8,4	8,2	8,0	8,6	8,3	7,7	7,8	7,9	7,9	8,1
8	9,2	8,2	7,7	8,5	8,8	8,4	8,3	7,7	8,6	8,3	8,8
9	8,9	6,8	8,2	8,4	8,6	8,4	8,1	7,8	7,8	8,0	8,0

#### Příloha 4: Protokoly senzoričkého hodnocení

Datum, čas:

Zdravotní stav:

Pohlaví:

##### Tvar

1. I — — — — — I
2. I — — — — — I
3. I — — — — — I
4. I — — — — — I
5. I — — — — — I
6. I — — — — — I
7. I — — — — — I
8. I — — — — — I
9. I — — — — — I
10. I — — — — — I
11. I — — — — — I
12. I — — — — — I

nepravidelný, malý

pravidelný, správně vykynutý

##### Kůrka - barva

1. I — — — — — I
2. I — — — — — I
3. I — — — — — I
4. I — — — — — I
5. I — — — — — I
6. I — — — — — I
7. I — — — — — I
8. I — — — — — I
9. I — — — — — I
10. I — — — — — I
11. I — — — — — I
12. I — — — — — I

příliš světlá nebo tmavá

typická zlatohnědá

##### Vůně

1. I — — — — — I
2. I — — — — — I
3. I — — — — — I
4. I — — — — — I
5. I — — — — — I
6. I — — — — — I
7. I — — — — — I
8. I — — — — — I
9. I — — — — — I
10. I — — — — — I
11. I — — — — — I
12. I — — — — — I

Nepříjemná, nevýrazná

typická, příjemná, výrazná







Chuť

- 1. I— — — — — I
- 2. I— — — — — I
- 3. I— — — — — I
- 4. I— — — — — I
- 5. I— — — — — I
- 6. I— — — — — I
- 7. I— — — — — I
- 8. I— — — — — I
- 9. I— — — — — I
- 10. I— — — — — I
- 11. I— — — — — I
- 12. I— — — — — I

Nepříjemná, netypická

příjemná, typická

Celkový dojem

- 1. I— — — — — I
- 2. I— — — — — I
- 3. I— — — — — I
- 4. I— — — — — I
- 5. I— — — — — I
- 6. I— — — — — I
- 7. I— — — — — I
- 8. I— — — — — I
- 9. I— — — — — I
- 10. I— — — — — I
- 11. I— — — — — I
- 12. I— — — — — I

nevyhovující

vynikající