

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**BC. SILVIE RATIBORSKÁ**

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

---



**Vliv přídavku pivovarského mláta na kvalitu pekařských výrobků**  
Diplomová práce

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

**Vypracovala:**  
Bc. Silvie Ratiborská

---

Brno 2016

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv přídavku pivovarského mláta na kvalitu pekařských výrobků vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne: .....

.....  
podpis

zadání

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Tomášovi Gregorovi Ph.D. za odborné vedení, konzultace, cenné rady a připomínky při vypracovávání závěrečné práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu během celého mého studia.

## **ABSTRAKT**

V teoretické části diplomové práce je popsán proces výroby sladu, který zahrnuje příjem a čištění zrna, máčení, klíčení, hvozdnění a odkličování. Jsou popsány základní druhy sladů. V další části je popsáno pivovarnictví, které zahrnuje výrobu mladiny, získání mláta a následná výroba piva. Poslední zaměřením práce je především využití pivovarského mláta, které vzniká při výrobě mladiny. Práce, kromě literární rešerši obsahuje i praktickou část, která je zaměřena na přidavek mláta do pekařských výrobků a to jak v čerstvé formě, tak v sušené.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** slad, mladina, mláto, pivo, pekařský výrobek

## **ABSTRACT**

The theoretical part describes the malting process, which includes a receiving and grain cleaning, soaking grain, germination and kilning. They describe the basic types of malts. The next section describes the brewing industry, which involves the production of wort, spent grains and subsequent production of beer. The latest focus of work is primarily the use of brewery-spent grains which created in the production of wort. Work, in addition to literature review also includes a practical part, which focuses on the addition of spent grains into baked goods and fresh both in form and in dried.

**KEYWORDS:** malt, wort, brewery spent grain, beer, baked product

## OBSAH

1	ÚVOD .....	- 9 -
2	CÍL PRÁCE .....	- 10 -
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	- 11 -
3.1	Obiloviny .....	- 11 -
3.2	Výroba sladu .....	- 15 -
3.2.1	Příjem a čištění zrna .....	- 16 -
3.2.2	Máčení ječmene .....	- 17 -
3.2.3	Klíčení .....	- 17 -
3.2.4	Hvozdění .....	- 18 -
3.3	Typy sladů .....	- 18 -
3.4	Pivovarství .....	- 19 -
3.4.1.1	Výroba mladiny .....	- 20 -
3.5	Pivovarské mláto .....	- 21 -
3.5.1	Složení mláta .....	- 23 -
3.5.2	Možnosti skladování mláta .....	- 23 -
3.5.3	Využití pivovarského mláta pro pečení .....	- 24 -
3.5.4	Možnosti dalšího využití pivovarského mláta .....	- 24 -
3.6	Těsto a jeho příprava .....	- 24 -
3.6.1	Příprava těsta .....	- 24 -
3.6.2	Hnětení těsta .....	- 25 -
3.6.3	Zrání, kynutí, dělení a tvarování těsta .....	- 25 -
3.6.4	Pečení .....	- 25 -
3.6.5	Chlazení .....	- 26 -
4	MATERIÁL A METODIKA .....	- 27 -
4.1	Materiál .....	- 27 -
4.1.1	Použité obiloviny .....	- 27 -

4.2	Metodika.....	- 28 -
4.2.1	Výroba sladu .....	- 28 -
4.2.2	Výroba mláta .....	- 28 -
4.2.3	Zpracování sladiny .....	- 29 -
4.2.4	Analýza pív .....	- 29 -
4.2.5	Pekařský pokus.....	- 30 -
4.2.6	Senzorické hodnocení pečiva.....	- 31 -
4.2.7	Metody vyhodnocení výsledků .....	- 31 -
5	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	- 32 -
5.1	Výsledky parametrů sladů .....	- 32 -
5.2	Výsledky analýzy pív .....	- 32 -
5.3	Výsledky pekařského pokusu .....	- 33 -
5.4	Výsledky sensorické analýzy .....	- 35 -
5.5	Pečení z mláta na University of Bucharest.....	- 42 -
6	ZÁVĚR .....	- 44 -
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	- 45 -
8	PŘÍLOHY .....	- 49 -



# 1 ÚVOD

Obiloviny jsou součástí stravy člověka už řadu let. Patří mezi nejstarší plodiny obyvatelstva, a ne však každý dnešní obyvatel si našel u obilovin zalíbení. Z obilovin se především vyrábí chleba a běžné pečivo. Dříve si naši předci nedovedli představit život bez chleba ani běžného pečiva. V dnešní době najdeme sotva hrstku lidí, kteří hodují chlebu, běžnému pečivu a stavějí ho na první příčky ve svém jídelníčku. Spousta lidí se snaží dodržovat zdravý životní styl, který se neobejde bez vyloučení pečiva z jejich každodenního jídelníčku. Jsou lidé, kteří běžné pečivo vyřadili úplně ze svého jídelníčku a jsou i lidé, kteří konzumují pouze určitý druh pečiva. Zůstává pak na obchodnících, aby vymysleli nové, obohacující způsoby, jak lidem a dnešním módním trendům ve výživě vyhovět, ať už v podobě přísad semínek do pečiva, bezlepkového pečiva, nebo s různými složkami obohacující pečivo.

V této diplomové práci jsme se zaměřili právě na vliv využití pivovarského mláta v pečivu. Mláto vzniká jako výchozí surovina při výrobě sladiny, které se později přeměňuje na pivo. Mláto své podstatné využití ve výživě lidí zatím nemá. Mláto se po výrobě sladiny buď vyhazuje, nebo se většinou požívá jako krmná směs pro hospodářská zvířata. V mlátu je však zůstatek minerálních látek, vitamínů a především vláknina, které se dají dál využít i ve výživě lidí. Právě kvůli obsažené vláknině bychom mohli nalézt potenciál v mlátu, jako potravinová složka pro výživu lidí. Avšak každý z nás má již zabudované, že mláto je tzv. odpad a využívá se pro hospodářská zvířata, tak proč bychom měli mláto, ať už jakoukoliv formou konzumovat.

V této diplomové práci byly vyrobeny vzorky s různými přísadami mlát do pečiva. Domníváme se, že pečivo s přísadou pivovarského mláta si najde své zalíbení a v budoucnosti nalezneme v obchodech při výběru sortimentu i právě tyto zmiňované pekařské výrobky.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této práce je vypracování literární rešerše na téma vliv přídavku pivovarského mláta na kvalitu pekařských výrobků. Zaměřit se na možnosti přídavku mláta do pekařských výrobků, a to jak v čerstvé, tak v sušené podobě. Dále se zaměřit na vhodné technologie výroby a druhy sladů, jejich zpracování na mláto při výrobě piva, a volbu vhodné technologie pro přidání mláta do pekařských výrobků. Navrhnout řadu experimentů pro výrobu vybraných sladů, výrobu piva z nich, zpracování mláta, a výrobu pekařských výrobků z mláta. Tyto experimenty zrealizovat v laboratorním, a dále i maloprovozním měřítku.

### 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Obiloviny

**Ječmen** je jedna z nejstarších zemědělských obilovin. Počátky pěstování se odhadují na dobu 10 tis. let př. n. l. Ječmen se pěstuje asi na 70 milionech hektarech půdy na světě. Ječmen se nejčastěji používá jako krmivo pro zvířata, pro výrobu sladu a také jako potravina pro lidskou výživu.

Jedná se o čtvrtou nejpěstovanější obilovinu na světě hned po pšenici, kukuřici a rýži. Ječmen se pěstuje ve velmi různorodých oblastech světa (Harlan, 1979).

Zrno ječmene má podlouhlý tvar a je rozděleno podélně na polovinu pomocí záhybu (obrázek 1). Na konci zrna, kde se nachází embryo, je zrno připojeno ke stonku. Mezi hlavní části zrna ječmene patří endosperm, embryo a jejich krycí vrstvy (obrázek 2). Endosperm se skládá ze škrobového endospermu a obklopující aleuronové vrstvy. Škrobový endosperm tvoří největší morfologickou část zrna ječmene, které obsahují 75% své hmotnosti. Funkce škrobového endospermu má sloužit jako úložiště živin pro rostoucí embryo během klíčení. Aleuronové buňky obsahují bílkoviny, lipidy, vitamíny a minerály (Evers a Millar 2002).

Obr. 1



(Composition and structure of barley (*Hordeum vulgare* L.) grain in relation to end uses, 2015)

Obr. 2



H – krycí vrstvy, E – embryo, SE – škrobový endosperm

(Composition and structure of barley (*Hordeum vulgare* L.) grain in relation to end uses, 2015)

Nejvnitřnější vrstva obklopující endosperm a embryo je nucelární pokožka. Jedná se o zbytek z mateřské tkáně, která slouží jako živiny pro embryo a endosperm v raných fázích vývoje zrna. (Duffus a Cochrane 1992). Testa (osemení) je tenká vrstva obklopující nucelární epidermis. Většina buněk v oplodí zralých zrn ječmene jsou suché a prázdné. (Freeman a Palmer 1984; Evers a Millar 2002). Vnější vrstva zrna tvoří 10-13% z obilí (Zhang a Li, 2010).

Tabulka č.1 Průměrné složení sušiny obilce v ječmene v % (Chloupek a kol.2005)

Minerální látky	2,6
Proteiny	11
Škrob	69
Tuk	2,3
Vláknina	4,5
Ostatní	10,6

## Pšenice

Pšenice má široké uplatnění v potravinářském průmyslu. Rozlišujeme tvrdou pšenicí (*Triticum durum*) a obecnou pšenicí (*Triticum aestivum*) (Pelikán, 1996).

Důležitou složkou obilného zrna je voda, pomocí ní probíhají v zrně všechny biochemické a fyzikální procesy.

Sacharidy jsou další důležitou složkou obilného zrna. Sacharidy slouží jako zásobní látky. Nacházejí se v obilce ve formě cukrů, dextrinu, škrobu, celulósu, hemicelulózu.

Škrob je však nejdůležitější obsahovou složkou, záleží na něm kvalita chleba a pečiva. Škrob je důležitý, protože po ochlazení výrobku tvoří gelovitou strukturu, pečivo je pak vláčňější (Kučerová 2004).

Bílkoviny jsou obsaženy v aleuronové vrstvě a v endospermu. Bílkoviny se dělí na jednoduché a na složené (zásobní). Zásobní bílkoviny určují technologickou, nutriční, krmnou a biologickou hodnotu zrna. Pšeničné bílkoviny tvoří lepek, který je hlavním ukazatelem pekařské jakosti pšenice (Příhoda et al, 2013).

Tuky jsou nejvíce soustředěny v klíčku a v aleuronové vrstvě.

Minerální látky jsou obsaženy v klíčku a obalových vrstvách. Vitamíny jsou obsaženy ve štítku a aleuronové vrstvě (Kučerová, 2004).

Obr. 3



(cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/Psenice.jpg)

Tabulka č. 2. Látkové složení v jednotlivých částech zrna v % (Kučerová, 2004).

Složka	Popel	Bílkoviny	Tuky	Vláknina	Škrob
<b>Oplodí a osemení</b>	3,4	6,9	0,8	50,9	-
<b>Aleuronová vrstva</b>	10,9	31,7	9,1	11,9	-
<b>Klíček</b>	5,8	34,0	27,6	2,4	-

<b>endosperm</b>	0,66	12,6	1,6	0,6	80,4
------------------	------	------	-----	-----	------

## Oves

Oves považujeme z nutričního hlediska za jednu z nejhodnotnějších obilovin pro použití v lidské výživě. Pěstuje se oves setý (*Avena sativa L.*) a oves nahý (*Avena nuda L.*)

Oves setý má pluchaté zrno a před potravinářským použitím se musí loupát, oves nahý má zrno bezpluché.

Oves rozlišujeme podle barvy pluch na oves bílý a žlutý. Hmotnost obilek bývá zpravidla 30-40g, u nahého ovsa bývá hmotnost obilek 28g.

V České republice se pěstuje jarní forma ovsa (Zimolka, 2000).

U pluchatých ovsů je obsah škrobu 38-45%, u nahého ovsa 56-60%. Oves je velmi dobrým zdrojem rozpustné vlákniny, u pluchatých ovsů obsah vlákniny činí 13-15,4%, u nahého 0,8-2,6% (Moudrý a Dvořáčková, 2012).

Obsah bílkovin bezpluchého ovsa činí 14–21 %. Rozdíly mezi bezpluchým a pluchatým ovsem jdou především na vrub přítomnosti pluch, přičemž ve většině srovnávacích analýz měly bezpluché odrůdy mírně vyšší obsah dusíkatých látek v obilce. Množství lipidů se pohybuje okolo 7 % (Prugar et al., 2008). Oves má málo vitaminů A, C, D, z tohoto důvodu je vhodné kombinovat ovesné vločky s mlékem a ovocem (Bulková, 2010)

Obr. 4 Pluchý oves



Obr.5 Nahý oves



<http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/Oves.jpg>

## Žito

Žito je tradiční obilovinou využívanou především pro potravinářské účely (Zimolka, 2000). Obalové vrstvy u žita tvoří 8-14% hmotnosti zrna. Jsou tvořeny několika vrst-

vami buněk, které chrání klíček a endosperm před vysycháním a mechanickým poškozením (Pelikán, 2010). Endosperm zaujímá největší podíl zrna 84-86% a technologicky je nejvýznamnější částí. Endosperm obsahuje hlavně škrob a dále pak bílkoviny. Aleuronová vrstva tvoří 8% ze zrna a obsahuje protoplasmatické bílkoviny, tuky, vitaminy a minerální látky. Klíček tvoří nejmenší podíl zrna, významný je jeho štítek, který obsahuje až 33% bílkovin (Kučerová, 2004).

Obr. 6



<http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/zito.jpg>

### **3.2 Výroba sladu**

Výroba sladu probíhá ve sladovně a začíná příjmem a čištěním zrna, poté následuje hlavní proces zvaný sladování.

V procesu sladování se zrno nejprve namočí do máčecí nádrže, která je naplněná vodou. Máčení slouží pro změkčení zrna. Po skončení máčení je zrno převedeno na klíčidlo, kde zrno klíčí, obvykle více než 1 týden. Konečnou fází sladování je hvozďení. Během hvozďení zrno přestává klíčit a usuší se.

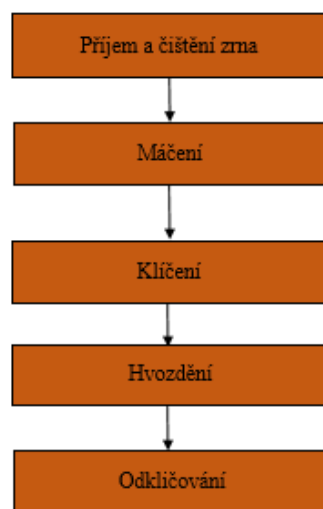
#### **Sladování**

Prostřednictvím sladování zrna vzniká zrno odpovídající slad. Správný rozsah klíčení je klíčem pro výrobu dobrého sladu. Během klíčení, embryo roste díky rezervě materiálů uložených v jádře. Jakmile se zrno dostane do kontaktu s vhodnými podmínkami v průběhu máčení (vlhké prostředí a přiměřená teplota), jsou aktivovány všechny enzymy a postupně se využívají veškeré rezervy škrobu a bílkovin (Schmitt et al.,

2013). Dále následuje proces hvozdění, v tomto procesu jsou přerušeny veškeré procesy a slad se stabilizuje a vzniká tzv. uhvozděný slad. Typy sladů se liší právě procesem hvozděním, kdy se využívají odlišné teploty pro dané typy sladů. Čím vyšší je teplota během hvozdění, tím je větší poškození enzymů, tzn. Plzeňský typ sladu je nejbohatší na enzymy, karamelové slady nemají téměř žádnou enzymatickou aktivitu.

Výrobu sladu lze tak rozdělit na technologické fáze. Jednotlivé technologické fáze jsou znázorněny ve schématu č.1

Schéma 1



### 3.2.1 Příjem a čištění zrna

Příjem zrna je prováděn na přijímací rampě sladovny z vagónů, aut, cisteren. K analýze se odebírají vzorky z každé dodávky. Mezi limitující ukazatele patří obsah vody, bílkovin, klíčivost, podíl zrna nad sítím 2,5 mm, podíl zlomů, nečistot, napadení škůdci a mikrobiální kontaminace (Basařová, Čepička, 1985).

Mezi nejběžnější způsoby dopravy zrna se řadí elevátory, šneky nebo dopravní pásy. Před uskladněním se zrno musí zbavit příměsí, nečistot a vytřídit podle velikosti, což se provádí na sýpkách nebo v sílech.

Na základě velikosti, specifické hmotnosti (aspirátory), tvaru a délky se zrno čistí v čistírně. Na elektromagnetech nebo permanentních magnetech se odstraňují železné příměsí (Pelikán et al., 2004). Snížením skladovacích ztrát a vyrovnanosti kvality sladu docílíme tak, že budeme dbát na dobré předčištění a vytřídění zrn.



### 3.2.2 Máčení ječmene

Cílem máčení je zvýšení obsahu vody v zrně pro zahájení enzymových reakcí a klíčení zrna řízeným způsobem. Během máčení se odstraní splavky a lehké nečistoty. Zrno se omyje a odstraní se z něj nežádoucí látky (Kosař et al. 2000). Po přidání vody zrna začínají klíčit. Tento proces je velmi náročný na kyslík, který musí být poskytnut v dostatečném množství po celou dobu namáčení (Hans, Ludwing, 2009).

**K technologii máčení** se používají nádoby, které se nazývají náduvníky. Starší typy náduvníků byly z železobetonu či ocelového plechu, moderní náduvníky jsou již vyráběny z nerezavějící oceli. Umístění náduvníku je v místnosti, která se nazývá máčírna. Máčírna je dobře větratelná, chladná a v blízkosti zařízení pro klíčení ječmene (Kunze, 1996).

### 3.2.3 Klíčení

Klíčení ječmene je důležitým technologickým krokem k výrobě sladu. Probíhá při něm řada chemických, biochemických, fyziologických, fyzikálních změn ječného zrna, se kterými souvisejí růstové projevy a strukturální změny závislé na degradaci vysokomolekulárních látek vedoucí k rozluštění zrna. Při klíčení je třeba docílit k vytvoření optimální aktivity enzymových komplexů ve sladu, které jsou využity během přípravy mladiny, především pro štěpení škrobu (Kunze, 2014).

Klíčení probíhá při regulovaných podmínkách teploty a vlhkosti. Po namáčení semeno klíčí při 15–20°C ve zvlhčeném vzduchu. Klíčící zrna se pak suší zhruba na 4–5 % vlhkosti ve fázi hvozdění (Wolf – Hall, 2007).

**K technologii klíčení** se využívají:

- **Humna**, což jsou vybetonované prostory s rovnou podlahou rozdělenou na jednotlivá pole, výška nástiny zrn je 10–15 cm, zrna se musí v průběhu klíčení převrstvovat a nakrápět. K obrácení se používají maltmobily, nebo zařízení umístěné na kolejnicích.
- U **pneumatických klíčidel** je umožněno provzdušňování hromad technicky. Nachází se zde perforované dno.
  - **Posuvná hromada** je nejstarším typem. Namočená zrna se postupně převrstvují z jednoho konce na druhý.
  - **Saladinova skříň** připomíná svými rozměry 60m dlouhý a 6m široký bazén. Převrstvovací zařízení v průběhu nakličování promíchává nakličovaná zrna.

- Klíčidlo **typu Lausmann** se sestává z pěti kójí. Každá kóje je vybavena zdvihacím dnem a hrabicovým dopravníkem, který nám přehrnuje zrna z jedné kóje do druhé.
- **Kruhová klíčidla patrová** se skládají z věže s pěti klíčidly.
- **Bubnové klíčidlo** je ocelový válec. Klíčení probíhá za stálého otáčecí bubnu, čímž se zrna zároveň promíchávají a obrací (Kosař et al., 2000)

### 3.2.4 Hvozdění

Cílem hvozdění je snížit obsah vody na hodnoty 3-4% u světlých sladů a 1,5-2% u tmavých sladů, zastavit vegetační procesy, redukovat část enzymových aktivit a vytvořit chuťové, barevné a oxidačně-redukční látky odpovídajícímu typu sladu

#### **Rozeznávají se tři fáze hvozdění:**

1. Fáze růstová. Zrno je zde schopno luštěcích pochodů.
2. Fáze enzymatická má ideální podmínky pro štěpení, obsah vody v zrnu pod 20% při teplotě 40–60°C, zastavení vegetačních procesů enzymové procesy pokračují
3. Fáze chemická je důležitá z hlediska vytvoření aromatických a barevných látek (Kosař et al., 2000).

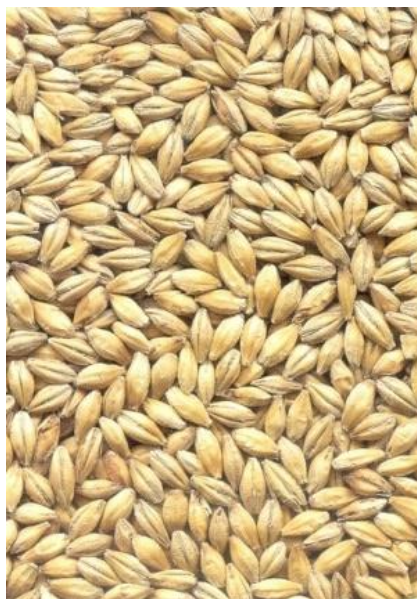
Po hvozdění následuje poslední výrobní etapa tzv. **odkličování**. Již zelený slad se vychladí na teplotu 35 – 40°C, a následně je zbaven kořínků, které se dají využít, jako krmivo (Basařová et al, 2015).

### 3.3 Typy sladů

Slad je jedna z nejzákladnějších surovin sloužící pro výrobu piva. Slad dodává pivu většinu extraktivních látek, které mají za následek základní fyzikální, chemické, biochemické a organické vlastnosti.

**Slad český (plzeňský)** se vyrábí z nejkvalitnějších ječmenů. Slad český (plzeňský) spadá do skupiny světlých sladů. Používá se k výrobě piv se středním obsahem alkoholu, méně chlebnatým a nižším obsahem extraktu (Pelikán et al., 1996).

*Obr. 7 Slad plzeňský (Basařová, 2011)*



**Slad bavorský (mnichovský)** se používá k výrobě tmavých piv, sladových piv a černých piv. Výsledkem je zvýraznění charakteru piva zvýrazněným aroma. Barva je výrazná (Weynermann, 2013).

**Vídeňský slad** tvoří přechod mezi sladem českým a bavorským. Svými vlastnostmi se přibližuje především sladu českému (Pelikán et. al., 1996). Slouží pro výrobu exportních piv, svátečních piv. Slad vídeňský se uplatňuje v minipivovarech. Piva vyrobená ze sladu vídeňského jsou zlatavé barvy, a mají plnou chuť (Weynermann, 2013).

**Karamelové slady** se vyznačují vysokým obsahem aromatických a barevných látek. Vyrábějí se z hotových sladů, které jsou zpětně navlhčeny (Basařová, Čepička, 1985). Ovlhčení probíhá zejména na 40–45 % vody, aby během zahřívání v rychlopražiči vytvořilo dostatečné množství vodní páry, která je důležitá ke ztekucení a zcukření endospermu při teplotách 70–75°C. Po ovlhčení začíná karamelizační proces, u něhož se dosahuje teplo 120–180°C. Charakteristické pro karamelové slady je vysoký obsah cukrů. Chuť, vůně a barvicí mohutnost karamelových sladů závisí na teplotě při tepelném zpracování, která zpravidla kolísá mezi 110–170°C. Uplatnění je především u výroby tmavých piv. (Herent et al., 1997).

### **3.4 Pivovarství**

Pivo je speciální druh alkoholického nápoje, který je rozšířen po celém světě. Pivo vzniká především ze sladu, vody, chmele a kvasnic (Zarnkow 2014). Pro požadované

vlastnosti nápoje, jako je správná chuť, barva existuje celá řada různých fází, které vytváří proces vaření. Pivo je pátý nejvíce konzumovaným nápojem na světě (Fillaudeau et al., 2006). Obvykle lze říci, že první fází je výběr obiloviny, příprava sladu, který je zdrojem cukru, které se používají pro fermentaci alkoholu. Během přípravy sladu jsou enzymy aktivovány a degradovány na buněčné stěny, rozkládají se bílkoviny na aminokyseliny a převádí škrob na monosacharidy a oligosacharidy. V další fázi je sladina povařena s chmelem. Dochází k izomerii hořkých kyselin, což má za následek zvýšení hořkosti piva. V této fázi je většina aromatických komponentů zplyněna. Mladina je pak vyjasněna odstraněním zbytků chmele a ochladí se. Po této fázi začíná již kvašení (Kennedy, 2007).

#### **3.4.1.1 Výroba mladiny**

Postup při výrobě mladiny

- šrotování,
- vystírání,
- rmutování,
- scezování → SLADINA, MLÁTO
- chmelovar → MLADINA,
- chlazení.

Hlavním úkolem **šrotování** je jemné rozemletí endospermu, aby bylo převedeno co nejvíce extraktivních látek do roztoku během rmutování, dále je kladem důraz co nejméně poškodit pluchy. Šrotování ovlivňuje další průběh – rmutování a scezování (Kosař et al., 2000).

Během **vystírání a rmutování** se sladový šrot smíchá s vodou ve vystírací kádi nebo ve rmutovystírací pánvi. Takto připravená směs se zahřívá (rmutování). Jsou zde důležité tři teploty.

- První teplota se nazývá proteolytická, probíhá při 45–55°C při níž dochází k bobtnání škrobových zrn a vzniká škrobový maz (Chládek, 2007). Při delší prodlevě teploty dochází ke zvýšení obsahu aminokyselin. Kvasinkám je tak umožněno rychlejší a lepší množení, z čehož vyplývá rychlé kvašení. Souvisí s tím i špatná pěnivost piva, nevyskytují se zde totiž polypeptidy, které drží stabilitu pěny. Horší je i plnost piva, jelikož zde nejsou přítomny oligopeptidy, které se podílejí na plnosti chutě.

- Při zvyšování teploty na 62°C (I. nižší cukrotvorná teplota) škrobový maz ztekucuje. Probíhá zde tvorba jednoduchých cukrů. Při delší prodlevě této teploty se vytvoří hodně cukrů, tudíž budeme mít hodně lihu. Chuť bude prázdná. Kvašení bude probíhat rychleji. Říz bude silný.
- Při dosažení teploty 72°C (II. vyšší cukrotvorná teplota) škrobový maz zcukřuje. Je zde tvorba oligosacharidů a dextrinů. Dlouhá prodleva při této teplotě má za následek vytvoření hodně dextrinů a oligosacharidů, což vede k plnosti a chlebnatosti piva. Obsah lihu je menší a říz je slabší.

Při **scezování** se odděluje sladina (kapalná část díla) od mláta (tuhá část díla). Scezování se provádí na scezovací kádi. Sladina je filtrována. Mláto obsahuje extrakt, je tedy vyluhováno horkou vodou. (Chládek, 2007).

**Chmelovar** je technologický postup, kde se povaří sladina s chmelem při teplotě 100°C po dobu 100 min., dochází k uvolnění hořkých látek chmele do roztoku. Výsledkem je horká mladina.

Po chmelovaru nastává hlavní **výroba piva**, která se skládá z následujících operací:

- **hlavní kvašení**
- **dokvašování a zrání piva,**
- **filtrace,**
- **stáčení do přepravních a spotřebitelských obalů.**

### 3.5 Pivovarské mláto

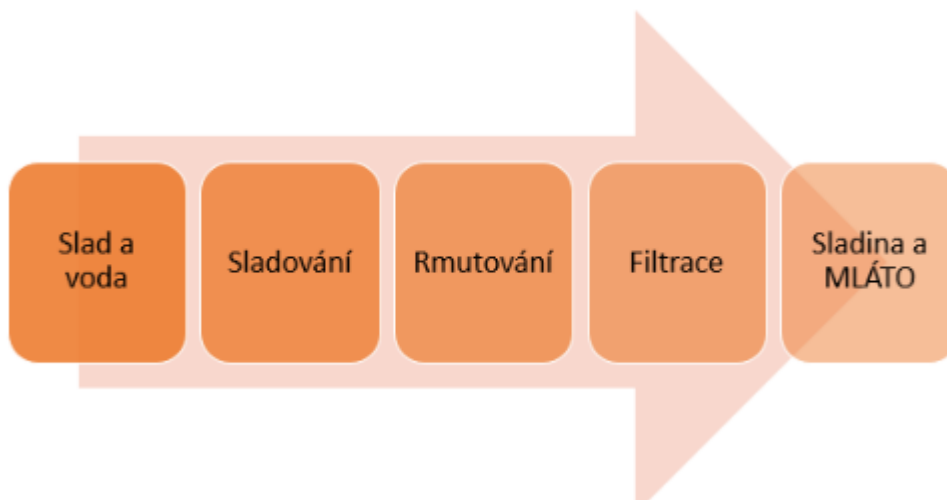
Mláto vzniká jako vedlejší produkt při výrobě piva a představuje přibližně 85% z celkového počtu vzniklých vedlejších produktů (Tang et al., 2009). Vzniká konkrétně při technologickém procesu rmutování a scezování. Svým vzhledem se podobá hrubšímu ječnému šrotu, barva bývá tmavší. Pivovarské mláto má chlebové aroma a kašovitou konzistenci obrázek č. 8

Obr. č 8 Mláto



Škrob, jenž byl obsažený v znu, byl v předchozí technologické fázi (rmutování) působením vody, enzymů a teploty přeměněn na zkvasitelné cukry, které byly převedeny do roztoku. Celý tento procesem probíhá ve scezovacích kádích. Sladina se scedí a na dně nádoby zůstane usazené mláto. Mláto obsahuje pluchy, endosperm a látky koagulované při rmutování. Odhaduje se, že asi 200 tun mokrého mláta s 70-80% obsahem vody je vyráběno na 10.000 hl vyráběného piva (Linko et al. 1998). Schéma získání mláta.

Schéma získání mláta



### 3.5.1 Složení mláta

V EU se každoročně vyprodukuje přibližně 3,4 milionů tun mláta (Stojceska et al., 2008).

Mláto má vysokou nutriční hodnotu a obsahuje celulózu, hemicelulózu, lignin a vysoký obsah bílkovin. Nejhojnější monosacharidy nalezené v mlátu jsou xylóza, glukóza a arabinóza (Mussatto, 2009). Ostatní složky zahrnují minerální látky, vitaminy a aminokyseliny. Mezi vitaminy patří: biotin, cholin, kyselina listová, niacin, kyselina pantothenová, riboflavin, thiamin a pyridoxin (Mussatto et al, 2006). Z minerálních látek je to vápník, hořčík, křemík a fosfor (Khidzir et al., 2010), zatímco další minerály, jako je kobalt, měď, železo, mangan, draslík, selen, sodík a síra jsou detekovány v mlátu s nižší koncentrací. Rozdíly v procentuálním složení jednotlivých složek, lze přičíst k rozmanitosti použitého zrna, doby sklizně, skladování a rmutovacím podmínkám (Robertson et al., 2010)

### 3.5.2 Možnosti skladování mláta

Bylo navrženo několik metod pro prodloužení údržnosti mláta. Mláto, díky svému vysokému obsahu vlhkosti má menší údržnost a snadněji podléhá degradaci.

Sušení je nejvíce efektivním způsobem konzervování mláta. Avšak vzhledem k rostoucí globální obavy z vysokých nákladů na energii, mnoho pivovarů, zejména ty v rozvojových zemích si nemohou tuto praxi dovolit (Ikurior, 1995).

Sušení, jako metoda konzervace má tu výhodu, že snižuje objem výrobku, a snižuje transportní a skladovací náklady. Mnoho pivovarů zpracovává mláto ve dvou krocích sušení. Nejprve se obsah vody sníží na méně než 60% za pomoci lisování, pak následuje druhý krok sušení, kde se zajistí, aby obsah vlhkosti byl nižší než 10% (Santos et al., 2003).

(Bartolome' et al. 2002) studoval rozdílné účinky na mláto, které se zpracovává pomocí lyofilizace a sušením. Jejich zjištění ukázala, že během sušení snižuje výrobek svůj objem a zároveň se nemění jeho složení, zatímco zmrazení (lyofilizace) je nevhodné protože výrazně ovlivňuje složení některých cukrů.

Dále se může využít chemických konzervačních prostředků, jako kyselina mléčná, kyselina mravenčí, octová, kyselina benzoová. Chemické konzervační prostředky zachovávají výživovou kvalitu mláta, jak uvádí Al-Hadithi et al.(1985)

### **3.5.3 Využití pivovarského mláta pro pečení**

Velká pozornost je věnována pro vedlejší produkty rostlinného zpracování. Vedlejší produkty se staly zajímavými pro jejich funkčnost a potenciál, jako přídavek do potravin. Mláto je nerozpustný zbytek zbylý z výroby sladiny v pivovarnickém průmyslu a představuje cenný zdroj bioaktivních složek. Kompozice mláta se druh od druhu liší, ale vždy obsahuje vysoký obsah vlákniny a proteinů - zejména esenciální aminokyseliny, dále obsahuje patrné množství minerálů, polyfenolů, vitaminů, a lipidů.

Nové poznatky si kladou za cíl odhalit další nutriční a ekonomický přínos mláta, jako funkční přísada pro pečení.

Seznam možného využití mláta v potravinářství je rozsáhlý. Pokusy prokázaly začlenění mláta pro výrobu chleba, sušenek, těstovin, vaflí, palačinek, snídaňových cereálií a tortill. Nicméně, mláto je příliš zrnité pro přímé přidání a proto musí být prvně převedeno na mouku (Huige, 1994).

### **3.5.4 Možnosti dalšího využití pivovarského mláta**

Nejstarším a nejrozšířenějším využitím je zkrmování mláta hospodářskými zvířaty. V letních měsících je využití mláta pro hospodářská zvířata omezenější, což je způsobeno tím, že v létě je dostatek zeleného krmiva, a tak jsou zvířata na pastvách. Dále je to způsobeno tím, že v letních měsících se mláto rychleji kazí. Rychlejší kažení je způsobeno vyššími teploty v tomto ročním období (Kosař, 2010).

Jednou z dalších možností využití pivovarského mláta může být spalování předliso- vaného mláta, přídavek do stavebních materiálů nebo kompostování (Kosař 2000).

## **3.6 Těsto a jeho příprava**

### **3.6.1 Příprava těsta**

Příprava těsta je jeden z nejdůležitějších technologických procesů ve výrobě pečiva. Během přípravy těsta se vytváří základní jakostní parametry. Kvalita výrobku závisí na surovině, tvorbě chemicko-koloidních procesů, fyzikálních a mechanických vlastností, správné nakypření a finální úprava výrobku.

Největší část pekárenských výrobků je založena na vytvoření těsta z tradičních surovin, mouky a vody s přídavkem soli a kypřidel.

Po přidání vody začíná bobtnání všech složek, které mohou bobtnat, jsou to bílkoviny a pentozanové polysacharidy. Ve vodě se rozpouštějí i nízkomolekulární sacharidy, přidané sacharidy a sůl. Ty však, ale nevytváří koloidní gel.



V první fázi hnětení dochází k promíchání a homogenizaci všech složek těsta. Během hnětení probíhá intenzivní bobtnání.

Při tvorbě pšeničného těsta dochází v průběhu hnětení k vytváření prostorově trojrozměrné sítě lepkové bílkoviny. Ta je základem pro strukturu těsta. Důležité je i mechanické promíchávání těsta, kde se vytvoří spojitý pšeničný lepek (Příhoda et, al, 2003)

### **3.6.2 Hnětení těsta**

Při hnětení těsta probíhá mnoho chemicko-fyzikálních změn. Při kontaktu s vodou při 20-30°C začíná lepková bílkovina nejrychleji bobtnat. Lepková bílkovina dokáže pevně vázat značné množství vody. Na začátku hnětení je voda v kontaktu jen s povrchem moučného zrna a ke složkám mouky proniká pozvolnou difuzí. Nabobtnalých a rozpuštěných složek moučných zrn je jen málo, což je důsledkem přebytku vody. Dalším mechanickým promícháváním se zaručuje, že se hydratovaná část spojuje ve spojitý gel. V této fázi se přebytek vody postupně zvyšuje a současně se zvyšuje odpor těsta vůči napínání a roste pružnost těsta ( Příhoda et. al, 2003). Celý tento proces se nazývá vývin těsta. Od dosažení optima koloidní složky nepřijímají další vodu. V případě, že se pokračuje dále ve hnětení, dojde k přehnětení a viskozita těsta se snižuje.

Těsto se nechá uležet a poté se pokračuje v pozvolném hnětení, opět se zvyšuje viskozita a pružnost těsta. Tento výrobní krok se nazývá přetučení a slouží k rychlejšímu a rovnoměrnému vývinu těsta (Kadlec at. all, 2009).

### **3.6.3 Zrání, kynutí, dělení a tvarování těsta**

Po vyhnětení těsta nastává proces alkoholového kvašení, což je důsledkem nakypření biologicky kypřených těst. Kvasinky spotřebovávají zkvasitelné cukry a produkty alkoholového kvašení jsou CO<sub>2</sub> a ethanol. Při zrání je důležitá teplota. Při vyšší teplotě převládá mléčné kvašení a tvorba kyselin a při nižší teplotě převládá alkoholické kvašení a tvorba kypřícího CO<sub>2</sub>. Po vyzrání je těsto děleno na klonky (Kadlec at all, 2009).

### **3.6.4 Pečení**

Během pečení se vytváří střída a kůrka výrobku. Při vyšších teplotách bílkoviny ztrácí vázanou vodu a denaturují. Tuto vodu absorbuje škrob, který zajišťuje vláčnost hotového výrobku. S vyšší teplotou se zvyšuje i viskozita těsta (Hrušková a kol., 2007). Pro vytvoření kůrky se výrobek před pečením zavlažuje vodním sprejem. Při vysoké teplotě se povrch vysušuje a vytváří pevnou celistvou kůrku. Na povrchu těsta probíhají

při pečení reakce, které mají za následek vznik barevných látek. Dochází k Maillardově reakci, během které se vytváří barva kůrky. Současně se tvoří i jiné produkty, které dávají čerstvým výrobkům typickou chuť a aroma. Z pentozanových polysacharidů vznikají sloučeniny na bázi furfuralu a hydroxymethylfurfuralu, které dávají intenzivní vůni a chuť výrobkům (Kadlec a kol., 2009). Při pečení, má být teplota pece nejvyšší hned po vsazení, a to 280–340 °C. Při nižší zapékací teplotě může dojít k popraskání povrchu výrobku. Teplota v peci má pak v průběhu pečení klesat až na 200 °C. Stejně jako teplota, tak i vlhkost má být na začátku pečení nejvyšší. Doba pečení závisí na řadě faktorů jako např.: teplota pece, tvar výrobku, hmotnost výrobku atd. Při vyjímání z pece se někdy výrobek vlaží, aby byl lesklejší (Müllerová, Chroust, 1993).

### **3.6.5 Chlazení**

Po upečení se nechávají výrobky vychladnout na vozíčkách, což může vést k nežádoucí sekundární kontaminaci. Nejlepším způsobem chlazení je umístění výrobků na spirálový dopravník v odděleném prostoru. Nežádoucím faktorem je předčasné zabalení výrobků do neprodyšných fólií. Výrobek sice na povrchu vychladl, ale ve středu výrobku je stále vysoká teplota (Kadlec at. al, 2009).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

V rámci experimentů byly vyrobeny slady, ze sladů se následně připravila sladina, po které bylo získáno mláto, které bylo dále využito pro pekařský pokus.

### 4.1 Materiál

#### 4.1.1 Použité obiloviny

Pro výrobu sladu byly použity obiloviny ječmen jarní (odráda Maltz), oves bezpluchý (Abel), žito potravinářské (Selgo), kukuřice (Koňský zub), a pšenice žlutá. Chemické a fyzikální parametry použitých obilovin jsou uvedeny v tab. 7. Vlhkost byla měřena vysoušením 5g vzorku šrotu po dobu 180 min. při teplotě 105°C. Hmotnost tisíce zrn odpočítáním tisíce zrn pomocí počítačky zrn a zvážením na analytických váhách, objemová hmotnost pomocí litrové obilné váhy, sklovitost pomocí farinatomu (zrnořez), škrob metodou podle Ewerse - bylo naváženo 5 g šrotu a spláchnuto kvantitativně 25 ml Ewersovy kyseliny (1,124% HCl) do 100ml odměrné baňky. Obsah byl důkladně promíchán a vložen na 15 min do vroucí vodní lázně, v prvních 3 minutách bylo baňkou pohybováno. Po vyjmutí baňky z lázně byl obsah baňky doplněn destilovanou vodou na 80 ml a ochlazen na 20°C. K vyčeření roztoku byl přidán 1 ml Carrezova roztoku I a po promíchání bylo přidáno stejné množství Carrezova roztoku II. Po promíchání byla ponechána čířící směs 5 minut působit, pak byla baňka doplněna po rysku a obsah zfiltrován. První podíl filtrátu (několik ml) byl vrácen na filtr. U filtrátu byla měřena polarizace v 200 mm polarimetrické trubici v polarimetru. Dusíkaté látky byly změřeny metodou podle Kjeldahla - princip spočíval v mineralizaci vzorku koncentrovanou kyselinou sírovou za přítomnosti katalyzátoru. Výsledek se udává v % dusíkatých látek N. Byl použit přepočítávací faktor 5,7 u pšenice, žita a ovsa a 6,25 u ječmene a kukuřice. Klíčivost byla stanovena na 500 zrnech jednotlivých obilovin (kromě kukuřice, ta v počtu 100 zrn) v 0,75% roztoku peroxidu vodíku po dobu 96 hodin, po 48h byl roztok peroxidu vodíku vždy vyměněn za čerstvý. Naklíčená zrna byla ručně pomocí pinzety spočítána a byla vyjádřena klíčivost v %.

## 4.2 Metodika

### 4.2.1 Výroba sladu

Výroba sladů probíhala z výše uvedených obilovin v mikroskladovně Mendelovy univerzity na ústavu Technologie potravin.

Mikroskladovna Mendelovy univerzity je technologické zařízení, které se primárně využívá ke sladování obilovin. Procesy probíhající v mikroskladovně jsou řízeny a zaznamenávány počítačem, je tak možné přesně stanovit a kontrolovat podmínky celého procesu. Mikroskladovna se skládá ze tří nerezových skříní (boxy pro máčení, klíčení, hvozdění), řídicího rozvaděče, počítače s tiskárnou a zařízení na odkličování sladu. Jednotlivé skříně jsou vybaveny osmi nerezovými vzorkovnicemi s děrovaným a odnímatelným dnem, ty jsou shodné pro všechny tři boxy, jeden vzorkovnic je určen pro 1kg obiloviny. Box pro máčení a klíčení je opatřen ohřevem a chlazením, box na hvozdění je opatřen pouze ohřevem. Namáčka a klíčení probíhaly u všech obilovin při teplotě 13°C, hvozdění probíhalo vždy podle stejného teplotního programu, dotahovací teplota byla 80°C.

### 4.2.2 Výroba mláta

Pro výrobu mláta jsme použili, viz tabulka č. 3

Tabulka č. 3 Použité suroviny pro výrobu mláta

Ječný slad	Pšeničný slad (žlutý) + ječný slad	Ovesný slad + ječný slad	Žitný slad + ječný slad	Slad ze žluté pšenice	Ovesný slad	Žitný slad	Kukuřičný slad
1kg	500g + 500g	500g + 500g	500g + 500g	1kg	1kg	1kg	1kg

Proces výroby mladiny je znázorněn v následujících krocích:

- Nejprve bylo odváženo potřebné množství sladu. Varianty jsou znázorněny v tabulce č. 3
- Odvážené slady byly pošrotovány na šrotovníku.
- Bylo odměřeno 2,5 l pitné vody a voda byla smíchána se sladem.
- Probíhalo rmutování, znázorněno v tabulce č. 4

Tabulka č. 4. Postup během rmutování

	<b>Rmutování</b>	
1.	45°C	10 min
2.	52°C	10 min
3.	62°C	30 min
4.	72°C	30 min
5.	83°C	10 min

- Po procesu rmutování následovalo scezení
- Po scezení byla získána sladina a mláto. Mláto bylo využito v pekařském pokusu.

#### 4.2.3 Zpracování sladiny

- Sladina byla povařena celkem 90 minut s chmelem. Chmelení probíhalo dle následujícího schématu
  - Na začátku bylo přidáno 9 g chmele typu Premiant.
  - Po 45 min. varu bylo přidáno 14 g ŽPČ.
  - Po 80 min. varu bylo přidáno posledních 14 g ŽPC.
- Vzniklá mladina byla provířena, čímž byl zamíchán obsah po chmelení. Postupně se mladina schladila na 15°C a nechala se, necht' se kaly usadí na dně nádoby. Po zchlazení byla mladina stáčena do kvasné nádoby pomocí hadičky, čímž se zabránilo vniknutí kalů.
- Přidalo se 5 g sušených kvasinek kmene Safale 83
- Hlavní kvašení trvalo 4 dny při teplotě 15°C
- Posledním procesem bylo dokvašování, které probíhalo 10 dnů při teplotě 8°C
- Piva byla skladována v laboratořích Ústavu technologie potravin MENDELU. U vzorků pív byla provedena analýza.

#### 4.2.4 Analýza pív

Analytická analýza pív byla provedena v laboratoři univerzitního minipivovaru. Analyzovány byly tři vzorky z našeho pokusu a stanovovaly se u nich tyto parametry: obsah alkoholu, extrakt skutečný a původní stupňovitost mladiny.

## Pracovní postup

Pivo vytřepáním bylo zbaveno CO<sub>2</sub> a provedla se filtrace, přes filtrační papír. Následně mohly být vzorky změřeny (Basařová, 1992).

### 4.2.5 Pekařský pokus

Pekařský pokus se používá pro pekařsko-technické posouzení pšenice. Test je založen na intenzivním hnětením, vysoké hybné síle, krátkou dobou odležení těsta a zpracováním těsta na bulky.

Následující tabulka č. 5 uvádí jednotlivé varianty pokusu.

Tabulka č. 5 Varianty pokusu

1. Kontrola	Bez přídavku mláta
2. mláto ječné	10% ječného mláta
3. mláto pšeničné (žluté) + mláto ječné	5% pšeničného mláta + 5% ječného mláta
4. mláto ovesné + mláto ječné	5% ovesného mláta + 5% ječného mláta
5. mláto žitné + mláto ječné	5% žitného mláta + 5% ječného mláta
6. mláto pšeničné (žluté)	10% pšeničného mláta
7. mláto ovesné	10% ovesného mláta
8. mláto žitné	10% žitného mláta
9. mláto kukuřičné	10% kukuřičného mláta
10. mláto sušené ječné hrubé	10% ječného sušeného mláta
11. mláto sušené ječné jemné	10% ječného sušeného mláta

U uvedených směsí byl proveden pekařský pokus (Rapid Mix Test) dle receptury (Tabulka č. 6). Pekařský pokus je jedním z nejdůležitějších kritérií kvality odrůd pšenice pro pekařské využití.

Těsto bylo připraveno na záraz ze všech surovin. Hnětení probíhalo v rychlohnětači po dobu cca 1 min. Po vyhnětení těsta následovalo kynutí po dobu 20 min v laboratorní kynárně při teplotě 32°C. Po 20 min zrání bylo těsto zváženo a ručně bylo vytvarováno do klonků o hmotnosti cca 80g a následně vložilo do kynárny k dokynutí na dobu 25 min. Potom následovalo pečení v zapařené peci po dobu 20 min při teplotě 230-340°C. Hodnocení výrobků proběhlo hodinu po upečení. Stanoven byl měrný objem pečiva,

výtěžnost těsta a výtěžnost pečiva, ztráta pečením, objemová výtěžnost, výška, šířka a poměrové číslo.

Tabulka č. 6 Receptura pro přípravu těsta

Pšeničná mouka	500g
sůl	7,5g
cukr	5g
kvasnice	25g
olej	5g
voda	250 ml
mláto	80g

Do kontrolního vzorku bylo přidáno 300ml vody, do vzorků s přidavkem mláta bylo přidáno pouze 420g pšeničné mouky. Do vzorku s ječným sušeným mlátem bylo přidáno též 300ml vody a to z důvodu takového, že bylo přidáno v těchto variantách mláto v sušené formě. Do vzorku s ječným sušeným mlátem se přidávalo 40g mláta a to z toho důvodu, že sušené mláto neobsahuje tolik vody, oproti mlátu v sušené formě.

#### 4.2.6 Senzorické hodnocení pečiva

Senzorické hodnocení bylo provedeno desíti hodnotiteli. Pro sensorické hodnocení byly využity nestrukturované grafické formuláře. Stupnici představuje úsečka o délce 14,5cm a výsledek hodnocení byl zaznamenán hodnotitelem. Pro sensorické hodnocení byly hodnoceny tyto deskriptory: tvar, barva kůrky, vůně, pružnost a barva střídy, snadnost ukousnutí, pocit v ústech po krátké žvýkání, konzistence, chuť a celkový dojem výrobku.

#### 4.2.7 Metody vyhodnocení výsledků

Výsledky sensorického hodnocení byly pracovány a vyhodnoceny graficky v programu Statistica 12.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Výsledky parametrů sladů

V rámci výroby sladů byly hodnoceny tyto parametry: vlhkost, HTZ, objemová hmotnost, sklovitost, škrob, N-látky, tuk a klíčivost. Tyto parametry jsou zaznamenány v tabulce č. 7.

Tabulka č. 7 Chemické a fyzikální parametry použitých obilovin (HTZ - hmotnost tisíce zrn, N-látky - dusíkaté látky, v.s. - v sušině

	Ječmen	Pšenice žlutá	Oves	Žito	Kukuřice
Vlhkost %	11,6	11,7	10,9	11,3	12,4
HTZ, g	45,3	48,1	29,7	36,6	326,6
Objemová hmotnost, g.l <sup>-1</sup>	718,4	765,5	628,5	729,6	847,2
Sklovitost, %	14	51	12	10	30
Škrob v. s., %	63,3	65,1	60,1	62,3	67,8
N – látky v.s.,%	11,3	13,4	11,6	11,1	12,5
Tuk v.s.,%	0,5	1,1	4,7	1,4	4,2
Klíčivost, %	94	92	89	91	86

### 5.2 Výsledky analýzy pív

V tabulce níže jsou zaznamenány výsledky analýzy pív

Tabulka č. 8 Výsledky analýzy pív

Varianta	Původní stupňovitost mladiny	Skutečný extrakt	Obj. % alkoholu
1.	12,61%	5,33%	4,89%
2.	12,53%	4,01%	5,52%
3.	12,52%	5,66%	4,67%
4.	12,46%	5,76%	4,58%
5.	12,56%	5,37%	4,78%



6.	12,94%	5,44%	4,50%
7.	12,86%	4,39%	5,26%
8.	12,54%	5,53%	4,46%
9.	12,86%	4,23%	5,50%

V tabulce č. 8 jsou uvedeny výsledky analýzy vyrobených piv. U piv se výsledky příliš neliší. Dle našich naměřených výsledků piva odpovídají typickému pivu zvané Ležák.

### 5.3 Výsledky pekařského pokusu

V rámci pekařského pokusu byly hodnoceny tyto parametry: hmotnost těsta a pečiva, výtěžnost těsta a pečiva (tabulka č. 9), měrný objem pečiva, ztráta pečením, výška a šířka (tabulka č. 10).

Tabulka č. 9 Výsledky pekařského pokusu

Varianta	Hmotnost těsta (g)	Výtěžnost těsta (%)	Hmotnost pečiva (g)	Výtěžnost pečiva (%)
1.	834	166,8	720	144
2.	790	158	664	132,8
3.	784	156,8	676	135,2
4.	772	154,4	664	132,8
5.	767	153,4	636	127,2
6.	772	154,4	650	130
7.	774	154,8	640	128
8.	762	152,4	633	126,6
9.	778	156,6	673	134,6
10.	833	166,6	715	143
11.	837	167,4	725	145

Hmotnost těsta bylo v rozmezí od 837g do 762g. Nejvyšší hmotnost měl vzorek č. 11, kterým byl vzorek s přidavkem ječného mláta v sušené formě a to na jemno pomleté. Nejnižší hmotnost měl vzorek č. 8, kterým byl vzorek s přidavkem žitného mláta. Z hmotnosti těsta lze vypočítat jeho výtěžnost, kdy menší hmotnost znamená nižší výtěžnost těsta. Podobnou výtěžnost měly vzorky č. 4, 6 a 7. Výtěžnost kontrolního vzorku a výtěžnost ječného sušeného mláta, ať už na hrubo pomletý, nebo na jemno se od

ostatních vzorků liší téměř o 10%. Což je způsobeno tím, že sušené mláto pomleté plnohodnotně nahrazuje mouku, oproti přidavku mláta v čerstvé formě.

Ztráta pečením u běžného pečiva by měla být v rozmezí 10-15% z hmotnosti vypracovaného těsta. Vyšší hodnoty přes 15% byly zjištěny u variant č. 2, 5, 6, 7 a 8. U ostatních vzorků byla ztráta pečením v normě.

Objemová výtěžnost se klasifikuje do čtyř skupin. Nejlepší objemová výtěžnost je nad 550ml/100g, dobrá 450 – 550 ml/100 g, jako slabá 351 – 450 ml/100 g a do nevyhovující skupiny se řadí mouky s objemovou výtěžností pečiva pod 350 ml/100 g. (Skoupil, Tvrzník, 1989). V našem pokusu nebyl ani jeden vzorek s nejlepší objemovou výtěžností. Vzorek č. 1, 2, 10 a 11 spadají do kategorie dobré objemové výtěžnosti. Zbylé vzorky spadají do kategorie slabé objemové výtěžnosti. Z čehož vyplývá, že vzorky s přidaným podílem mláta mají nižší objemovou výtěžnost a s lepší objemovou výtěžností byly vzorky – kontrolní vzorek a vzorky se sušeným ječným mlátem, které jsou velmi podobné mouce.

Poměrové číslo je udáváno jako poměr výšky a šířky. Velmi dobrá mouka se hodnotí při výsledku poměrového čísla nad 0,700, dobrá mouka 0,601 – 0,700, slabá mouka 0,501 – 0,600. Pokud je hodnota nižší než 0,500 pak je mouka nevyhovující pro pekařské účely (Skoupil, Tvrzník, 1989).

V našem pokusu odpovídaly vzorky č. 7 a 8 velmi dobré mouce, vzorky č. 1, 5, 6, 9, 10 a 11 mouce dobré, a vzorky č. 2, 3, a 4 pak mouce slabé. U žádného vzorku se neukázalo, že by mouka byla nevyhovující pro pekařské účely. Nedá se říct, že by přidavek mláta negativně ovlivnil vyklenutí pečiva.

Tabulka č. 10 Výsledky pekařského pokusu

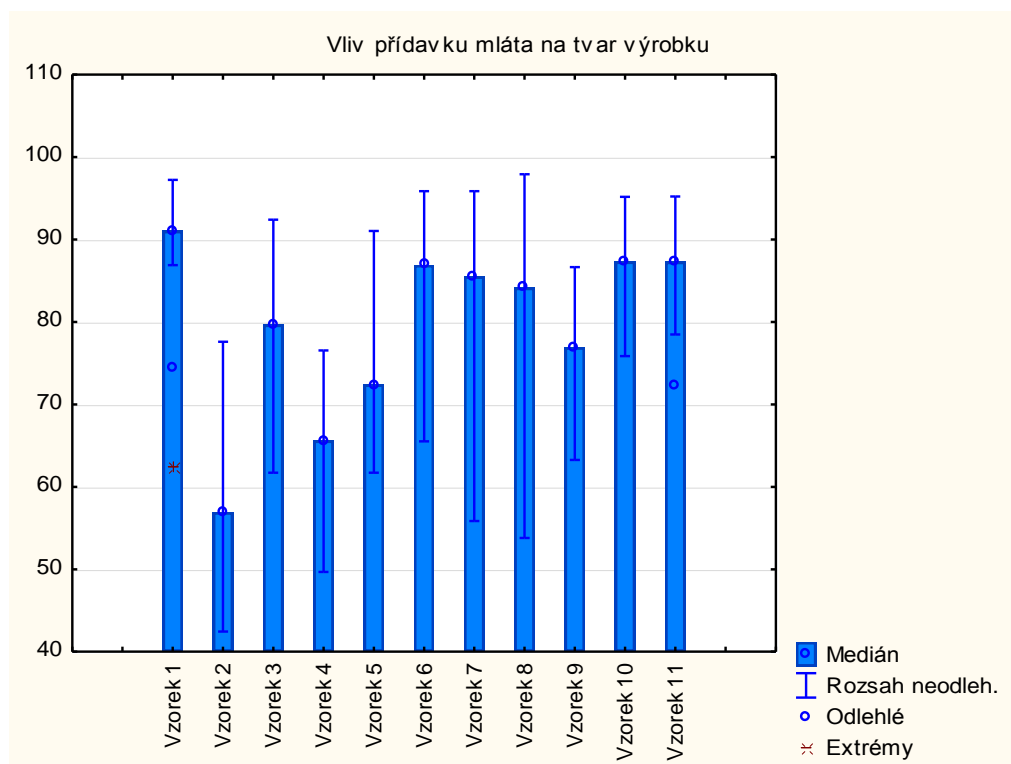
Varianta	Ztráta pečením (%)	Objem	Objemová výtěžnost (ml/100g)	Výška (cm)	Šířka (cm)	Poměrové číslo
1.	13,67	2280,00	456	5,7	8,2	0,70
2.	15,95	2390,00	478	4,5	9,0	0,5
3.	13,76	2200,00	440	4,8	8,7	0,55
4.	14	2100,00	420	5,1	8,5	0,6
5.	17,08	2050,00	410	5,6	8,4	0,66
6.	15,80	1190,00	238	4,9	7,7	0,64

7.	17,31	1970,00	394	5,5	7,7	0,71
8.	16,93	2000,00	400	6	7,9	0,80
9.	13,50	1990,00	398	5	8,2	0,61
10.	13,36	2270,00	454	4,9	7,5	0,65
11.	13,38	2280,00	456	4,7	7,2	0,65

## 5.4 Výsledky senzoričké analýzy

Při senzoričké hodnocení bylo hodnoceno: tvar, barva kůrky, vůně, pružnost a barva střídy, snadnost ukousnutí, pocit v ústech po krátkém žvýkání, konzistence, chuť a celkový dojem výrobku. Obrázky výrobků jsou součástí příloh.

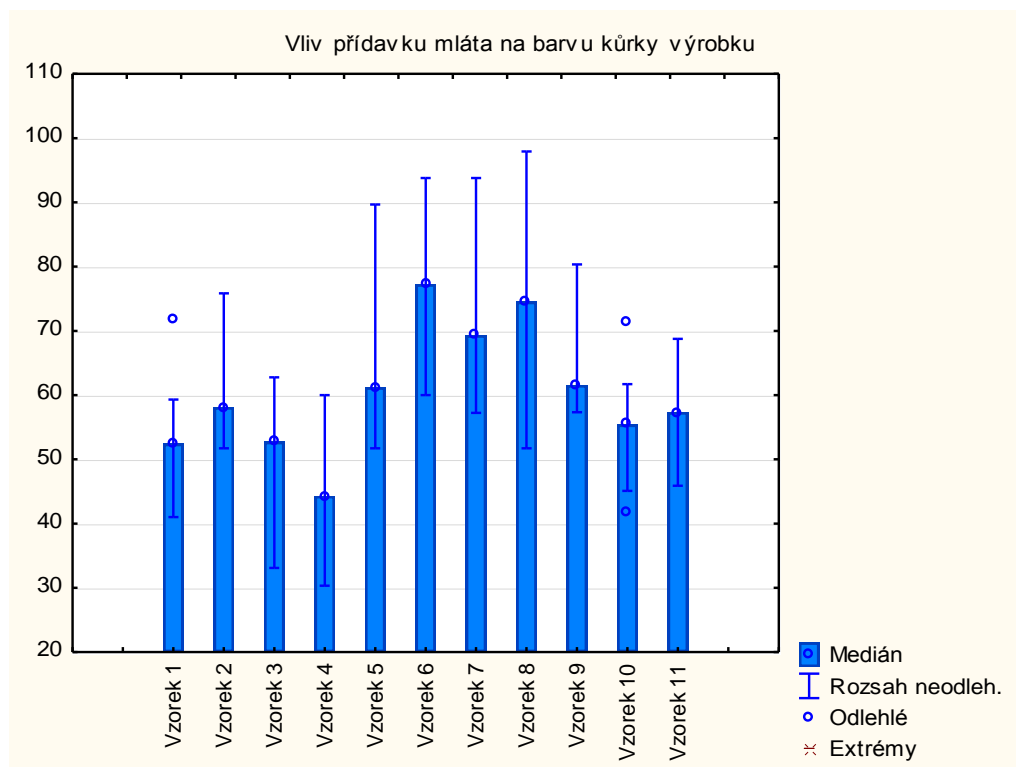
Graf č. 1 Vliv přidavku mláta na tvar výrobku



Tvar výrobku byl posuzován od pravidelného a správně vykynutého tvaru, až po nepravidelný a malý tvar. Z grafu je patrné, že nejlepší tvar byl pozorován u kontrolního vzorku (vzorek č.1), byť je u něj patrná hodnota odlehlé a extrému. Tato skutečnost je založená na subjektivitě hodnocení jednotlivých posuzovatelů. Vzorek č. 2 a 4 byl hodnocen jako tvar nejhorší. Vzorek č. 2 byl s přidavkem čerstvého mláta ječného a vzorek č. 4 byl s přidavkem mláta čerstvého ovesného a ječného. Vzorky č. 6, 7, 8, 10 a 11 jsou

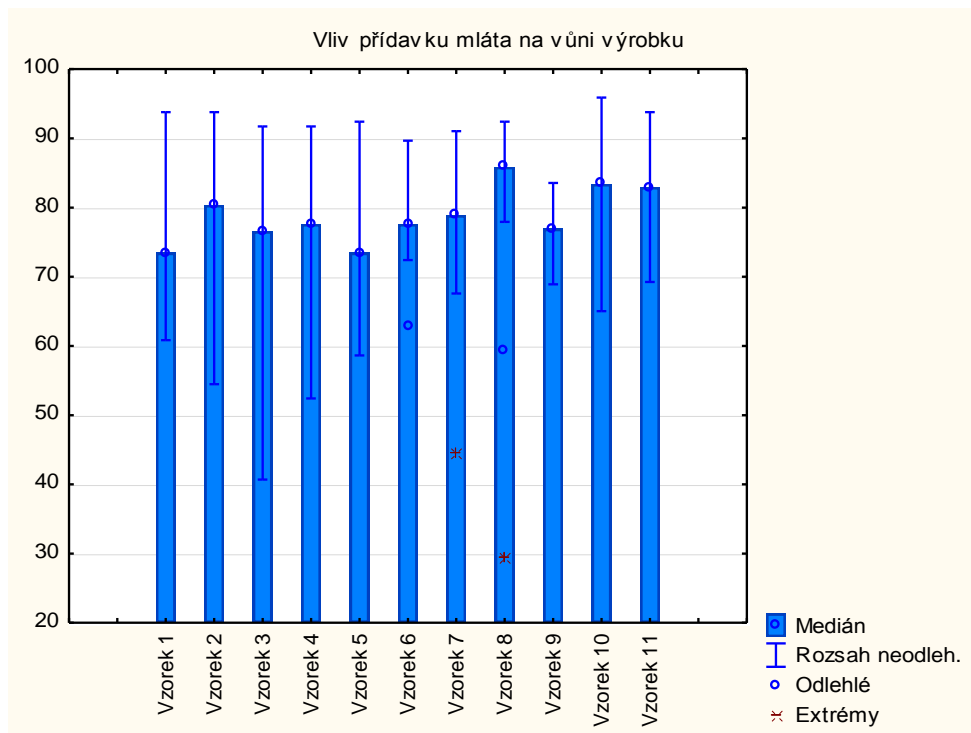
srovnatelné s kontrolním vzorkem. Lze tedy usoudit, že přidavek mláta negativně neovlivní vzhled výrobku.

Graf č. 2 Vliv přidavku mláta na barvu kůrky výrobku



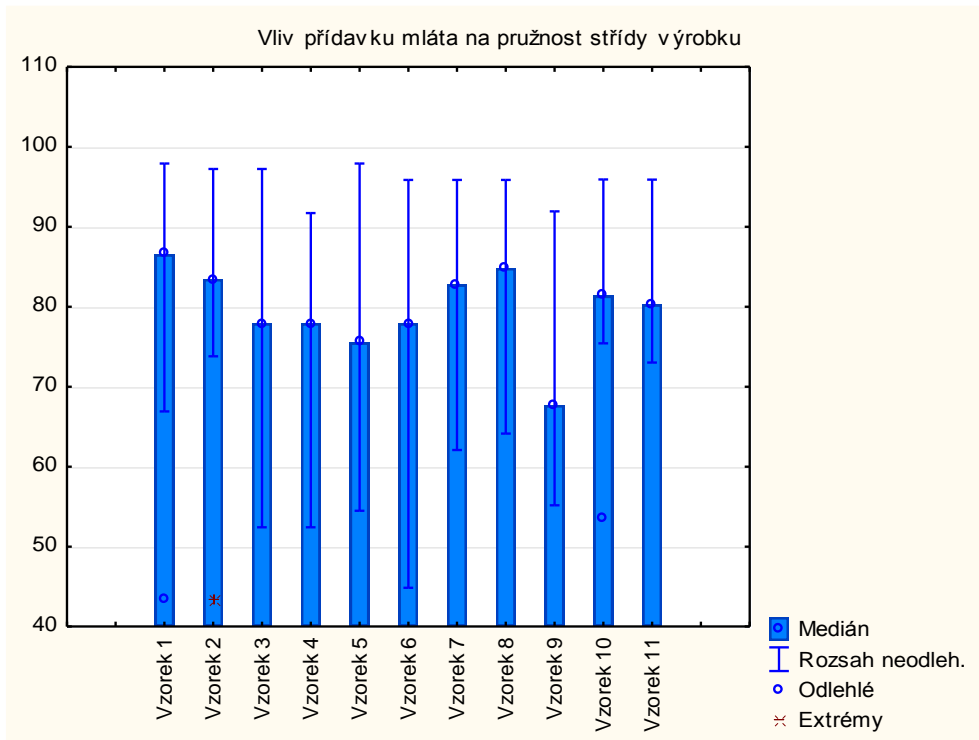
U hodnocení barvy kůrky se hodnotila kůrka od příliš tmavé po příliš světlou. Barva kůrky by měla být stejnoměrná v celém výrobku. Z grafu je tedy patrné, že u kontrolního vzorku (vzorek č.1), byla barva kůrky rovnoměrná v celém výrobku. U vzorků č. 2, 3, 5, 9, 10 a 11 lze pozorovat také rovnoměrné zbarvení kůrky. U vzorků č. 6, 7, a 8 byla vykazována barva tmavší a naopak vzorek č. 4 vykazoval barvu nejsvětlejší, což může být způsobeno tím, že vzorek č. 4 byl výrobek z ječného a ovesného mláta – ovesné mláto je barvy světlejší, což se odrazilo v našem pokusu.

Graf č. 3 Vliv přidavku mláta na vůni výrobku



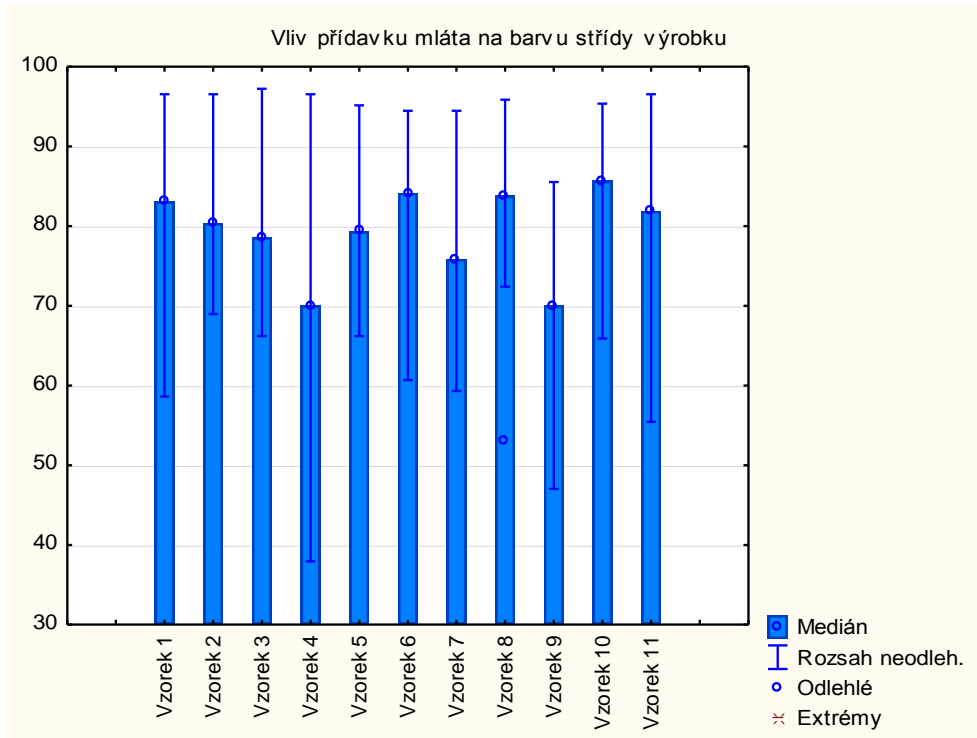
Vůně výrobku byla hodnocena od vůně typické, příjemné a výrazné po vůni nepříjemnou a nevýraznou. Vůně by měla být samozřejmě příjemná a měla by vykazovat typické aroma pro daný výrobek. Z našeho grafu je patrné, že všechny výrobky vykazovaly velmi příjemnou a výraznou vůni. Nejlépe byl hodnocen vzorek č. 8, což byl výrobek s přídavkem čerstvého žitného mláta a nejhůře pak hodnocen vzorek č. 5, který byl s přídavkem čerstvého mláta žitného a ječného.

Graf č. 4 Vliv přídavku mláta na pružnost výrobku



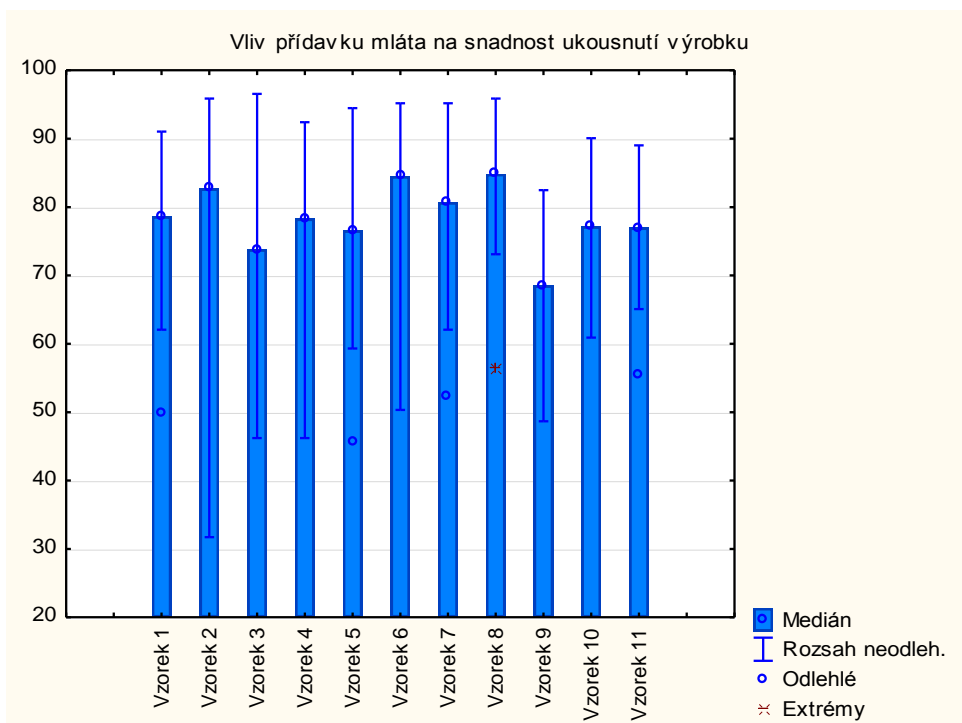
Střída by u běžného pečiva měla být pružná a po zmáčknutí by se měla rychle vracet zpět do původního tvaru. Z grafu můžeme vidět, že kontrolní vzorek (vzorek č.1), měl nejlepší vyhovující pružnost střídy. Ostatní vzorky, kromě vzorku č. 5, 6, a 9 jsou srovnatelné s kontrolním vzorkem. Vzorek č. 9 byl však hodnocen v průměru ze všech nej-  
hůře, vzorek byl vyroben s přídavkem čerstvého kukuřičného mláta.

Graf č. 5 Vliv přídavku mláta na barvu střídy výrobku



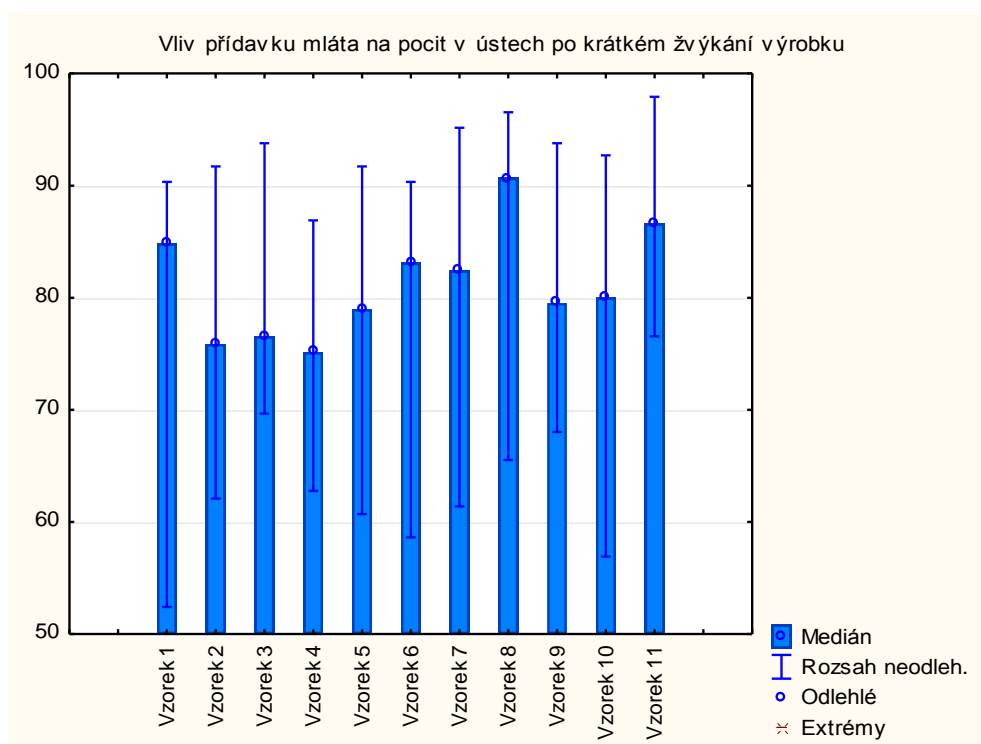
Barva střídy by měla být rovnoměrná a celistvá. Téměř všechny vzorky vykazovaly stejnou barvu střídy, nejlépe byl hodnocen vzorek č. 10 a nejhůře pak vzorek č. 4 a 9. U vzorku, číslo 8 můžeme pozorovat, že jeden hodnotitel měl odlišný názor na barvu střídy oproti ostatním hodnotitelům.

Graf č. 6 Vliv přídavku mláta na snadnost ukousnutí výrobku



Snadnost ukousnutí výrobku by mělo být hodnoceno, jako snadné, vzorek by se neměl trhat, neměl by vykazovat gumovité vlastnosti, ale měl by jít snad ukousnout. Z grafu můžeme vypočítat, že zde máme poměrně dost extrému od hodnotitelů. Avšak, jako nejsnadněji ukousnutelný vzorek byl hodnocen vzorek č. 8, což byl vzorek vyrobený s přidavkem čerstvého žitného mláta. Nejhorší byl pak hodnocen vzorek č. 9, který byl s přidavkem čerstvého kukuřičného mláta.

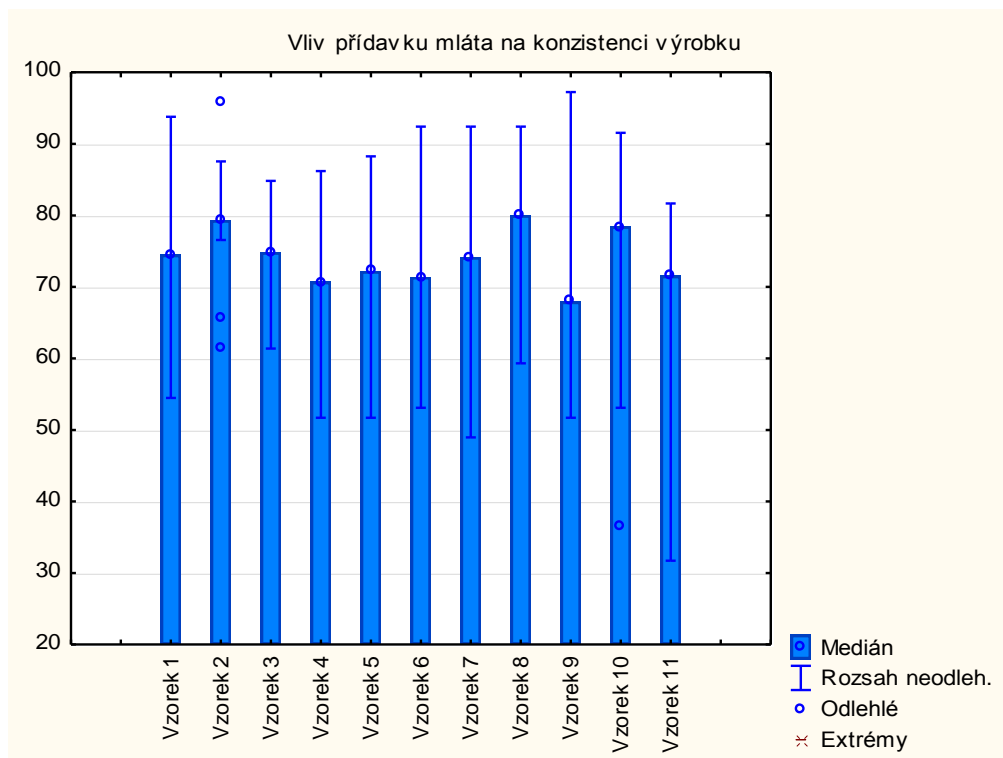
Graf č. 7 Vliv přidavku mláta na pocit v ústech po krátkém žvýkání výrobku



Výrobek by měl vyvolávat příjemný pocit v ústech po krátkém žvýkání, měl by to být pocit lahodnosti a příjemnosti, vyvolávající chuť po dalším výrobku. Nejlépe byl hodnocen vzorek č. 8, který byl zároveň hodnocen i jako nejsnadněji ukousnutelný. Nejhorší pak byly hodnoceny vzorky č. 2, 3 a 4.

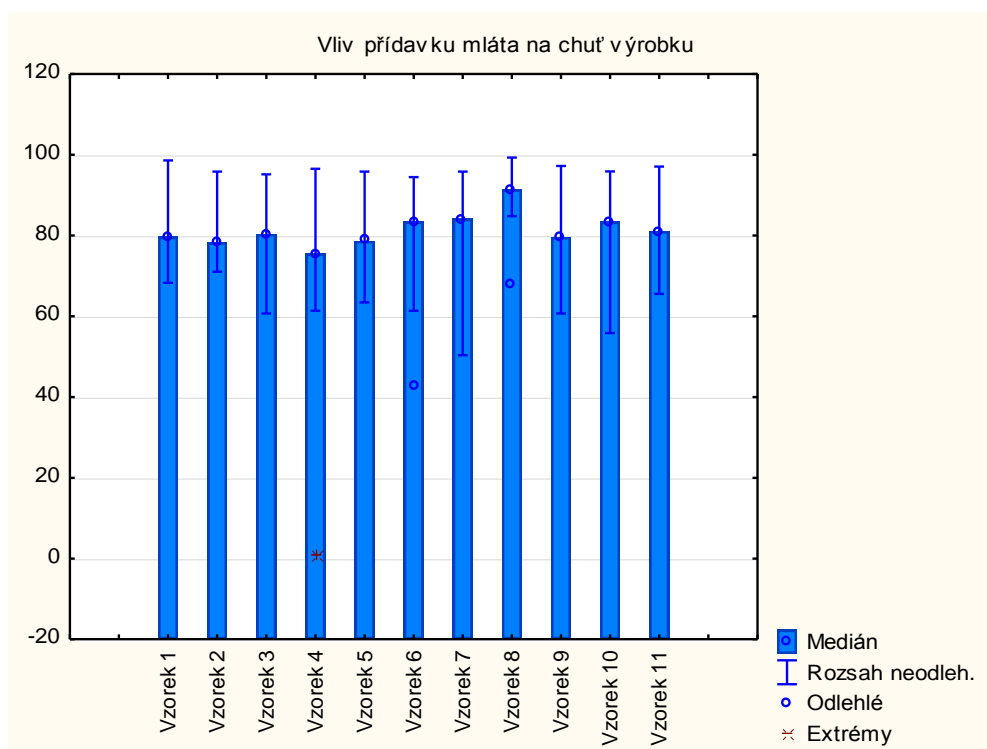


Graf č. 8 Vliv přidavku mláta na konzistenci výrobku



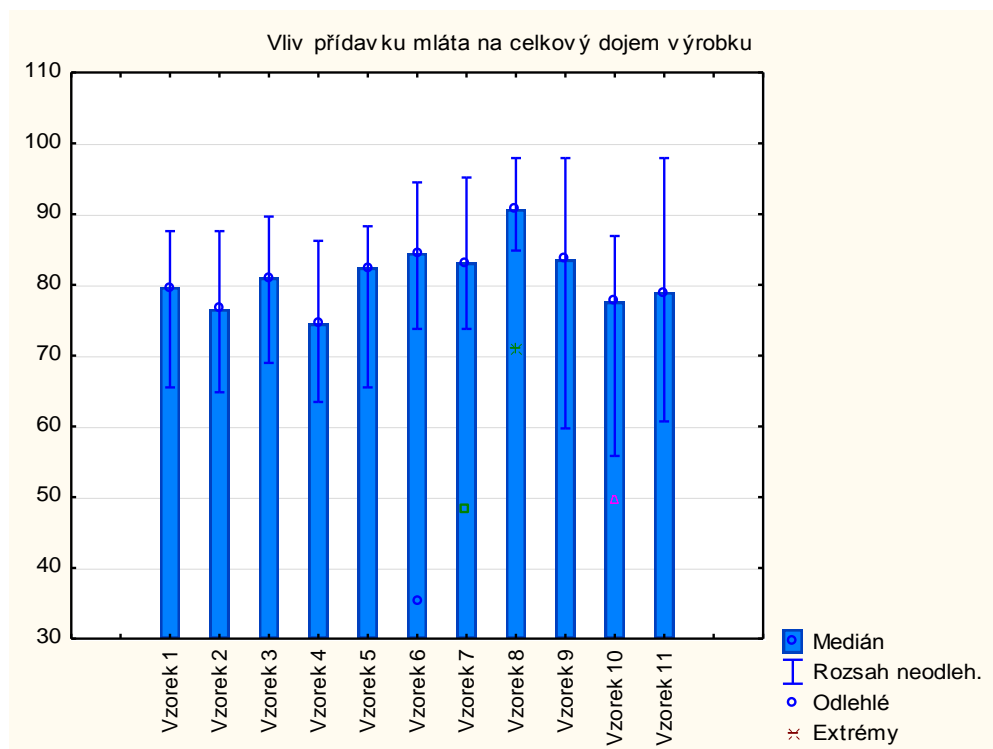
Na tomto grafu můžeme pozorovat vliv přidavku mláta na konzistenci výrobku. Konzistence je u výrobků téměř vyrovnaná, až na vzorek č. 4 a 9, které vykazují menší horší konzistenci.

Graf č. 9 Vliv přidavku mláta na chuť výrobku



Z toho grafu je patrné, že vliv přidavku mláta na celkovou chuť výrobku negativně neovlivnil výrobky. Chuť je u všech výrobků srovnatelná. Jako nejchutnější byl hodnocen výrobek č. 8, který byl vyroben z přidavkem čerstvého žitného mláta.

Graf č. 10 Vliv přidavku mláta na celkový dojem výrobku



Posledním hodnocením bylo celkový dojem výrobku. Nejlepší dojem vzbudil vzorek č. 8, který byl s přidavkem čerstvého žitného mláta. Nejmenší dojem připadá vzorku č. 4, který byl vyroben z čerstvého mláta ovesného a mláta ječného. Oproti kontrolnímu vzorku není žádný vzorek, který by vykazoval výrazně špatný celkový dojem, nebo naopak výrazně vynikající dojem.

## 5.5 Pečení z mláta na University of Bucharest

Na Univerzitě of Bucharest v roce 2014 byl proveden pokus s přidavkem mláta do pekařských výrobků. Cílem tohoto výzkumu bylo začlenit pivovarské mláto pro výrobu chleba a zhodnotit jeho přínos mláta z hlediska nutričního složení. Chleba s 5%, 10%, 15% a 20% přidavkem pivovarského mláta s cílem zvýšit nutriční hodnotu (zvýšení obsahu vlákniny, bílkovin, tuků a minerálních látek).

Cílem této studie bylo zhodnotit přínos mláta do nutričního složení pro chleba. Učinilo se tak substitucí různých úrovní pšeničné mouky za mláto (5, 10, 15 a 20%), čtyři

druhy chlebů byly získány a analyzovány za účelem posouzení celkové přijatelnost doplnění o mláta ve chlebu ve srovnání se 100% pšeničného upečeného chleba.

Zakomponované mláto do značné míry ovlivňuje obsah vlákniny. S přidavkem 5% do mouky bylo prokázáno, že obsah vlákniny se zdvojnásobí, zatímco s přidavkem 20% mláta do mouky se obsah vlákniny byl 5x vyšší, než chléb upečený bez přidavku mláta (Stojceska & Ainsworth, 2008). I když má obsah vlákniny blahodárné účinky na lidské zdraví je příjem vlákniny běžně nižší, než je doporučeno (Tungland & Meyr 2002). To znamená, že výrobky obohacené o přídavek mláta můžou být považovány za dobrý zdroj vlákniny, aby se dosáhlo potřebného denního příjmu vlákniny potřebné pro zdravou výživu (Anderson a spol. 2009).

## 6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vypracovat literární rešerši na téma vliv přídavku pivovarského mláta na kvalitu pekařských výrobků a následně provést v maloprovozním měřítku na ústavu technologie potravin experimentální pokus týkající se daného tématu. V první části jsou popsány nejpěstovanější obiloviny na území České republiky, další část je zaměřená na zpracování obilného zrna na slad, který je důležitou surovinou pro výrobu mladiny, získání mláta a následné výroby piva. Další část se věnuje právě pivovarskému mlátu, jeho celkovému využití a především využití v potravinářském průmyslu.

Byly vyrobeny výrobky s přídavkem pivovarského mláta, které byly dále vyhodnoceny. Největší hmotnost těsta měl vzorek č. 10, který měl i největší výtěžnost těsta. Srovnatelný výsledek u hmotnosti těsta byl vzorek č. 1 a 11. Vzorek č. 1 byl vyroben, jako standardní běžné pečivo. Vzorek č. 10 a 11 byly vzorky vyrobeny s přídavkem sušeného ječného mláta v pomletém stavu, což plnohodnotně nahrazuje pšeničnou mouku.

Dále byly vzorky i senzorycky hodnoceny. Po senzorycké analýze se dá konstatovat, že výrobky vyrobené s přídavkem mláta neměly oproti kontrolnímu vzorku, který byl vyroben standardně tak zvané typické běžné pečivo negativní ohlasy. Vzorky vyrobené s přídavkem mláta byly téměř srovnatelné s kontrolním vzorkem. Nejlépe byl však hodnocen vzorek č. 8, který byl vyroben s přídavkem čerstvého žitného mláta – vykazoval nejlepší vzhledové i chuťové vlastnosti. Dále nejlépe hodnocenými vzorky byly vzorek č. 10 a 11, které, byly vyrobeny ze sušeného pomletého ječného mláta.

Domnívám se, že využití pivovarského mláta v potravinářském průmyslu si najde své opodstatnění a zalíbení v jídelníčků mnoha lidí, díky právě svým chuťovým vlastnostem. Pivovarské mláto by se tak mohlo zařadit mezi složky obohacující potraviny. Přiklání bych se k využití spíše sušené formě mláta, než k čerstvé a to z takového důvodu, že výrobky ze sušeného mláta vykazovaly lepší vlastnosti, než z čerstvého. Dalším důvodem, proč využití sušeného mláta je také z hlediska skladování. Čerstvé mláto, díky svému vysokému obsahu vody podléhá rychleji degradačním účinkům, než sušené mláto. Sušené mláto by se tak i mohlo prodávat běžně v obchodě a lidé by si mohli své běžné pečivo péct i doma.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANDERSON, J.W., BAIRD, P., DAVIS, R.H. JR, FERRERI, S., KNUDTSON, M., KORAYM, A., WATERS, V., WILLIAMS, C.L., 2009. Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188-205.

AL-HADITHI, AN., MUHSEN AA., YASER, AA., 1985: *Study of the possibility of using some organic acids as preservatives for brewery by-products*. J. Agric., Water Resour. Res.

BASAŘOVÁ, G., ČEPIČKA J., 1985: *Sladařství a pivovarství*, SNTL, Praha, 256 s. ISBN 05 – 025 – 85

BASAŘOVÁ, G., et al., 1992: *Pivovarsko-sladařská analytika*. Merkanta s r.o. Praha., 388 s.

BASAŘOVÁ, et al., 2015: *Sladařství: Teorie a praxe výroby sladu*. Praha: Vydavatelství Havlíček Brain Team, 626 s. ISBN 978-80-87109-47-2.

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

BARTOLOMÉ B., FAULDS, CB., SANCHO, AL. 2002: *Mono- and dimec ferulic acid release from brewers spent grain by fungal feruloyl esterases*. *Appl. Microbil. Biotechnol.*

BULKOVÁ V., 2010: *Rostlinné potraviny*. Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno, 162 s.

DUFFUS C.M., COCHRANE M.P., 1992: *Grain Structure and Composition*. In: *Shewry P R (eds.) Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology*. CAB International Oxon.

EVERS T, MILLAR S. 2002. Cereal grain structure and development: Some implications for quality. *Journal of Cereal Science* 36: 261–284.

FILLAUDEAU L, BLANPAIN-AVET P, DAUFIN G (2006). *Water, wastewater and waste management in brewing industries*. *J. Cleaner Prod.* 14: 463- 471. Gregori

FREEMAN, PL, PALMER, GH. 1984. The structure of the pericarp and testa of barley. *Journal of the Institute of Brewing* 90: 88–94.

HANS, M. E., LUDWING, N., 2009: *Ullmans. Encyklopedia of industrial chemistry*, L.. Freiberger Brauhaus GmbH, Freiberg/Sachsen, Germany, Freising, Germany,

Dostupné na: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14356007.a03\\_421.pub2/full](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14356007.a03_421.pub2/full)  
[Cit.: 16. 4. 2016]

HARLAN, J.R.1979. On the origin of barley. In Origin, Botany, culture, winter hardiness, Genetics, Utilization, Pests. Agric. Handb. 338.US.Dept.Agr.Washington, D.C., pp. 10-36.

HERENT, M. F., VANTHOUTNHOUT, C., GIJS, L., COLLIN, S., 1997: *Influence de la composition en hétérocycles antéz de malts spéciaux sur le profil aromatique de la biere*. Brew. Conv.: Proc 26th Congress, Maastricht 1997, 167 – 174, příspěvek 20. Oxford: IRL Press., 771 p. ISBN 0 19 963690 7.

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

HRUŠKOVÁ M., KOSTELANSKÁ M., ŠVEC I., JIRSA O., 2007: Změny spotřebitelských znaků pečiva vlivem recepturního složení, Ročenka pekaře a cukráře, 2007, s. 69-80.

CHLÁDEK, L., 2007: *Pivovarnictví*. Grada Publishing, a.s., Praha, 207 s., ISBN 978 – 80 – 247 – 1616 – 9.

CHLOUPEK, O., PROCHÁZKOVÁ, B., HRUDOVÁ, E. 2005: *Pěstování a kvalita rostlin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 178 s. ISBN 80-7157-897-5s.

IKURIOR, SA., 1995: *Preservation of brewers yeasts slurry by a simple onfarm adaptable technology and its effect on performance of weaner pigs*. Anim. Feed. Sci. Technol.

KADLEC, P. a spol., 2009: *Co byste měli vědět o výrobě potravin*, Praha: VŠCHT, 536 s., ISBN 978-80-7418-051-4

KENNEDY, J. F., *Brewing—New Technologies*, C.W. Bamforth (Ed.). Woodhead

KHIDZIR, KM., NOORLIDAH, A., AGAMUTHU, P., 2010: *Brewery Spent Grain: Chemical Characteristics and utilization as an Enzyme Substrate*. Malaysian J., Sci. Oluç

KOSAŘ, K. a kol., 1997. *Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování*. In: Metodiky pro zemědělskou praxi. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských technologií, č. 3. 48 s.

KOSAŘ K., PROCHÁZKA, S. a kol, 2000: *Technologie výroby sladu a piva*, 1. vydání, Praha: VÚPS, 398 s., ISBN: 80 – 902658 – 6 – 3

KUČEROVÁ, J. 2004: *Technologie cereálií*. Skriptum MZLU v Brně: 141 s.

LINKO, M., HAIKARA, A., RITALA, A., PENTTILA, M., 1998: Recent advances in the malting and brewing industry. *J. Biotech.*, 1998, 65, 85–98.

KUNZE, W., 1996: *Technology brewing and malting*. Internat. Ed. Berlin: VLB Verlagsabteilung: 726s. ISBN: 3-921 690-34-X.

KUNZE, W., 2004: *Technology brewing and malting*. 3<sup>rd</sup> internat. Ed. Berlin: VLB Verlagsabteilung: 948s. ISBN: 3-921690-49-8.

MOUDRÝ J. a DVOŘÁČKOVÁ O., 2012: Oves by si zasloužil větší plochy, *Úroda*, 60, (3), 34-35.

MÜLLEROVÁ, M., CHROUST F., 1993: *Pečeme moderně v malých i větších pekárnách: Příručka pro pekaře začátečníky i mírně pokročilé*, ISBN 80-85644-03-7

MUSSATO, S. I., DRAGONE, G., ROBERTO, I.C., 2006: *Brewery spent grain generation, characteristics and potential applications*. *Journal of Cereal Science*.

PELIKÁN, M, et al., 1996: *Zpracování obilnin a olejnin*. 1 vyd. Brno, MZLU, 148 s. ISBN 80 – 7157 – 195 – 4.

PELIKÁN, M. et al., 1996: *Technologie kvasného průmyslu*, MZLU, Brno, 129 s. ISBN 80 – 7157 – 240 – 3

PELIKÁN, M., DUDÁŠ F., MÍŠA D., 2004: *Technologie kvasného průmyslu*. 2 vyd. Brno Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 129 s. ISBN 80-7157-578-x

PELIKÁN, M. et. al., 2010: *Zpracování obilnin a olejnin*. Brno. MZLU, 152 s.

PRUGAR J. et al., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský*, Praha, 327 s.

PŘÍHODA J., HUMPOLÍKOVÁ P., NOVOTNÁ D., 2003: *Základy pekárenské technologie, pekař a cukrář s.r.o.*, Praha, s. 363, ISBN 80-902922-1-6.

PŘÍHODA. J., SLUKOVÁ M. A DŘÍZAL J., 2013: *Chléb a pečivo*. 1. vyd. Praha: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, Jak poznáme kvalitu? ISBN: 978-80-87719-11-4

PŘÍHODA at all, 2003: *Cereální chemie a technologie*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 202s, ISBN 80-7080-530-7.

ROBERTSON JAI., ANSON JAK, TREIMO J., FAULDS CB., at all., 2010: *Profiling brewer's spent grain for composition and microbial ecology at the site of production*. *LWT-Food Sci. Technol.*

SCHMITT, M. R., & SKADSEN, W. R., & BUDDE, D. A., 2013: Protein mobilization and malting-specific proteinase expression during barley germination. *Journal of Cereal Science*. 58: 324 – 332.

SKOUPIL, S. TVRZNÍK, K. 1989: Laboratorní příručka pro pekárny, cukrárny a pečivárny. I. vyd., Praha: SNTL, 344 s.

STOJCESKA, V., AINSWORTH, P. 2008. The effect of different enzymes on the quality of high fibre enriched brewer's spent grain breads. *Food Chemistry*, 110, 865 – 872.

STOJCESKAV, AINSWORTH P, PLUNKETT A, IBANOGLU S (2008). The recycling of brewer's processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology. *J. Cereal Sci.* 47: 469-479

TANG D, YIN G, HE Y, HU S, LI B, , LIANG H, BORTHAKUR D (2009). Recovery of protein from brewer's spent grain by ultrafiltration. *Biochem. Eng. J.* 48: 1-5.

TUNGLAND, B.C., MEYER, D. 2002. Nondigestible Oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 3, 90-110.

WEYNERMANN MALT, 2013: *Weyermann® Specialty Malting Company*. Dostupné na: <http://www.weyermann.de> [Cit.: 13. 1. 2016]

WOLF – HALL, E. CH., 2007: Mold and mycotoxin problems encountered during malting and brewing. *International Journal of Food Microbiology* 119: 89–94.

ZHANG, G., LI, CH., 2010: *Genetics and Improvement of Barley Malt Quality*, ISBN: 978-3-642-01278-5

ZARNKOW, M., AREND, E., BACK, W., W., BURBERG, F., GASTL, M., HERRMANN, M., KESSLER M., KREISZ, S., 2007: *Influence of cereal Adjuncts on beer flavour and flavour stability*. *Cerevisia*, 32 (2), 110 – 119.

ZIMOLKA J., 2000: Speciální produkce rostlinná - rostlinná výroba (Polní a zahradní plodiny, základy pícninářství). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 245 s



## 8 PŘÍLOHY



*Obr. 9 Zrna na namáče*



*Obr. 10 Odkličovačka*



*Obr. 11 Vaření sladiny (příprava mláta)*



*Obr. 12 Vyslazená sladina*



*Obr. 13 Mláto*



*Obr. 14. Chmelení*



*Obr. 15 Mladina*



*Obr. 16. Mikrosladovna*



*Obr. 17 Kynuté těsto bez přídavku mláta*



*Obr. 18. Kynuté těsto s přídavkem mláta*



*Obr. 19 Klonky bez přídavku mláta*



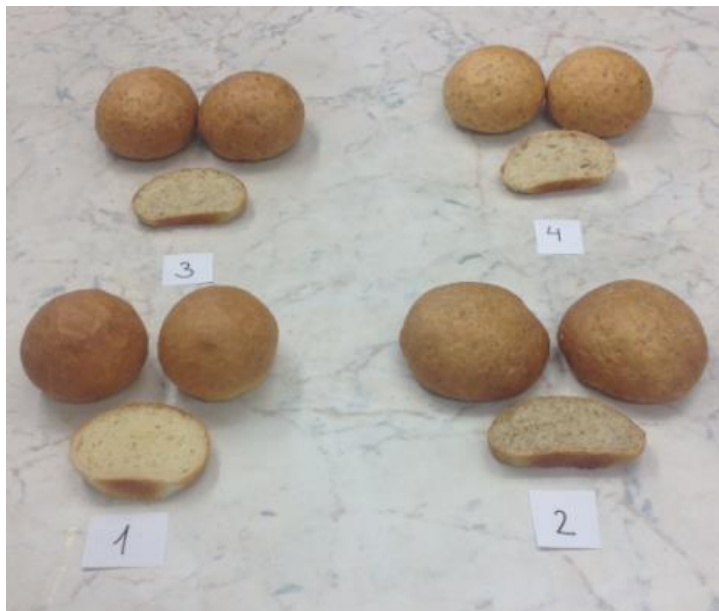
*Obr. 20. Klonky s přidavkem mláta*



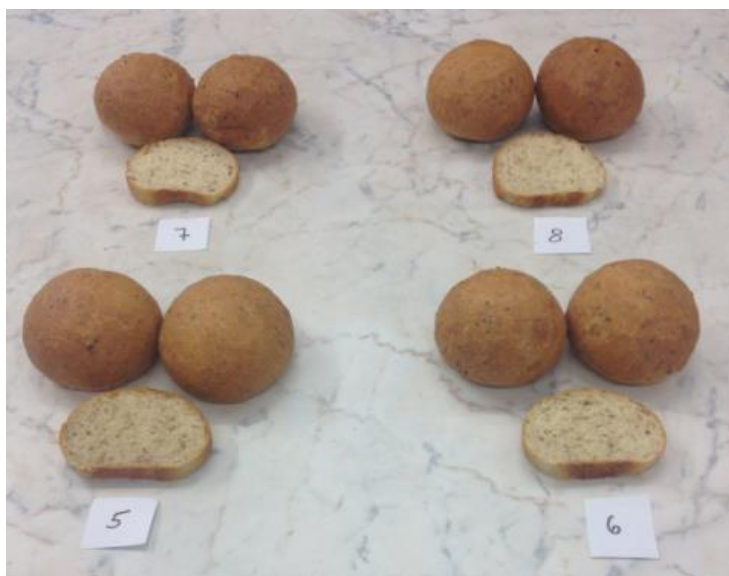
*Obr. 21 Upečené bochánky bez přidavku mláta*



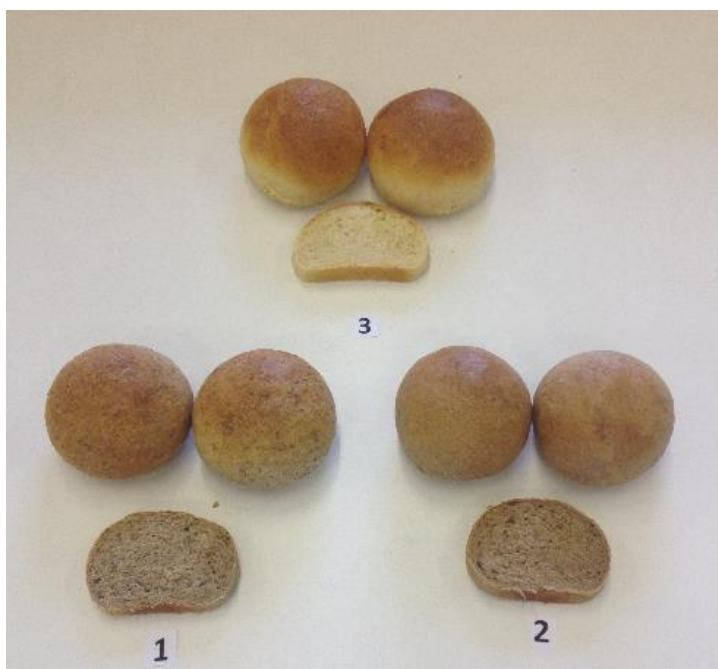
*Obr. 22 Upečené bochánky s přidavkem mláta*



*Obr 23. Jednotlivé vzorky (1-4)*



Obr. 24 Jednotlivé vzorky (5-8)



Obr. 25 Jednotlivé vzorky (9-11)



## **SEZNAM ZKRATEK**

m – metr

g – gram

cm – centimetr

ml – mililitr

% – procento

EU – evropská unie

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – zrno ječmene

Obrázek 2 – část zrna ječmene: endosperm, embryo a krycí vrstvy

Obrázek 3 – pšenice

Obrázek 4 – pluchý oves

Obrázek 5 – nahý oves

Obrázek 6 – žito

Obrázek 7 – slad plzeňský

Obrázek 8 – mláto

Obrázek 9 – zrna na namáče

Obrázek 10 – odkličovačka

Obrázek 11 – příprava mláta

Obrázek 12 – vyslazená sladina

Obrázek 13 – mláto

Obrázek 14 – chmelení

Obrázek 15 – mladina

Obrázek 16 – mikrosladovna

Obrázek 17 - kynuté těsto bez přídavku mláta

Obrázek 18 - kynuté těsto s přídavkem mláta

Obrázek 19 - klonky bez přídavku mláta

Obrázek 20 - klonky s přídavkem mláta

Obrázek 21 - upečené bochánky bez přídavku mláta

Obrázek 22 - upečené bochánky s přídavkem mláta

Obrázek 23 - jednotlivé vzorky (1-4)

Obrázek 24 - jednotlivé vzorky (5-8)

Obrázek 25 - jednotlivé vzorky (9-11)

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka č.1 Průměrné složení sušiny obilek v ječmene v %

Tabulka č. 2 Látkové složení v jednotlivých částech zrna v %

Tabulka č. 3 Výroba mláta

Tabulka č. 4 Postup během rmutování

Tabulka č. 5 Varianty pokus

Tabulka č. 6 Receptura pro přípravu těsta

Tabulka č. 7 Chemické a fyzikální parametry použitých obilovin (HTZ - hmotnost tisíce zrn, N-látky - dusíkaté látky, v.s. - v sušině

Tabulka č. 8 Výsledky analýzy piv

Tabulka č. 9 Výsledky pekařského pokusu

Tabulka č. 10 Výsledky pekařského pokusu

## **SEZNAM GRAFŮ**

Graf č. 1 Vliv přídavku mláta na tvar výrobku

Graf č. 2 Vliv přídavku mláta na barvu kůrky výrobku

Graf č. 3 Vliv přídavku mláta na vůni výrobku

Graf č. 4 Vliv přídavku mláta na pružnost výrobku

Graf č. 5 Vliv přídavku mláta na barvu střídy výrobku

Graf č. 6 Vliv přídavku mláta na snadnost ukousnutí výrobku

Graf č. 7 Vliv přídavku mláta na pocit v ústech po krátkém žvýkání výrobku

Graf č. 8 Vliv přídavku mláta na konzistenci výrobku

Graf č. 9 Vliv přídavku mláta na chuť výrobku

Graf č. 10 Vliv přídavku mláta na celkový dojem výrobku