

# **Sledování vybraných senzorických znaků u celozrnného pečiva s přídavkem vybraných cereálií**

Mgr. Lukáš Cibulka

---

Diplomová práce  
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš CIBULKA**  
Osobní číslo: **T10928**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Sledování vybraných senzorních znaků u celozrnného pečiva s přídavkem vybraných cereálií.**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Stanovení vybraných senzorních znaků u celozrnného pečiva
2. Charakterizace celozrnných a cereálních mouk a pečiva
3. Charakterizace surovin pro výrobu celozrnného pečiva
4. Technologie výroby celozrnného pečiva
5. Senzorická analýza, charakterizace, podmínky, hodnocení pečiva
6. Charakterizace metod statistických analýz pro hodnocení výsledků senzorní analýzy

### II. Praktická část

1. Vypracovat a popsat postup použitý při výrobě celozrnného pečiva, včetně surovin
2. Vypracovat a popsat metodu použitou při senzorním hodnocení pečiva
3. Vypracovat a popsat metodu použitou při statistickém hodnocení výsledků
4. Vyhodnotit výsledky, včetně grafického zpracování
5. Vypracovat diskuzi a formulovat závěr

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. DENDY, D.A.V., DOBRASZCYK, B.J. Cereals and Cereal Products, Aspen Publishers, MD., Gaithersburg 2001.
2. JAROŠOVÁ, A. Senzorické hodnocení potravin. MZLU, Brno 2001.
3. KUČEROVÁ, J. Technologie cereálií, MZLU, Brno 2004.
4. MELOUN, M., MILITKÝ, J. Statistické zpracování experimentálních dat, Plus, Praha 1994.
5. MORRIS, P. C., BRYCE, J. H. Cereal Biotechnology, Woodhead Publishing, 2002.
6. POKORNÝ, J. Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993.
7. PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. Základy pekárenské technologie, Pekař a cukrář s.r.o., Praha 2003.
8. SCANLON, M.G., ZGHAL, M.C. Bread properties and crumb structure, Food Research International, Vol. 34, p. 841 až 864, 2001.

Vedoucí diplomové práce:

**doc.MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.**  
Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

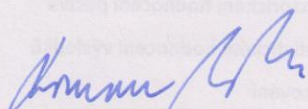
Datum zadání diplomové práce:

**11. února 2013**


Termín odevzdání diplomové práce:

**17. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*



Příjmení a jméno: Cibulka Lukáš

Obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně ..... 6.5.2013



<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Cílem práce byla snaha vyrobit a porovnat celozrnné pečivo s přidavkem vybraných cereálií, které by mohly zlepšit sensorické a zároveň výživové (obsah vlákniny) vlastnosti výrobků bez použití enzymových či zlepšujících preparátů.

Napečeno bylo celkem 45 vzorků pečiva z mouky a cereálií. Těsto bylo vyrobeno z celozrnných mouk - pšeničné, špaldové a žitné. Ke každé mouce byly přidány cereálie - pohanka, ječné kroupy nebo ovesné vločky. Napečené vzorky byly hodnoceny sensorickou analýzou. Sensorického hodnocení se zúčastnilo 15 - 20 předem zaškolených hodnotitelů ve věku 25 - 35 let. Hodnocení probíhalo prostřednictvím dotazníků, kde bylo využito lineárních profilových diagramů a bodových stupnic. Hodnotitelé vnímané intenzity jednotlivých deskriptorů zaznamenávali zaškrtnutím na stupnici.

Hodnotitelé posuzovali u předložených vzorků barvu, povrch a tvar, celkový vzhled (povrch) u kůrky a tvrdost, pórovitost, pocit v ústech po krátkém žvýkání, pocit při polykání sousta, celkovou jakost vůně, celkovou jakost chuti (dle druhu pečiva), celkový dojem u střídy.

Z výsledků je patrné, že nejlepší cereálií (nejlépe hodnocenou) přidávané do pečiva jsou ovesné vločky. Nejhorší cereálií (nejhůře hodnocenou) se pak jevila pohanka, bez ohledu na druh celozrnné mouky.

**Klíčová slova:** pšeničná celozrnná mouka, špaldová celozrnná mouka, žitná celozrnná mouka, cereálie, pohanka, ovesné vločky, ječné kroupy, sensorická analýza

## **ABSTRACT**

The aim of the thesis was an effort to produce and compare whole grain bread with additions of certain cereals, which would improve sensory and at the same time nutritive (volume of roughage) characters of the products without a usage of enzymatic or improving samples.

There was 45 samples of bread from flours and cereals baked for the experiment. A pastry made from whole grain flours – wheat, spelt and rye. Certain cereals were always added to the pastry – buckwheat, barley hulled grain, oat flakes. The baked samples were evaluated by sensory analysis. 15 – 20 earlier trained evaluators in the age of 25 – 35 years took part in the sensory analysis. Questionnaires were used for the evaluation, where a method of profile linear diagram and point scale were used. The evaluators used the point scale to express the intensity of respective descriptors.

The evaluators assessed color, surface and shape, general look (of the surface) of bread crust and hardness, porosity, feeling in the mouth after a short chewing, feeling when swallowing, general quality of the smell, general quality of the taste (according to the type of bread), general feeling with regard to the crumb.

From the information above it is apparent that the best (the highest evaluated) cereal were oat flakes. The worst (the lowest evaluated) is then buckwheat, followed closely by barley hulled grain.

**Key words:** wheat whole grain flour, spelt whole grain flour, rye whole grain flour, cereals, buckwheat, oat flakes, barley hulled grain, sensory analysis

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce paní doc. MVDr. Bohuslavě Tremlové, Ph.D., z Ústavu vegetabilních potravin VFU – FVHE v Brně za odborné vedení, dále Ing. Martině Ošťádalové za všestrannou pomoc a trpělivost při vzájemné spolupráci při měření v experimentální části.

Prohlášení:

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta



## OBSAH

ÚVOD.....	11
<b>I</b> <b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1.</b> <b>OBILOVINY</b> .....	<b>14</b>
1.1    STAVBA OBILNÉHO ZRNA .....	15
1.2    POPIS A VÝZNAM VYBRANÝCH DRUHŮ OBILOVIN .....	16
1.2.1    Pšenice ( <i>Triticum</i> ) .....	16
1.2.2    Pšenice špalda ( <i>Triticum spelta</i> ) .....	17
1.2.3    Žito ( <i>Secale</i> ) .....	18
1.2.4    Oves ( <i>Avena</i> ) .....	19
1.2.5    Ječmen ( <i>Hordeum</i> ) .....	20
1.2.6    Pohanka ( <i>Fagopyrum</i> ).....	21
1.3    PEKÁRENSKÉ TECHNOLOGIE.....	22
1.3.1    Suroviny pro pekárenskou výrobu .....	22
1.3.1.1    Mouka .....	23
1.3.1.2    Mletí mouky.....	24
1.3.1.3    Celozrnná pšeničná mouka .....	26
1.3.1.4    Celozrnná žitná mouka .....	27
1.3.1.5    Celozrnná pšeničná mouka špaldová.....	29
1.3.1.6    Voda.....	30
1.3.1.7    Droždí .....	30
1.3.1.8    Sůl .....	32
1.3.1.9    Cukr (sacharosa) .....	32
1.3.1.10    Tuky .....	33
1.3.2    Další suroviny používané v pekárenské technologii.....	34
1.3.2.1    Enzymové přípravky.....	34
1.3.2.2    Emulgátory.....	35
1.3.2.3    Chemické zlepšovací prostředky .....	35
1.4    CEREÁLIE .....	35
1.4.1    Celozrnné a vícezrnné pečivo .....	36
1.4.2    Výroba celozrnného pečiva.....	36
1.4.2.1    Příprava těsta pro výrobu celozrnného pšeničného pečiva.....	37
1.4.2.2    Příprava těsta pro výrobu celozrnného žitného pečiva .....	38
<b>2.</b> <b>SENZORICKÁ ANALÝZA</b> .....	<b>39</b>
2.1    HLAVNÍ METODY SENZORICKÉ ANALÝZY .....	39
2.2    PODMÍNKY PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ .....	40
2.3    VÝBĚR NEŠKOLENÝCH HODNOTITELŮ PRO SPOTŘEBITELSKÉ ZKOUŠKY.....	41
2.4    SENZORICKÉ HODNOCENÍ PEČIVA .....	42
<b>II</b> <b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>45</b>
<b>3.</b> <b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>46</b>
<b>4.</b> <b>METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>47</b>

4.1	POMŮCKY, PŘÍSTROJE.....	47
4.2	SUROVINY PRO VÝROBU VZORKŮ PEČIVA.....	48
4.3	PŘÍPRAVA VZORKŮ.....	48
4.3.1	Technologický postup přípravy celozrnných klonků.....	51
4.4	HODNOCENÍ PEČIVA.....	51
<b>5.</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>52</b>
5.1	SENZORICKÉ HODNOCENÍ NAPEČENÝCH VZORKŮ.....	52
5.1.1	Hodnocení kůrky pečiva – celkový vzhled.....	52
5.1.2	Hodnocení střídy pečiva – pórovitost, jakost vůně, jakost chuti, celkový dojem.....	59
5.2	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ HODNOCENÝCH PARAMETRŮ CELOZRNNÉHO PEČIVA.....	71
<b>6.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>90</b>

## ÚVOD

Pečivo (cereální výrobek) je základní potravinou v lidské výživě. Bohatý zdroj sacharidů je každodenním cenným příjmem energie pro lidské tělo [1,34]. Cereální výrobky se řadí mezi potraviny s vysokým stupněm inovace, mnohem vyšším než v kterémkoliv jiném potravinářském odvětví. Vývoj nových výrobků reflektuje požadavky spotřebitelů, ale v současné době především názory nutricionistů a lékařů a snaží se tak přispívat k řešení zdravotních problémů populace [2].

### Proč cereální výrobky?

Cereálie výrazně ovlivňují výživovou bilanci světové populace a mezi ostatními zemědělskými produkty mají výsadní postavení, a to nejenom co do masovosti spotřeby [2,23].

Vědeckými experimenty bylo prokázáno, že ta část zrna, která se původně při vymílání odstraňovala jako nevhodná, je z hlediska zdravé výživy a možné prevence civilizačních chorob velmi cenná [2].

Jako jedna ze základních potravin jsou cereálie pro světovou populaci hlavním zdrojem sacharidů, bílkovin, vitaminů (zejména skupiny B) a minerálních látek. Mimoto obsahují řadu fytochemikálií, které mohou při konzumaci stravy na bázi obilovin vykazovat příznivé zdravotní účinky [2].

Hlavním důvodem proč bychom měli dávat přednost celozrnnému a vícezrnnému pečivu před bílým, není nižší obsah energie, ale dvojnásobný až trojnásobný obsah vlákniny [3].

Vedle vlákniny nerozpustné, která příznivě ovlivňuje činnost střev, obsahuje i vlákninu rozpustnou, která působí na hladinu krevních tuků. Více vlákniny znamená nižší glykemický index, proto je toto pečivo vhodným řešením pro obézní lidi a diabetiky. Lněná nebo slunečnicová semínka představují zdroj kvalitních bílkovin a tuků s obsahem nedostatečných omega-3-nenasycených mastných kyselin. Příznivý vliv ještě umocňuje přítomnost látek zvaných lignany (patří mezi fytoestrogeny), které působí preventivně proti vzniku nádorového bujení a osteoporózy [3].

Kvalitu pečiva ovlivňuje především kvalita mouky, která přes veškerý vývoj v zemědělství a mlynářství nemá standartní parametry. Při komerční výrobě pečiva se tento faktor pekaři snaží eliminovat přidáváním různých zlepšujících přípravků, které vyrovnávají měnící se vlastnosti mouky [4]. Tyto přípravky nazýváme obecně přídatnými látkami. Dle

zákona o potravinách č. 110/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů se přídatnými látkami rozumí látky bez ohledu na jejich výživovou hodnotu, které se zpravidla nepoužívají samostatně nebo jako potravina, ani jako charakteristická potravní přísada a přidávají se do potravin při výrobě, balení, přepravě nebo skladování, čímž se samy nebo jejich vedlejší produkty stávají, nebo mohou stát, součástí potraviny [5].

Alternativní výroba pečiva s přidáváním zlepšujících přípravků nepočítá. Výroba takového pečiva je ekonomicky méně výhodná. V dnešní době však existuje tlak na výrobky především bez přídatných látek a na suroviny se zaměřením na zdravou výživu. Současně trh vyžaduje nové produkty se zajímavými chuťovými a texturními vlastnostmi [4]. Se zvyšujícím se trendem zdravé výživy se spotřebitel zaměřuje spíše na kvalitu, nikoli kvantitu u komerční výroby pečiva.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**



## 1. OBILOVINY

Obiloviny jsou nejstarší a historicky nejvýznamnější pěstované plodiny. V současnosti se pěstují téměř po celém světě, záleží především na úrodnosti půdy. Všechny obiloviny mají z nutričního hlediska podobné parametry a jsou tvořeny převážně škrobem [3].

Obiloviny se dělí podle morfologických a fyziologických vlastností do dvou skupin. První skupinu tvoří pšenice, ječmen, žito, žitovec a oves, tedy obilniny méně náročné na teplo a více na vodu, existující v jarních i ozimých formách. Obilniny více náročné na teplo a méně na vodu zastupuje kukuřice, proso, čirok a pohanka [6].

Pro lidskou výživu se přímo používá z obilovin výhradně zrno. Obiloviny (cereálie) patří botanicky mezi traviny (*Gramineae*). Téměř všechny známé obiloviny patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Výjimku tvoří pohanka, patřící do čeledi rdesnovité (*Polygonaceae*) [7].

Obiloviny tvoří ekonomicky, agronomicky a spotřebitelsky nejdůležitější skupinu plodin ve struktuře celé rostlinné výroby. V první řadě se pěstují pro zrno na výživu člověka, na výživu zvířat, ale i pro průmyslové zpracování a osivo. Jejich velkou předností je dlouhá skladovatelnost, mají vhodné chemické složení a možnost přepravy na dlouhé vzdálenosti. Do velké míry ovlivňují výživovou bilanci světové populace, čímž získávají mezi ostatními produkty výsadní postavení [8].

Kromě zajištění příjmu hlavních živin (sacharidy, bílkoviny), důležitost konzumu cereálních výrobků spočívá rovněž v obohacení stravy četnými nutričně a biologicky hodnotnými látkami, jako jsou vitaminy, popeloviny aj. Velký význam se přisuzuje balastním látkám, především vláknině, jejichž nejdůležitějším zdrojem jsou právě obiloviny. Vlákninou (potravní vlákninou) označujeme tu část potravy, jež nepodléhá rozkladu enzymy zažívacího traktu člověka [9]. Složky rozpustné vlákniny jsou štěpeny trávicími enzymy. Nerozpustná vláknina odolává působení duodenálních enzymů, dostává se do slepého a tlustého střeva, kde je metabolizována působením enzymů zde přítomných mikroorganismů [10].

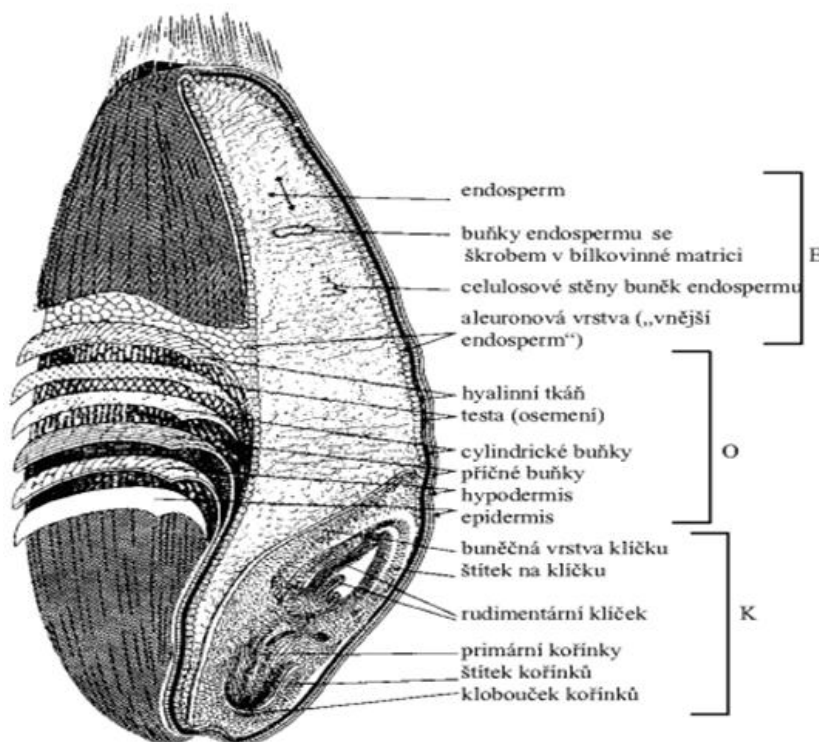
## 1.1 Stavba obilného zrna

Obilné zrna se skládá z endospermu, klíčku a obalových vrstev (Obr. 1).

Endosperm tvoří 84 – 86 % hmotnosti zrna, tvoří jej velké buňky a obsahuje především škrob a bílkoviny. Od obalových vrstev je oddělen vrstvou aleuronových buněk, které jsou bohaté na bílkoviny, minerální látky, tuky a vitamíny. Endosperm vyživuje zárodek zrna a při zpracování tvoří podstatnou složku finálního výrobku (mouky, škroby).

Klíček tvoří zárodek nové rostliny, proto obsahuje mnoho živin. Kromě jednoduchých cukrů obsahuje bílkoviny, aminokyseliny, vitamíny (hlavně vitamíny B1 a E) a tuk. Klíček je nejmenší část obilky, od endospermu je oddělen štítkem, který obsahuje až 33 % bílkovin. Relativně vysoká koncentrace bílkovin (okolo 20 %) může být obsažena v aleuronové vrstvě a nejmenší koncentrace proteinů je v endospermu [11, 12].

Obaly jsou tvořeny několika vrstvami buněk, které chrání endosperm a klíček před vysycháním a mechanickým poškozením. Obalové vrstvy jsou složeny z oplodí (pericarp) a osemení (perisperm) [11].



O - část obilného zrna - mletí do otrub

E - část obilného zrna - mletí do mouky

K - část obilného zrna - odstraňovaná s klíčkem

Obr. 1: Stavba obilného zrna [2]

## 1.2 Popis a význam vybraných druhů obilovin

### 1.2.1 Pšenice (*Triticum*)



Obr. 2: Rostlina zralé pšenice [13]; Obr. 3: Obilné zrno pšenice [14]

Rod pšenice *Triticum* má několik planě rostoucích i kulturních druhů, z nichž největší význam, mají pšenice obecná - měkká (*Triticum vulgare*) a pšenice obecná - tvrdá (*Triticum durum*) [15]. Pšenice tvrdá se pěstuje v teplejších oblastech a používá se především při výrobě těstovin. Obsahuje nejméně 14 % bílkovin, má pružný a pevný lepek. Mouka z tvrdé pšenice je méně vhodná pro výrobu pečiva. U drobnějšího zrna pšenice měkké je endosperm měkkší a menší obsah bílkovin (10 až 14 %). Lepek měkkých pšenic je tmavší barvy, menší tažnosti, pružnosti a pevnosti než lepek z pšenic tvrdých. Z hlediska půdních vlastností jsou pro pšenici obecnou nejlepší černozemě a hnědozemě s neutrálním pH v teplejších oblastech. Měkká pšenice se používá především při výrobě trvanlivého pečiva [15, 16].

Pšenice je světově nejrozšířenější obilovinou pro pekařské využití. O jejím nesmírném významu není jistě pochyb a bez nadsázky ji lze označit za strategickou surovinu. Její význam ještě více vzrostl během posledního století. Pšenice má zcela mimořádnou kvalitu bílkovin, které jsou schopny vytvořit nakypřenější strukturu a vyšší klenbu pečeného výrobku než bílkoviny z kterýchkoliv jiných obilovin. Tato vlastnost byla příčinou značného rozšíření oblastí pěstování pšenice [17].

Z důvodu zvýšení odolnosti rostlin při pěstování se dnes mnoho druhů pšenic geneticky upravuje. Dalším důvodem je zvýšení základních obsahových látek, ale i např. antioxidantně významných barviv. Genetická úprava pšenice začala být běžná na konci devadesátých let dvacátého století. Je obecně snahou nechat si procesy genetické úpravy plodin patento-

vat. Je pravděpodobné, že v budoucnu se budou takto geneticky upravené plodiny komerčně využívat [18].

### 1.2.2 Pšenice špalda (*Triticum spelta*)



Obr. 4: Rostlina zralé pšenice špaldy [19]; Obr. 5: Obilné zrno pšenice špaldy [20]

Pšenice špalda je starý nešlechtěný druh pšenice. Je považována za starou kulturní evropskou pšenici. Je výjimečná svým složením a zajímavou ořechovou chutí. Tradičně je pěstována v německy mluvících zemích. Její popularita stoupá i v České republice. Pěstuje se převážně ozimá forma. Pšenice špalda se tradičně pěstuje ve vyšších polohách. Je velmi vhodná pro pěstování v ekologickém zemědělství, protože vykazuje větší konkurenceschopnost vůči plevelům, a to díky vyššímu vzrůstu a také silnějšímu kořenovému systému [21, 22, 23].

Jedná se o pluchatý druh, který se před zpracováním musí loupát. Je méně náročná na podmínky prostředí než pšenice setá. Dobře snáší i extrémní vlhkostní podmínky a nároky na teplotu jsou nízké. Špalda má dobrou odolnost proti zimě, neškodí ji ani teplotní extrémy. Špalda má dobrou schopnost získávat živiny z půdy, ale je velmi citlivá na přehnojení dusíkem.

V osmnáctém století se na Litomyšlsku pěstovala jako surovina pro výrobu kávoviny. V první polovině dvacátého století však postupně z našich polí zmizela. V současné době plochy pšenice špaldy v ČR zaujímají kolem 1000 hektarů, zájem o ni v posledních letech souvisí především s rozvojem ekologického zemědělství [21, 22].

Zrno špaldy pěstované v ČR v podmínkách ekologického systému hospodaření se využívá i na výrobu bioproduktu. Na trhu kromě tradiční špaldy loupané najdeme také špaldo-



vou mouku a těstoviny, ale také špaldové vločky, suchary, kávu, pukance, kernotto, houbové a zeleninové špaldoto a špaldový bulgar [24].

### 1.2.3 Žito (*Secale*)



Obr. 6: Rostlina žita [25]; Obr. 7: Obilné zrno žita [26]

Žito seté (*Secale cereale* L.) patří k našim tradičním obilovinám. Používá se především v potravinářství k výrobě chleba a speciálních druhů pekařských výrobků, dále v krmivářském, technickém (výroba bioetanolu) i farmaceutickém průmyslu. Žito se pěstuje ve formě ozimé a jarní, v České republice se pěstuje pouze forma ozimá [2].

Žito patří mezi odolné a nenáročné rostliny pěstované obvykle v chladných oblastech s drsnějším klimatem. Žito dobře roste i ve vyšších nadmořských výškách a relativně suchých oblastech. Z agronomického hlediska se u žita vysoce cení tolerantnost k horším ekologickým podmínkám, dále zimuvzdornost, mrazuvzdornost, suchovzdornost, nenáročnost na předplodinu, fytosanitární účinek a snášenlivost ke kyselým půdám. Tato vlastnost vyniká právě u žita nad všechny ostatní obilní druhy. Žito také snese obilní předplodinu s nejmenším snížením výnosu a při obilních sledech působí jako sanitární přerušovač. V porovnání s pšenicí má zrno žita pevnější obalové vrstvy a endosperm, proto se obtížněji mele [2, 15, 27].

Žitné zrno obsahuje převážně sacharidy škrob (69 až 81 %), dále sacharózu (3 %), bílkoviny (8 až 10 %), tuky (0,7 až 1,4 %), vlákninu (0,1 až 0,9 %), vitaminy řady B a popeloviny (0,5 až 1,7 %) [3, 28].

Pěstování a produkce žita nedosahuje významu pšenice. Žito se pěstuje zejména v zemích s tradicí žitného pečiva (Česká republika, Německo, Rakousko, Polsko). Produkce žita a žitných mouk v České republice klesá [3].



#### 1.2.4 Oves (*Avena*)



Obr. 8: Rostlina ovsa [29]; Obr. 9: Ovesné vločky [30]

Oves patří mezi mladší obilniny. Nejrozšířenější je oves setý (*Avena sativa*), jehož nevýhodou je pluchatost. Před konzumací musí být odstraněny pluchy. Tento problém odpadá při pěstování ovsa nahého (*Avena nuda*), jehož obilky se při výmlatu lehce uvolňují z pluch [31].

Oves v porovnání s ostatními obilovinami má nejvyšší obsah tuku (asi 7 %) s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin, dále vysoký obsah bílkovin (13 až 16 %), minerálních látek, vitaminů skupiny B a nejvyšší výživnou hodnotu při nízkém obsahu sacharidů (škrob 40 až 55 %) [9].

Oves se v potravinářství využívá především při výrobě ovesných vloček. Oves se čistí, zbavuje příměsí a nečistot a postupuje do vertikálního loupacího stroje, kde se zbavuje pluch a dále do speciálního odíracího stroje k odstranění vousku. Takto vzniklá ovesná rýže se po rozměrovém a vzduchovém třídění kondicionuje (suší) a pak napařuje nízkotlakou parou při teplotě až 100 °C pro odstranění hořké chuti. Při této hydrotermické úpravě dochází k hlubokým biochemickým změnám, kdy se denaturují bílkoviny, částečně hydrolyzuje škrob a inaktivují enzymy, zejména lipolytické. Po úpravě vlhkosti postupuje oves do vločkovací válcovací stolice, kde dostávají vločky konečný tvar. Po sušení a chlazení se vločky třídí a balí [9].

### 1.2.5 Ječmen (*Hordeum*)



Obr. 10 Rostlina ječmene [32]; Obr. 11: Ječné kroupy [33]

Ječmen setý (*Hordeum vulgare*) je jediným kulturním zástupcem rodu ječmen (*Hordeum*). Ječmeny jsou jednoleté nebo víceleté rostliny. Květenstvím je klas, plodem obilka [34]. Ve většině zemí Evropy je spotřeba ječných produktů velmi nízká a téměř výhradně je zde zpracováván ječmen pluchatý [35].

Pro výrobu jedlých mlýnských výrobků z ječmene se používají jednak klasické stroje, běžné v obilních mlýnech a také zcela speciální zařízení pouze pro zpracování ječmene [7].

Ječmen se zpracovává ve mlýnech hlavně na kroupy a v menší míře i na mouku a ječnou krupici [9]. Ječné kroupy jsou zpracovávány na druhy malé, střední, velké, dále krupky – lámanka a perličky [35].

V minulosti byly významnou složkou potravy. Používaly se běžně jako zavářka do polévek, jako příloha k masitým jídlům, často i jako samostatný pokrm [9].

Technologie výroby ječných krup spočívá v čištění a přípravě zrna a následném zpracování v několika stupních. Ze zásobníků je ječmen veden přes automatickou váhu k rozměrovému třídění na aspirátoru, kde se oddělí příměsi a nečistoty větší a menší než zrno a lehčí než zrno. Na gravimetrickém třídícím stole – odkaménkovači se odstraní minerální nečistoty (kaménky, hlína aj.) a vytřídění příměsí a nečistot je dokončeno na triérové stanici, kde se vytřídí kulovatiny a příčné zlomky ječmene. Pak následuje loupání na hrubém smirkovém kameni, kde dochází k odstranění špičky a intenzivně se naruší přirostlé pluchy. Nakonec se kroupy leští na loupáčkách s nižší obvodovou rychlostí. Třídění krup podle velikosti se provádí na žejbrech s kruhovými otvory [9].

### 1.2.6 Pohanka (*Fagopyrum*)



Obr. 12: Rostlina pohanky [36], Obr. 13: Zrno pohanky [37]

V současné době představuje pohanka atraktivní plodinu pro své nutriční a dietetické vlastnosti. Vzhledem k velmi příznivému složení – bílkoviny, sacharidy, tuky, vláknina i minerální látky se nachází ve vhodném poměru, má pozitivní vliv na lidský organismus, posiluje imunitní systém. Loupaná pohanka je lehce stravitelná, vhodná k dietetickým účelům, zvláště při cévních obtížích, zvyšuje pružnost cévních stěn, reguluje srážlivost krve a obsah cholesterolu. Obsahuje rutin (vitamin P), který je považován za významný antiaterosklerotický faktor. Je vhodná pro bezlepkovou dietu, doporučuje se i u vředových onemocnění [3].

Obtíže při zpracování vyplývají z tvaru zrna, z trojboké nažky, kdy při loupání vzniká velký podíl neoloupaných nažek a velký podíl drtě [9]. Technologický postup zpracování zahrnuje: čištění (odstranění příměsí a nečistot), hydrotermickou úpravu, která probíhá v napařovacím šneku, kde dochází k provaření zrna s následným sušením. Přitom se snižuje soudržnost obalových vrstev s endospermem, endosperm se zpevní, takže se při loupání méně drobí, zvyšuje se výtěžnost a dochází ke snížení nepříjemné hořkosti. Dále třídění zrn podle velikosti na 4-6 frakcí, loupání, každé frakce samostatně. Nastavením vhodné spáry mezi brusnými kotouči podle velikostní frakce se docílí dobrého oloupání, sníží se odpad a zvýší výtěžnost. Pak následuje úprava krup a rozdělení produktů loupání. Výtěžnost je 65-70 % krup [3].

Loupaná pohanka je světle hnědá až hnědá, na lomu jasně bílá. Chuť je slabě nahořklá, charakteristická pro pohanku. Používají se kroupy, příp. mouka pro přípravu kaší, lívanců, do polévek jako zavářka a také se používá jako příkrm k jídlům [3].

### 1.3 Pekárenské technologie

Společnými charakteristikami pekárenských výrob jsou použita hlavní surovina a použité koloidně, koloidně-chemické, biochemické a chemické technologické prostředky k dosažení dobře stravitelného a pokud možno sensoricky (organolepticky, smyslově) přijatelného a lákavého výrobku [38].

Hlavní surovinou je pšeničná mouka nebo krupice a u chlebových výrobků také žitná mouka. Podstatou změn, kterými se během technologických procesů dosahuje výsledné požadované kvality výrobku, jsou (kromě těstovin) procesy vedoucí k nakypření struktury výrobku, chuťová a vzhledová úprava surovin. Nakypření znamená vytvoření systému, který z koloidně chemického hlediska klasifikujeme jako pěnu, tedy dispersi plynu v polotuhé nebo polotekuté látce. V praktické technologii tedy jde o vpravení a udržení rozptýlených bublinek plynu (tzv. disperzní fáze) v souvislé struktuře gelovité látky tvořené složkami těsta (tzv. disperzní prostředí). V praxi se nakypření zajišťuje třemi základními způsoby:

1. biologicko-biochemickým (tj. živými mikroorganismy, např. droždím), nejčastější kypření těst (chlebová těsta, jemné pečivo),
2. chemickými prostředky - kypření tuhých perníkových těst a těst s vyšším obsahem tuku (linecká těsta),
3. fyzikálními metodami mechanicky, mechanicko-termicky – piškotová a sněhová těsta [38].

K žádoucím chuťovým a vzhledovým změnám dochází při tradičních technologických postupech především v důsledku působení mikroorganismů během zrání a kynutí a v důsledku reakcí, které probíhají při pečení. U některých moderních technologií výroby netradičních výrobků (extrudovaných, pufovaných, fritovaných) a u některých zahraničních technologií výroby pečiva fáze zrání a kynutí těsta buď zcela odpadá, nebo je zredukována. Chuťových efektů se v tom případě dosahuje hlavně změnami, které probíhají v materiálu při vysokých teplotách zpracování, příp. ochucovacími přísadami [38].

#### 1.3.1 Suroviny pro pekárenskou výrobu

Základními surovinami pro pekárenskou výrobu jsou mouka, voda, sůl a droždí. Pomocnými surovinami jsou cukr, tuky, mléčné produkty, vejce, chemická kypřidla.

V současné technologii se používá celá řada zlepšovacích přísad jako oxidantů, emulgátorů, enzymů, látek vážících vodu (přírodní hydrokoloidy a modifikované škroby), ochucovacích a aromatizujících látek (kmín, fenykl a anýz, koncentrát ze žitných kvasů), barvicích látek (karamel, cikorka). Tyto látky bývají kombinovány do připravených zlepšovacích směsí pro jednotlivé druhy výrobků. Pro speciální výrobky se rovněž používají různé druhy semen (slunečnice, mák, lněné semínko, různé druhy ořechů) [3].

Díky zvyšování pozornosti na výživu člověka se celozrnné pečivo dostává do popředí. Celozrnné pečivo je důležitým zdrojem živin a ochranných složek. Rostoucí počet chutných a dostupných celozrnných výrobků a ochota spotřebitele je konzumovat, může mít příznivý vliv na zdravotní stav obyvatel.

Celozrnné pečivo musí podle zákona o potravinách obsahovat minimálně 80 % celozrnných mouk z celkové hmotnosti pečiva. Pokud je ve složení uvedena na prvním místě hladká mouka a celozrnná až na druhém nebo třetím, nejedná se o celozrnný výrobek (výrobce všech druhů potravin musí uvádět suroviny ve složení podle množství tak, že na prvním místě je vždy ta, které bylo použito nejvíce) [39].

### **1.3.1.1 Mouka**

Mouka je univerzální surovina pro výrobu celého pekařského sortimentu [3]. Získává se mletím obilovin a následnou úpravou získaných šrotů a krupic [15]. Ve většině těst tvoří 60 i více % z jejich hmotnosti. Za základní považujeme jen mouky pšeničné a žitné o různém stupni vymletí (obsahem popela). Mouky vymleté z jiných obilnin, luskovin nebo jiných plodin jsou považované jen za přísady (mouka kukuřičná, ječná, sójová, bramborová a další) [3].

V pekárenské praxi jsou běžné termíny silná a slabá mouka. Silné jsou mouky, které dávají pevná, pomalu zrající těsta a jsou schopné vázat hodně vody, mají vysokou vaznost. Mají však nízkou aktivitu enzymů, proto jsou škrob a bílkoviny v těstech jen nepatrně odbourávány. Takové mouky mají zpravidla vysoký obsah lepku, těsto však bývá často tuhé. Chceme-li dosáhnout určitého změknutí těsta, nutného pro další zpracování, musíme je nechat déle zrát. Slabé mouky mají opačné extrémní vlastnosti, jejich představitelem je mouka z porostlého obilí. Těsta z nich vyrobená se roztékají, jsou měkká, vážou málo vody a rychle kvasí [11].



Typ mouky je číselné označení, jehož hodnota je tisíckrát větší než průměrný obsah popelovin (v procentech) v sušině mouky. Např. mouka s obsahem popelovin 0,650 % je označována jako typ 650 (T 650). Pro obsah popelovin však platí určitá spodní a horní hranice. Uvedený typ má hranici popelovin v sušině od 0,600 do 0,750 % [15].

Technologický postup výroby celozrnného pečiva je totožný s výrobou běžného pečiva, rozdíl je jen v použité mouce, která má u celozrnného pečiva vyšší stupeň vymletí. Čerstvá mouka bezprostředně po semletí není vhodná pro pekárenské zpracování. Takovou mouku je nutno skladovat 1 až 3 týdny za předepsaných podmínek, aby nabyla požadovaných vlastností [40].

### **1.3.1.2 Mletí mouky**

V mlýnské technologii se v současnosti používají dva základní postupy:

- a) mletí na vysoko při mletí pšenice (získáme maximální množství krupic, které se dále čistí, luští a vymílají),
- b) mletí na plocho při mletí žita (chceme získat maximální množství mouky) [11].

Proces mletí pšenice dělíme do tří základních etap:

1. šrotování – šetrné otevření zrna, oddělení endospermu od obalových vrstev,
2. luštění krupic – drcení vytříděných a vyčištěných krupic,
3. vymílání – drcení částic čistého endospermu na požadovanou granulaci [3].

Při mletí na vysoko (mletí pšenice) se zrno nejprve otevírá, aby se získaly hruběji granulované částice se značným podílem endospermu a malý podíl mouky. Druhá etapa je luštění krupic, které se provádí na jemně rýhovaných, nebo hladkých válcích. Poslední etapou je vymílání krupic, které se provádí na hladkých stolicích [11].

V současných technologických postupech je zařazeno zpravidla 5 šrotových, 4 - 5 luštících a 6 a více vymílacích pasáží. Z každé z nich získáváme jednu nebo více pasážních mouk, které se hlavně podle obsahu popela a granulace míchají na obchodní druhy mouk [3].

Mletí žita „na plocho“ je prováděno tak, aby se získal maximální podíl mouky z každého chodu. Při posuzování technologického efektu mlýna se vychází ze dvou veličin, výtěžku mouky a obsahu popela v mouce [11].

Technologie mletí žita je jednodušší. Technologický proces zahrnuje 4 až 5 šrotů a 1 – 2 krupičné pasáže bez čištění. Žitný endosperm snáze přijímá vodu, proto je třeba pracovat s nižší vlhkostí (14 – 15 % před 1. šrotem) a kratším odležením. Žitné zrno má větší soudržnost obalových vrstev s endospermem, proto se jádro hůře odděluje. Mletí je násilnější, pracuje se s většími přitlaky se snahou z každé pasáže získat co nejvíce mouky [3].

Výsledkem mlecího procesu jsou:

1. výrobky jedlé (mouky, krupice, krupičky) - jejichž podíl z pšenice činí asi 72 – 73 %,
2. výrobky krmné – tvořené výrobními zbytky z obalových vrstev zrna (mouky krmné, otruby a obilní klíčky) zhruba 27 % [3].

Pro výrobu celozrnné mouky v konvenčních mlýnech určených pro výrobu bílé mouky je zapotřebí přidat důležitý technologický krok, a to rozemílání pšeničných otrub na odpovídající granulaci v diskových nebo kladívkových mlýnech. Třetí alternativou pro mletí celozrnné pšeničné mouky jsou mlýny kamenné. V každém z uvedených typů mlýna se otruby rozemílají poněkud jiným způsobem a rovněž vzhled mouky je rozdílný. Při mletí na kamenech se získávají větší částice otrub a získaná mouka má světlejší barvu. V kladívkovém mlýně jsou produkovány malé fragmenty otrub, které vytvářejí tmavší vzhled mouky. V diskových mlýnech jsou otruby řezány a vzhled mouky je možno regulovat podle stupně jemnosti otrub. Řada lidí preferuje mouku mletou na kamenech, protože podle jejich názoru dodává chlebu "ořechovou" příchut'. Při mletí na kamenech se vytváří značné množství tepla a dochází k mírné oxidaci, což se projeví určitým zlepšením chuti a aromatu mouky [41].

Druh mouky je mlýnský výrobek určitého složení, vyrobený podle předepsaného technologického postupu. V jeho názvu bývá často uvedeno určení nebo vlastnost mouky, např. pšeničná mouka pekařská Speciál, žitná mouka chlebová, pšeničná mouka celozrnná apod. [15].

Celozrnná mouka je definována jako mouka, která byla rozemleta z celých zrn a proto má větší obsah vlákniny, což se projevuje tmavší barvou celozrnné mouky. Je biologicky hodnotná, ale pro vyšší obsah vlákniny hůře stravitelná [42].

Celozrnná mouka se liší od bílé tím, že je zpracováno a mleto celé vyčištěné zrno obilovin. Nejsou odstraňovány obalové vrstvy a klíček, které obsahují největší množství cenných látek (vitamíny, minerály, kvalitní tuk) a vlákniny [43].

Pokud se mouka mele z celého zrna jako v minulosti, je mnohem výživnější. Obsahuje vyšší množství vitamínů a minerálních látek. Celé zrno obsahuje tzv. polysacharidy neboli složité cukry, které se uvolňují do krve pomalu a postupně během celého zažívání. U celozrnné mouky je nevýhoda, že se rychleji kazí. Mouka rychleji žlukne na světle a při vyšších teplotách [44].

### 1.3.1.3 Celozrnná pšeničná mouka



Obr. 14: Celozrnná pšeničná mouka [45]

Dle vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb., zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů musí mít celozrnná mouka pšeničná obsah popela max. 1,90 % v sušině [5].

Čerstvě semletá mouka není vhodná pro pekárenské zpracování, proto se musí nechat 14-21 dnů dozrát. Před vlastním zpracováním se mouka předežívá a prosévá. Předežívání se provádí tak, že mouka se přemístí před zpracováním do temperovaných prostor s teplotou cca 20 °C po dobu 24 hodin, kde se mouka kypří a obohacuje kyslíkem pro rozvoj kvasinek [11].

Celozrnná pšeničná mouka obsahuje, stejně jako všechny obiloviny, nejvíce sacharidů a je významným zdrojem nerozpustné vlákniny (Tab. 1).

Chléb vyrobený z celozrnné pšeničné mouky obsahuje v porovnání s bílým chlebem několikanásobný obsah výživných látek. V celém zrně pšenice se nacházejí všechny potřebné živiny – včetně vlákniny. Sacharidy tvoří až 62 % zrna. Většinou se vyskytují ve formě škrobu a jen asi 1 až 2 % tvoří jednoduché cukry. Navíc pšeničné zrno obsahuje

antioxidanty, které významně přispívají k prevenci rakoviny tlustého střeva, cukrovky a srdečních onemocnění [54].

Tab. 1: Chemické složení celozrnné pšeničné mouky

Nutriční látky	Obsah [g]
bílkoviny	13,7
sacharidy	72,6
z toho cukry	0,4
tuky	1,9
z toho nasycené MK	0,3
vláknina	12,2
sodík	0,005
<b>Kalorická hodnota/energie (na 100g)</b>	<b>1418 kJ/339 kcal</b>

Mouka pšeničná a žitná se liší především rozdílným složením, což ovlivňuje použitelnou technologii při výrobě chleba a pečiva. Hlavní rozdíl mezi oběma moukami je v rozdílných vlastnostech bílkovin. Pšeničná mouka má menší množství zkvasitelných cukrů, má rovněž obvykle méně enzymů, proto se do ní přidávají ve formě různých zlepšovacích přípravků [11].

#### 1.3.1.4 Celozrnná žitná mouka



Obr. 15: Celozrnná žitná mouka [47]

Dle vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb., zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů musí mít celozrnná mouka žitná světlá (výrazková) obsah popela max. 0,65 % a žitná tmavá (chlebová) obsah popela max. 1,10 % v sušině [5].

Před použitím čerstvě semletá žitná mouka zraje rovněž 14 - 21 dnů. Proces prosévání a předehřátí probíhá stejně jako u mouky pšeničné v temperovaných prostorách při teplotě 20 °C po dobu 24 hodin [11].

Žitné mouky se používají především na výrobu chleba a speciálních druhů pekařských výrobků. Dříve tvořily významnou součást do perníkových těst, dnes se při výrobě perníku používají jen výjimečně [15]. Žitné mouky se však přidávají především k mouce pšeničné, protože těsta ze žitných mouk jsou velmi lepivá a hůře se zpracovávají [48].

Celozrnnou mouku žitnou lze přidávat jako příměs do bílé mouky anebo jí bílou mouku zcela nahradit. Pečivo z takové mouky je sytější a vyznačuje se delší přirozenou trvanlivostí [43].

Tab. 2: Chemické složení celozrnné žitné mouky

Nutriční látky	Obsah [g]
bílkoviny	14,0
sacharidy	68,7
z toho cukry	1,0
tuky	2,7
z toho nasycené MK	0,3
vláknina	22,6
sodík	0,001
<b>Kalorická hodnota/energie (na 100g)</b>	<b>1356 kJ/324 kcal.</b>

Žitná bílkovina je odlišná od pšeničné a není schopna vytvořit samostatnou souvislou prostorovou strukturní síť, která je nosnou kostrou pšeničného pečiva. Žitné pentosany spolupůsobí při vázání vody již za normální teploty při hnětení a při tvorbě střídy hotového výrobku i škrob [3]. U žitné mouky škrob lépe bobtná, má více amylopektinu a méně amylosy, která zpětně retrograduje a je příčinou tvrdnutí chleba. Žitné slizy mají velkou bobtnací schopnost a poutají vlhkost ve střídě [11]. Chemické složení žitné mouky uvádí (Tab. 2).

Celozrnná žitná mouka díky složení blahodárně působí na činnost střev, proti zácpě a hemeroidům. Při mletí mouky nejsou odstraňovány obalové vrstvy a klíček, které obsahují největší množství cenných látek (vitamíny, minerály, kvalitní tuk) a vlákniny [43].

Kromě zvýšení obsahu minerálů a nerozpustné vlákniny přidáním žitné celozrnné mouky do pečiva, dojde ke zvýšení obsahu rozpustné vlákniny - rozpustné části hemicelulóz (žitné slizy) na bázi pentosanů [48]. Žitné slizovité látky chrání sliznici žaludku a zpomalují hydrolýzu polysacharidů. Tím nedochází k prudkému nárůstu hladiny cukru v krvi jako při konzumaci nízkomolekulárních sacharidů. Hladina cukrů v krvi je udržována rovnoměrně po dobu až 6 hodin, takže nedochází k pocitu hladu [49].

Ve srovnání s pšenicí poklesla výrazně produkce jedné z dříve hlavních evropských plodin – žita. Je pěstováno hlavně v zemích Střední Evropy (Německo, Polsko, Česká republika, Rakousko) [38].

### 1.3.1.5 Celozrnná pšeničná mouka špaldová



Obr. 16: Celozrnná pšeničná mouka špaldová [50]

Celozrnná mouka špaldová obsahuje 12,1 % bílkovin, 75 % sacharidů a 1,7 % tuků a také vysoké množství vitamínu B17, jenž působí preventivně proti nádorovému bujení. Kalorická hodnota/energie (na 100g): 1652 kJ/393 kcal.

Při mletí špaldového zrna nejsou odstraňovány obalové vrstvy a klíček, které obsahují největší množství cenných látek (vitamíny, minerály, kvalitní tuk) a vlákniny.

Celozrnnou mouku špaldovou lze přidávat jako příměs do bílé mouky anebo jí bílou mouku zcela nahradit. Pečivo s přidavkem špaldové mouky má výraznou chlebovou vůni, velký objem, popraskanou kůrku a výbornou (lehce ořechovou) chuť [43]. Hodí se na přípravu koláčových těst, ale i na zahušťování omáček a polévek. Špalda se využívá k výrobě těstovin (Schwaben-spätzle), špaldota (alternativa rizota) a bulguru. Ze špaldy se praží také káva bez kofeinu. Špalda se konzumuje též ve formě zelených zrn, jako tzv. grünkern neboli „zelený kaviár“ [51].

### 1.3.1.6 Voda

V potravinářské technologii se využívá několik druhů vody, jako je voda pitná, užitková, napájecí, odpadní, destilovaná, apod. [15]. Pro potravinářskou výrobu se používá pitná voda [3]. Pitná voda je bezbarvá čirá kapalina, prostá jakéhokoliv rušivého pachu, příjemné chuti, zdravotně nezávadná, která neobsahuje choroboplodné zárodky a rozpuštěné jedovaté látky [15]. Výrobní podnik musí zajistit nezávadnost vody i její kontrolu ve všech vlastních rozvodech. Jedním z ukazatelů kvality vody je její tvrdost, což představuje obsah rozpuštěných vápenatých a hořečnatých složek. Při varu za určitých podmínek jsou příčinou značných inkrustací na topném povrchu.

Voda používaná do pekařských těst by měla být středně tvrdá (normálně tvrdá s obsahem 120 - 180 ppm vápenatých a hořečnatých iontů) [3]. Při mimořádné tvrdosti vody se doporučuje buď zvýšení dávky droždí, anebo snížení dávky droždí a přidavek sladové moučky (diasta). Tvrdá voda zpomaluje fermentaci v těstě a příliš ztužuje lepek. Měkká voda dává volnější a lepkavé těsto, které vykazuje sníženou vaznost vody. Tento ukazatel může mít vliv i na vedení těst zejména kynutých droždím [3].

Je-li pH vody nižší, zrychluje se průběh zrání. Objem pečiva je větší, ale vybarvení chudší. Alkalická voda (pH nad 8) zpomaluje fermentaci, a pokud není prodlouženo zrání, dává menší objem pečiva, ale s dobrou barvou a strukturou střídy [3].

Kromě vody do těst je jí potřeba k výrobě páry. Tato voda má být co nejměkčí, aby přítomné soli nezanášely potrubí a trysky napařovacího zařízení [3]. Úlohou zapáření při pečení kondenzovaná voda rozpouští dextriny a tvoří z nich tenkou vrstvičku, dodávající vypečenému pečivu vysokého lesku. Matné pečivo je výsledkem nedostatečného vlhčení [52].

### 1.3.1.7 Droždí

Podstatou droždí jsou lisované kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, rasy droždářenské, vyrobené lihovým kvašením sladin připravených z melasy, přiměřeného množství dusíkatých a fosforečných živin a za intenzivního působení vzdušného kyslíku [15].

Podstata použití droždí spočívá v tom, že kvasinky vytvářejí svou životní činností (zkvašováním cukrů) také oxid uhličitý, který těsto, a tím i hotový výrobek, kypří [15].

Po celý průběh zrání a kynutí těsta je důležitá aktivita droždí, která se sleduje buď prostřednictvím objemu uvolněného CO<sub>2</sub>, nebo z nárůstu objemu těsta [3].

**Čerstvé lisované droždí** je z ekonomických důvodů nejvíce používané. Vyrábí se v liberkách hmotnosti 500 a 1000 g. Může obsahovat až 74% vody. Je nutné je uchovávat bez přístupu světla a v chladu 4 - 6 °C, protože jinak ztrácí velice rychle svou aktivitu. Má omezenou trvanlivost (7 - 28 dnů). Pro trvanlivost jsou důležité podmínky během distribuce a skladování, neboť velmi rychle podléhá hnilobným procesům (míra zachování aktivity je ovlivněna teplotou při skladování) [3].

**Granulované droždí** se dodává pro velkoodběratele v pytlích, většinou o hmotnosti 25 kg. Od lisovaného droždí se liší jen v konečné úpravě a ve způsobu manipulace. Lze s ním snadno manipulovat při vážení nebo automatickém dávkování. Vzhledem k velkému povrchu je velmi citlivé na styk se vzdušným kyslíkem [3].

**Aktivní sušené droždí** se vyrábí ve formě granulí nebo kuliček. Je plněno v dusíkové atmosféře nebo ve vakuu. Má delší trvanlivost; při pokojové teplotě vydrží několik měsíců. Od lisovaného droždí se liší nižší vlhkostí, která se pohybuje od 7,0 - 9,0 %. Před použitím je nutná jeho aktivace ve vodě (v pětinasobku vody o teplotě 35 - 42 °C, min. 15 minut). Poměr dávkování sušeného aktivního droždí ku droždí lisovanému je 1 ku 2 - 2,5. Při porovnání sušiny droždí je aktivita sušeného droždí nižší [3]. Aktivní sušené droždí je odolné vůči teplu, což je vlastnost, která je velmi ceněna v regionech s klimaticky nepříznivými podmínkami (vysoké teploty a zvýšená vlhkost vzduchu) [53].

**Instantní sušené droždí** má tvar drobných jehliček o průměru 0,4 mm, jež jsou porézní. Obsahují emulgátor, čímž silně poutají vodu. Toto droždí se předem neaktivuje (nemáčí se ve vodě, ani se nemíchá s moukou), ale přidává se do těsta přímo během hnětení. Je vakuově baleno. Instantní sušené droždí má větší fermentační účinky než aktivní sušené droždí [3].

**Tekuté droždí** je proprané kvasničné mléko získané fermentací při výrobě zásilkového droždí. Obsahuje 82 až 84 % vody a má mírně kyselou reakci. Jeho použití má šetřit čas, energii a obalový materiál potřebný při filtraci, homogenizaci, lisování a balení liberkového droždí [15].



### 1.3.1.8 Sůl

Jedlá sůl je definována jako krystalický produkt obsahující nejméně 97 % chloridu sodného v sušině, případně obohacená potravním doplňkem (jódem, jódem s fluórem nebo jinými látkami, které nemusí být výhradně minerály) [3]. Sůl je pro lidský organismus nezbytná z důvodu tvorby žaludečních šťáv nutných pro trávicí pochody [15].

V pekárenské technologii se sůl používá nejen jako chuťová přísada (v množství 1 - 2 % na hmotnost mouky), ale i jako regulátor důležitých technologických procesů. Přídavek soli má vliv na reologické vlastnosti těsta, ztužuje konzistenci lepkové bílkoviny, ale současně snižuje vaznost mouky. Zároveň se prodlužuje doba vývinu těsta [3].

Na druhou stranu činí těsto tužším. Brzdí veškeré enzymatické a tedy i kvasné procesy. Přídavkem soli se snižuje aktivita kvasinek, což se projeví snížením produkce CO<sub>2</sub>, a tudíž pomalejším průběhem zrání. Proto se přidává do kvasných předstupňů, kde se vyžaduje intenzivní kvašení, ale až do těsta [3].

Do těsta se používá sůl jemně mletá, obvykle v roztoku recepturní vody, hrubé krystaly se používají převážně ke zdobení výrobků. Pro rychlé rozpouštění byla vyvinuta speciálně krystalovaná sůl, připravovaná modifikovanou krystalizací za vakua. Tímto způsobem se získají shluky jemných krystalků, které jsou mezi jednotlivými mikrokrystalky porézní, a proto mají velký povrch. Důsledkem je jejich rychlé rozpouštění, ale i menší tvrdost. Používají se i pro zdobení povrchu pečiva [3].

### 1.3.1.9 Cukr (*sacharosa*)

Pro běžné použití je obchodně dodáván cukr jako krystal, krupice nebo moučka. Kromě bílého cukru je pro výrobní spotřebu nabízen i cukr v různém stupni vyčištění, který neprošel celou rafinací a má barvu v různé míře žlutohnědou. Z ekonomických důvodů se někdy dodávají a zpracovávají cukerné sirupy [3].

Cukr nemá bezprostřední technologický význam při výrobě pečiva, má však velký význam pro sensorické vlastnosti hotových výrobků. Jeho sensorická funkce není jen v dosažení sladkého vjemu, ale současně v docílení pocitu chuťové plnosti [48].

Mírný přídavek cukru nemá vliv na reologické vlastnosti těst. Při technologickém postupu výroby těst kynutých droždím slouží přídavek cukru (1-3 % na zpracovanou mouku pro běžné pečivo) jako zdroj zkvasitelných cukrů pro kvasinky [3].

Širší uplatnění cukru je při výrobě jemného pečiva. Do jemného pečiva se přidává kolem 13 % i více cukru, což příznivě ovlivňuje chuť (cukr společně se solí vytváří komplexní dojem plné chuti). Zjemňuje pórovitost střídy a zvýrazňuje barvu kůrky, na druhé straně však snižuje vaznost mouky a vysoké dávky sacharosy brzdí kvašení (snižují aktivitu kvasinek vlivem vysokého osmotického tlaku cukerného roztoku na buněčnou blánu kvasinek, čímž způsobují jejich dehydrataci) [3].

### **1.3.1.10 Tuky**

Mnoho oblíbených pekařských výrobků, jako jsou koláče, sušenky, pečivo a zvláštní druhy chleba jsou tradičně vyráběny za použití značného množství tuku, ve formě margarínu nebo másla [45].

Tuky jsou důležitou pekařskou surovinou pro výrobu běžného a jemného pečiva i cukrářských výrobků. Podílí se na zpracovatelských vlastnostech těsta, charakteru výrobků, především z hlediska sensorického hodnocení, a rovněž na zpomalení stárnutí pečiva. Zvětšují pórovitost a objem výrobků, prodlužují vláčnost a trvanlivost. Nevýhodou je vysoká energetická hodnota [3].

Hlavním zdrojem tuků jsou olejniny. Používají se přirozené, neupravené oleje (např. tzv. panenský olivový olej), oleje rafinované, částečně ztužené oleje – pokrmové tuky a oleje více ztužené – margariny. Zvláštním typem jsou tzv. rostlinná másla, z nichž je nejznámější máslo kakaové [54].

V současné době se ve velké míře používá řepkový olej, který nahradil tekutý pekařský tuk a z tuhých tuků jsou používány shorteningy, margariny, máslo, a v některých případech i sádlo [3].

**Shortening 100 % pekařské tuky**, mohou být pevné i tekuté, často obsahují emulgátory. Jejich plasticita leží v širokém rozmezí, a proto s nimi lze pracovat v širokém rozmezí, při různých teplotních podmínkách [3]. Shorteningy mají široké využití, např. při výrobě či úpravě potravin při hlubokém smažení, jsou vhodné také do pečivových těst, plnicích krémů do pečiva, koláčových směsí a mražených těst.

**Margariny** jsou emulze voda-olej s minimálním obsahem tuku 80 %. Vyrábí se emulgací tukové násady mlékem, se syrovátkou nebo s vodou. Vlastnosti margarínu jsou závislé na použité násadě a na podmínkách výroby. Obsahují často emulgátory, barviva, aroma, antioxidanty [3]. Margariny jsou hojně využívány na pečení, vhodné jsou do všech druhů

těst. Výborně se hodí i do krémů, jsou součástí směsí na výrobu čokolád, zmrzlin, majonéz a polev.

*Máslo* patří mezi tradiční suroviny. Máselné aroma je velmi příjemné a žádané. Nevýhodou másla je, že při nízkých teplotách je příliš tuhé, až tvrdé, zatímco v teplém stavu je příliš měkké. Ve srovnání s margariny má máslo horší technologickou jakost a vyšší cenu, proto se aromatizují margariny, aby se jejich sensorické vlastnosti, plnější chuť a vůně, přiblížily máslu. V porovnání s ostatními tuky mají kynuté výrobky z másla menší objem, máslové krémy mají horší šlehatelnost než speciální krémy, v piškotových hmotách mají výrobky horší pórovitost [3].

Podle použití můžeme tuky rozdělit na:

- Tažné margariny (vyznačují se vysokou plasticitou, nesmí být příliš tuhý nebo drobnivý, ani měkký),
- Pekařské margariny (především pro kynutá a křehká těsta),
- Margariny pro výrobu šlehaných a třených hmot (měkké margariny),
- Tuky pro výrobu krémů a náplní (měl by být plastický, dostatečně vláčný, nedrobnivý),
- Tuky na smažení (neutrální chuť a pach, vyšší bod zakouření, stabilita vůči oxidaci, minimální nasákavost do výrobku) [3].

### 1.3.2 Další suroviny používané v pekárenské technologii

Cílem DP bylo sledování organoleptických vlastností celozrnného pečiva bez přídavku zlepšujících a pomocných látek. V pekárenské technologii se však tyto látky již rutinně používají. Proto jim je tato podkapitola věnována.

#### 1.3.2.1 Enzymové přípravky

Enzymové přípravky se používají v pekárenské technologii za účelem odbourávání škrobu činností amyláz na zkvasitelné cukry. Amylázy se získávají buď z obilovin (sladová amyláza) nebo jsou bakteriálního, nebo plísňového původu. V současné době se používá celá řada kombinovaných přípravků, které mimo enzymy obsahují další zlepšující látky [11]. Z hlediska výroby pečiva mají význam především enzymy diastatické, kvasné enzymy a enzymy proteolytické [15].

### 1.3.2.2 Emulgátory

Emulgátory jsou látky, jejichž molekuly se pohybují na fázovém rozhraní dvou fyzikálních fází, kde jsou schopny v minimálních koncentracích snižovat povrchové napětí vzájemně nemísitelných nebo omezeně mísitelných látek, a tím podporují vznik a stálost emulzí. Jedná se o typ O/V (olej ve vodě), méně často V/O. Molekuly emulgátorů jsou složeny ze dvou částí - polární (hydrofilní) a napolární (hydrofobní) [40, 55].

V pekárenské technologii se využívají emulgátory hojně, neboť zabraňují odpařování vody z pečiva a tím prodlužují jeho čerstvost. Mezi běžně používané emulgátory v pekárenství patří monoglyceridy (E 471) a lecitin (E 322) [56].

### 1.3.2.3 Chemické zlepšovací prostředky

Chemické zlepšovací prostředky, které se přidávají k mouce nebo do těsta za účelem zlepšení pekařské kvality dělíme na **oxidační** nebo **redukční** látky [3].

Podle účinku a použití se rozeznávají oxidační látky k bělení mouk, dále k urychlení zrání mouk (v České republice zakázány) a oxidační látky se zlepšujícím účinkem na těsto (zesílení těsta, zvýšení pružnosti, větší objem hotového výrobku). Jediným povoleným oxidačním prostředkem v České republice je kyselina askorbová (L-AA), a to v nezbytném množství [3]. Kyselina askorbová snižuje oxidaci tuků a tím brání vzniku rakovinotvorných látek. Další využití nalezne jako konzervační prostředek, jako prostředek ke zpracování mouky (urychluje zrání mouky a tím snadnější zpracování těsta) nebo jako přísada do snídaňových cereálií [57].

Redukční látky používané v pekárenské technologii jsou: L-cystein, tripeptid glutathion a různé hydrogensulfiditany. Redukční činidla zkracují dobu hnětení těsta a zvyšují jeho tažnost. Nejčastěji se používají při výrobě trvanlivého pečiva [3].

## 1.4 Cereálie

Univerzální, po všech stránkách zcela vyhovující definice termínu celozrnný dosud nebyla přijata. V současné době se v odborných kruzích diskutuje o nejvhodnější podobě definice, přijatelné jak pro potřeby vědy, výzkumu a výroby, tak zejména pro spotřebitele. Současná definice formulovaná AACC (American Association of Cereal Chemists), která je rozhodující pro vývoj nových výrobků a jejich průmyslovou výrobu považuje za celozrnný takový produkt, který by měl obsahovat intaktní, drcenou nebo vločkovanou obilku

(caryopsis), jejíž základní anatomické složky – škrobový endosperm, klíček a otruby, jsou ve stejných relativních proporcích jako v původní intaktní obilce. Tato definice je však méně srozumitelná pro spotřebitele a tím i méně vhodná pro účely nutriční osvěty. Proto jsou odpovědnými institucemi zpracovávány a předkládány veřejnosti k posouzení návrhy na aktualizace současné podoby definice [2].

#### 1.4.1 Celozrnné a vícezrnné pečivo

Podle vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb. ve znění dalších novel, což je prováděcí předpis zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích jsou celozrnné pečivo a vícezrnné pečivo definovány takto [5]:

- celozrnné pečivo je pekařský výrobek, jehož těsto musí obsahovat z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků nejméně 80 % celozrnných mouk nebo jim odpovídající množství upravených obalových částic z obilky,
- vícezrnné pečivo je pekařský výrobek, do jehož těsta jsou přidány mlýnské výrobky z jiných obilovin než pšenice a žita, luštěniny nebo olejniny v celkovém množství nejméně 5 % z celkové hmotnosti použitých mlýnských obilných výrobků [5].

#### 1.4.2 Výroba celozrnného pečiva

Celozrnné pečivo patří do skupiny běžného pečiva, které je charakterizováno jako výrobek s obsahem tuku do 10 % a cukru do 5 % na mouku a je obvykle bez náplně [38]. Celozrnné pečivo je vyrobeno z celozrnné pšeničné a žitné mouky, která vznikne mletím celých zrn obilí (tj. včetně obalů). Někdy se přidává sója (tím se zvýší množství bílkovin), otruby, ovesné vločky, slunečnicová nebo lněná semínka [3].

Technologie výroby celozrnného pečiva je stejná jako výroba běžného pečiva. Rozdíl je v použité mouce, která u pečiva celozrnného má vyšší stupeň vymletí.

Při výrobě pšeničných těst se používají dva základní způsoby, tzv. přímé (na záraz) a nepřímé vedení těst. Přímé vedení těsta je z hlediska úspory času a pracnosti výhodnější, zejména při použití moderních zlepšovacích přípravků, což v současné době převládá. Princip spočívá ve smíchání všech surovin dle platné receptury (včetně droždí), těsto určitou dobu zraje, probíhá enzymatické a etanolové kvašení. Přímé krácené vedení vyžaduje vyšší náklady na suroviny. Nepřímé vedení těsta je osvědčený způsob přípravy těst, kdy dochází k výraznému pomnožení kvasinek před vlastní přípravou těsta. Pro tento postup je charakteristické dvoustupňové vedení, kdy z části mouky, vody a celého receptur-

ního množství droždí a enzymů se vyrobí řídký kvasný stupeň, nechá se prokvasit a pak se teprve přidávají zbývající suroviny, vymísí se těsto, které opět zraje. Rozlišují se dva základní kvasné stupně: tužší omládek a řídkší poliš. Vymísené těsto zraje při použití omládku jednu hodinu, při použití poliše je doba zrání kratší. Nepřímé vedení je méně náročné na kvalitu surovin, je však náročnější na odbornou zkušenost pracovníka, je časově delší a prostorově náročnější. Zrání těsta má probíhat v místnosti s teplotou kolem 25 °C, přičemž teplota těsta je 30-32 °C. Doba zrání těsta může být až tři hodiny, ale také několik minut. Během zrání se těsto jednou až dvakrát přetužuje (přemísí), čímž se těsto obohatí o potřebný kyslík nutný pro rozvoj kvasinek a zpevnění lepku (oxidace – disulfidické můstky). Moderní zkrácené způsoby výroby těst jsou založeny na intenzitě hnětení a způsobu mechanického zpracování těsta [11].

#### *1.4.2.1 Příprava těsta pro výrobu celozrnného pšeničného pečiva*

Příprava těsta pro výrobu celozrnného pečiva má několik fází. V první fázi hnětení dochází k promíchávání a homogenizaci všech složek těsta. Současně s hnětením se zintenzivňuje bobtnání a řada chemických a enzymově katalyzovaných reakcí. Při tvorbě pšeničného těsta dochází v průběhu hnětení k pozvolnému vytváření prostorově trojrozměrné sítě lepkové bílkoviny. Ta je nosnou strukturou těsta, které má charakter tuhého pružného gelu [3].

Při hnětení dochází v těstě k oxidaci a při mechanickém vzájemném přiblížení se ze dvou různých aminokyselin s –SH skupinami vytváří disulfidická vazba –S-S-. Při vytváření elastické prostorové struktury pšeničného těsta mají v lepkové bílkovině význam disulfidické vazby, příčné peptidové vazby mezi větvenými aminokyselinami, vodíkové vazby mezi sousedními řetězci i další fyzikální síly. Na tvorbu pšeničného těsta mají hlavní význam oxidační látky (kyselina L-askorbová) [3].

Při působení redukčními prostředky na těsto je podporován rozpad –S-S- skupin a zpětná tvorba –SH skupin. Uvolňují se příčné vazby, oslabuje se jejich prostorově provázaná struktura a ztrácí se pružnost těsta. Podobného účinku lze dosáhnout i působením proteolytických enzymů, které hydrolyzují peptidické vazby a tudíž zkracují řetězce, aniž by rozdělily pevné příčné –S-S- vazby. Těchto postupů oslabování bílkovinné struktury se využívá při přípravě těsta na některé výrobky trvanlivého pečiva [3].

Při přípravě těst se uplatňuje také škrob ve své hydratované formě, tedy ve zmazovatělem stavu. Množství vázané vody se do určité také podílí na vláčnosti těsta a následně



i na vláčnosti finálních výrobků. Hydratační procesy ve škrobech jsou ovlivněny množstvím vody, teplotou, druhem a kvalitou moučných škrobů. Počáteční teplota mazování pšeničného škrobu je při 55-67 °C a optimální viskozita asi při 90 °C. Žitný škrob mazovává snadněji než pšeničný (počáteční teplota je uváděna v rozmezí 50-62 °C a optimální viskozita 70 °C) [3].

#### **1.4.2.2 Příprava těsta pro výrobu celozrnného žitného pečiva**

Značný podíl v průmyslové pekárenské výrobě představuje výroba pšeničnožitného pečiva, zejména chleba a menší podíl výroba žitnopšeničného pečiva, s převahou žitné mouky. Pro všechny skupiny žitných či směsných těst je z větší části používán tradiční technologický postup přípravy těsta kypřeného žitným kvasem. Menší část je vyráběna na záraz a kypřena droždím. Žitná bílkovina není schopna vytvořit souvislou lepkovou strukturu, přestože také bobtná [3].

Žitná mouka bývá většinou výše vymletá než pšeničná. Proto obsahuje větší podíl podobalových složek z tzv. vnějšího endospermu a dalších obalů. Má proto také vyšší obsah nerozpustných i rozpustných polysacharidů, jejichž podstatnou složkou jsou pentosany [3].

Při tvorbě těsta z čisté žitné mouky dochází k intenzivnímu vázání vody rozpustnými pentosany, což také přispívá k tomu, že žitná bílkovina není schopna vytvořit souvislou lepkovou hmotu. Základem nosné struktury čistě žitného těsta je vysoce viskózní gel nedostatečně rozpuštěných rozpustných pentosanů a nedostatečně nabobtnalé bílkoviny. Proto má žitné těsto charakter spíše viskózní kapaliny s menší pružností než má těsto pšeničné. Je také obvykle lepivější. Aby byla zajištěna jeho zpracovatelnost a omezena lepivost na přijatelnou míru, musí být dávkování vody omezeno tak, aby nedošlo k většímu rozpuštění pentosanů [3].

Také u žitného těsta se příznivě projevuje oxidační prostředí při hnětení a vývinu těsta, neboť podporuje provázání bílkovinných složek těsta s řetězci pentosanových polysacharidů [3].

## 2. SENZORICKÁ ANALÝZA

Jakost potravin můžeme hodnotit metodami chemickými, fyzikálními, mikrobiologickými a senzorickými. Každá z uvedených metod používá postupy pro ni charakteristické. Chemickými analýzami stanovujeme chemické složení potraviny (tuk, bílkoviny, sacharidy, těžké kovy aj.). Mikrobiologickými analýzami určujeme obsah a případně i druh přítomných mikroorganismů. Fyzikálními metodami hodnotíme například mechanické vlastnosti potravin (např. křehkost, pevnost, viskozitu aj.), teplotu potravin apod. Metody senzorické analýzy jsou určeny k zjišťování organoleptických vlastností potravin, tedy vlastností výrobku vnímatelných lidskými smysly (chuť, vůni, konzistenci apod.). Senzorická analýza patří do skupiny tzv. psychometrických metod, jejichž prostřednictvím nezjišťujeme složení potravin, ale posuzujeme existenci nebo intenzitu určitého vjemu [58].

Senzorické posuzování potravinářských výrobků může poskytnout hodnověrný obraz o kvalitě, když budou zabezpečeny optimální podmínky hodnocení. Naproti tomu výsledky mohou být ovlivněny řadou činitelů, které je nutno při hodnocení odstranit nebo snížit na minimum [59]. Patří sem objektivní činitelé, jako optimální podmínky při hodnocení (místnost, osvětlení, teplota místnosti, příprava vzorků, čistota vzduchu apod.) a volba správných metod vyhodnocování výsledků. Neméně důležité jsou subjektivní činitelé, hlavně schopnosti hodnotitelů, aktuální zdravotní stav hodnotitele, který se projevuje únavou, nedostatečným soustředěním při hodnocení až neschopností správně hodnotit z důvodů nemoci. Z toho vyplývá, že je důležité poznat všechny tyto vlivy a minimalizovat je, aby se získaly co nejobjektivnější výsledky [59].

Při hodnocení organoleptických vlastností potravin se využívá mnoho senzorických metod. Konkrétní metoda se zvolí podle řešeného úkolu, počtu a kvality hodnotitelů, podle množství vzorků či podle jiných faktorů [60].

### 2.1 Hlavní metody senzorické analýzy

1. **Preferenční zkoušky** – nalézají využití u nových nebo inovovaných produktů, jednoduché pro získání objektivních výsledků.
2. **Metody pořadové** – slouží k orientačnímu roztřídění skupiny vzorků, k výběru vzorků zřetelně se lišících od ostatních vzorků skupiny nebo ke sledování vlivu nějakého faktoru na organoleptické vlastnosti a senzorickou jakost výrobku.

3. **Hodnocení srovnání se standardem** – hodnotitel srovnává obdrženy vzorek se standardem a zjišťuje, zda mezi obdrženy vzorky existuje nějaký rozdíl a který vzorek je nejbliže ke standardu.
4. **Hodnocení s použitím stupnic** – jedná se o nejčastěji používanou metodu. V praxi senzorické analýzy se setkáváme se čtyřmi typy stupnic: nominální, ordinální, intervalové, poměrové. Využívá se stupnice seřazená dle posloupnosti a dle řady stupňů (kvalita, příjemnost, intenzita).
5. **Poměrové (magnitudové) metody** – hodnotitel obdrží vzorek (standard), který označí libovolným číslem dle intenzity vlastností. Potom dostane vzorek druhý, který označí vhodným číslem vzhledem ke standardu.
6. **Metody slovního popisu** – tato metoda je nejjednodušší a také nejstarší [60, 61].

Nejčastější využití nalézají metody rozlišovací. Hlavním cílem těchto metod je zjistit, zda se mezi vzorky vyskytuje či nevyskytuje rozdíl v organoleptických vlastnostech nebo senzorické jakosti [60].

## 2.2 Podmínky pro senzorické hodnocení

### Objektivní činitele

Do skupiny objektivních činitelů patří hlavně požadavky na místnost, osvětlení, teplotu vzorků, bezhlučnost, čistotu a vlhkost vzduchu. Tyto podmínky jsou určeny mezinárodní normou ISO 8589 – Obecná směrnice pro uspořádání senzorického pracoviště. Popisuje požadavky na uspořádání zkušební místnosti, přípravný a kancelářský a specifikuje nutné nebo žádoucí podmínky [59].

### Zkušební prostor

Zkušební prostor musí být umístěn v bezprostřední blízkosti přípravného prostoru. Posuzovatelé nesmějí vstupovat nebo opouštět zkušební prostory přes přípravný prostor, aby nedocházelo k ovlivňování výsledků [59].

Teplota a relativní vlhkost zkušebního prostoru musí být stálé, regulovatelné a musí být posuzovateli vnímány jako přiměřené. Teplota místnosti by se měla pohybovat nejlépe mezi 18 – 23 °C při relativní vlhkosti v rozmezí 40 - 80 % [59].

Během zkoušek musí být úroveň hluku udržována na minimu.

Zkušební prostor musí být udržován prostý pachy, musí být konstruován z materiálu lehce čistitelného, prachuprostého a nepřijímacího cizí pachy. Barva stěn a zařízení zkušebního prostoru musí být neutrální, aby nedocházelo ke změně barvy vzorků. Osvětlení je velmi důležité při veškerém sensorickém zkoušení, zvláště pak v případě posuzování barvy [59].

K omezení rušivých vlivů a k zamezení komunikace mezi posuzovateli jsou využívány individuální zkušební kóje. Minimální počet kójí jsou tři. Hodnotitel musí pohodlně sedět a na stole musí mít dostatek místa nejen pro posouzení vzorků, ale i pro vyplňování protokolu. Kóje má být vybavena přívodem a odpadem vody a žádoucí je i samostatná ventilace v každé kóji [59].

Hodnotitel má mít při práci klid, proto je nutno vyloučit všechny vlivy, které by rozptylovaly nebo ovlivňovaly objektivnost výsledků [59].

Osoba organizující hodnocení má být po celou dobu přítomna v místnosti, aby usměrňovala činnost hodnotitelů, podala potřebný výklad nebo vysvětlení a dozírala na správný chod analýzy [59].

### **Přípravný prostor**

Laboratoř nebo kuchyň pro přípravu vzorků musí být umístěna v bezprostředním sousedství zkušebního prostoru. Její umístění musí být takové, aby posuzovatelé nemuseli procházet přípravným prostorem při vstupu do zkušebního prostoru. Prostor musí být dobře větratelný, aby byly odstraňovány pachy z přípravných pokrmů a cizí pachy. Materiál zvolený pro podlahy, stěny, strop a zařízení musí umožňovat snadnou údržbu a nesmí vydávat ani přijímat cizí pachy [59].

## **2.3 Výběr neškolených hodnotitelů pro spotřebitelské zkoušky**

Osoby použité pro spotřebitelské (konzumentské) zkoušky mají co nejlépe odpovídat souboru skutečných spotřebitelů. Nemají proto mít žádné speciální znalosti ani zkušenost v sensorické analýze. Také se nijak nezkoumá jejich citlivost a obecně způsobilost k sensorické analýze. Jsou vybíráni podle určitého schématu (aby složení hodnotitelského souboru co nejlépe odpovídalo souboru skutečných hodnotitelů), ale často se přijmou jakékoli dostupné osoby, které jsou ochotny hodnotit. Obvykle jsou hodnotitelé ihned po vyhodnocení odměňováni. Před hodnocením jsou jen stručně instruováni, jaký je jejich úkol a jak mají zaznamenat odpověď. Je nutno kontrolovat, aby se příliš často neužívaly stejné osoby,

protože by získaly větší zkušenosti a jejich hodnocení by méně přesně odpovídalo hodnocení skutečných konzumentů [61].

## 2.4 Senzorické hodnocení pečiva

Na sensorickou jakost pečiva působí jakost surovin, technologie výroby, manipulace a transport výrobků od výrobce do obchodní sítě a až ke spotřebiteli. S tím těsně souvisí čerstvost výrobků jako velmi důležitá podmínka jejich očekávaných organoleptických vlastností [61].

Při sensorickém hodnocení chleba a pečiva se posuzují dvě skupiny znaků – vnější a vnitřní. Vnější znaky jsou rozhodující pro spotřebitele při nákupu, hodnotí se především zrakem a patří mezi ně objem výrobku, vzhled, barva a struktura kůrky [61].

**Objem** výrobku je považován za hlavní znak a jeho velikost je mírou pekařské jakosti. Hodnocení objemu pečiva souvisí s obsahem a kvalitou přítomného lepku v mouce. Čím vyšší je množství a tažnost lepku, tím vyšší je objem pečiva. Objem výrobku ovlivňuje zejména jakost surovin (mouka, droždí), ale i úroveň technologie (kvašení těsta, kynutí, pečení) [61].

**Tvar a vzhled výrobku** má rozhodující význam u volně sázených výrobků (nikoli u pečených ve formě). U chleba je důležité přiměřené vyklenutí, to znamená, že spodní kůrka je nepatrně vypouklá a má oválně v mírných obloucích přecházet v kůrku svrchní. Hlavními vadami jsou vysoký tvar, který vznikne, když je těsto příliš tuhé, nedostatečně vykynuté a při působení příliš vysoké teploty v peci. Dále nízký plochý tvar, který vznikne, když je těsto příliš řídké, při dlouhém kynutí a při nízké teplotě v peci [3, 61].

Nesolené nebo málo osolené těsto snadno překyne a roztéká se, přesolené naopak špatně kyne a vytváří malé výrobky se špatnou pórovitostí. Zvýšené množství soli (do 3 %) je vhodné při zpracování porostlých mouk. Sůl rovněž podporuje přiměřené zbarvení kůrky během pečení [3].

**Barva kůrky** má být stejnoměrně a optimálně vybarvená, aby poskytovala i dostatek aromatických a chuťových látek. Barva kůrky je především produktem Maillardovy reakce, což je reakce redukujících cukrů s volnými aminokyselinami. Dále je barva podporována vznikem produktů karamelizace. Intenzivnější zbarvení může vzniknout aktivitou enzymů uvolňujících redukující cukry z polysacharidů. Příliš tmavé zbarvení, které může vzniknout přidáním mléčných surovin bohatých na laktózu, však není žádoucí [61, 62].

**Struktura kůrky** má být křehká, stejnoměrně silná (3 - 4 mm) a má zvolna přecházet do střídy. Jemné praskliny v ostře ohraničených čtvercových ploškách (tzv. parcelace) jsou znakem dobře vypečeného a vychlazeného chleba [61].

Mezi časté vady patří puchýřovitá, resp. odfouklá kůrka. Tato vada je způsobena přezrálým kvasem. Nerovnoměrně rozložená teplota v pečicím prostoru může rovněž způsobit odfouknutí a puchýřovitost kůrky [63].

Vnitřními znaky jsou vlastnosti střídy (pórovitost, struktura, pevnost na řezu), vůně a chuť. Střída by neměla být tvrdá ani gumovitá [61].

**Pórovitost** střídy zahrnuje množství, velikost a uspořádání pórů ve střídě. Tvorba pórů ve střídce pečiva je ovlivněna kvalitním vyhnětením těsta ve hnětačích, jeho šetrným nadělením v děličce a šetrným, kvalitním nakynutím v kynárně a v neposlední řadě i správným postupem při pečení v peci. Kvalitní pórovitosti pečiva je dosahováno přípravou a zpracováním těsta na kvalitních strojích. Dělením a tvarováním se mechanicky narušuje lepková síťovina těsta a vypuzují se kypřící plyny [55]. Pórovitost střídy lze očima hodnotit podle míry vyrovnanosti na řezu pekařským výrobkem, objektivně pak nepřímo měřením penetrace a přímo analýzou obrazu [64].

Póry mají mít stejný tvar, tenké stěny a přibližně stejnou velikost (2 - 4 mm). Struktura pórovitosti ovlivňuje i barvu střídy různým rozptylem odraženého světla, hrubě pórovitá střída se vždy jeví jako tmavší. Jemná pórovitost a tenké stěny pórů přispívají k lepší stravitelnosti výrobků [61].

**Struktura střídky** má být pevná s přiměřenou vlhkostí, současně však pružná a u pečiva kyprá. Při pečení probíhají koloidně chemické změny v těstě. Při teplotách nad 60 °C denaturují bílkoviny, které uvolňují vázanou vodu a dochází k mazovatění škrobu, který vodu přebírá. K vytvoření vláčné střídy výrobku musí mít škrob dostatek vody, která musí v pečeném výrobku z větší části zůstat a jen menší část se může odpařit. Střídka nesmí obsahovat žádné nečistoty, žmolky mouky nebo těsta, závadou jsou trhliny ve střídě, velké dutiny, velké jádro či brousek (zpravidla u dolní kůrky) [3, 61].

**Vady střídy** zahrnují *nedostatečně elastická a drobná střída*, vyskytující se u čerstvých mouk, špatně promíseného kvasu nebo při krátké době pečení. Dále *nepravidelně pórovitá střída*, která vzniká při malém prokvašení těsta, špatně promíseného kvasu nebo při nedostatečném zpracování těsta. *Drobné husté póry* po obvodu chleba pod kůrkou jsou způso-



beny krátkou dobou kynutí. Další nepříjemnou vadou je *vlhký tmavší kruh ve střídě* (tzv. brousek), který vzniká při nedostatečném vyžrání těsta nebo při prudkém pečení [3].

**Pevnost na řezu** (krájitelnost) souvisí se strukturou střídy, nesmí být lepivá, příliš suchá ani drobivá [61].

**Vůně** má být příjemná, výrazně chlebová či pečivová, charakteristická pro druh výrobku. Nesmí se projevovat skladový, zatuchlý, nažluklý nebo jiný cizí pach nekvalitní, staré nebo špatně skladované mouky nebo špatného droždí [61].

**Chut'** úzce souvisí s vůní výrobku. Chut' střídy chleba má být příjemně navinulá, s jemným pocitem vlhkosti a dobrou polykatelností. Výrobek nemá mít cizí příchut' nebo chuťovou odchylku zaviněnou nekvalitními surovinami nebo špatnou technologií (mdlá, neslaná, nevýrazná nebo kyselá chuť) [61].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3. CÍL PRÁCE

Cílem práce byla snaha vyrobit a porovnat celozrnné pečivo s přidavkem vybraných cereálií, které by mohly zlepšit sensorické a zároveň výživové (obsah vlákniny) vlastnosti výrobků bez použití enzymových či zlepšujících preparátů.

## 4. METODIKA PRÁCE

### 4.1 Pomůcky, přístroje

- Analytické váhy
- Nerezové misky
- Pomůcky pro přípravu těsta (vařečka, lžička, plech na pečení, pečící papír, rozprašovač vody, apod.)
- Laboratorní sklo (odměrný válec)
- Teploměr
- Stopky
- Kynárna
- Trouba
- Hnětač (Vorwerk Thermomix<sup>TM</sup> 31, Bergish Deutschland)
- Mlýnek na cereálie (FOSS Cemotec<sup>TM</sup> 1090, Höganäs Sweden)



Obr. 17: Hnětač (Vorwerk Thermomix<sup>TM</sup> 31, Bergish Deutschland) [vlastní foto],

Obr. 18: Mlýnek na cereálie (FOSS Cemotec<sup>TM</sup> 1090, Höganäs Sweden) [vlastní foto]

## 4.2 Suroviny pro výrobu vzorků pečiva

- Mouka: celozrnná pšeničná, celozrnná žitná, celozrnná špaldová, (Tesco Organic Bio)
- Cereálie: pohanka lámanka (Mlýn Šmajstrla), ječné kroupy (Mlýn a krupárna Mrskoš, Horažďovice), ovesné vločky (EMCO)
- Rostlinný olej
- Droždí
- Sůl (NaCl)
- Voda (pitná)

## 4.3 Příprava vzorků

Pro účely této práce bylo napečeno 45 vzorků pečiva. Každé těsto bylo vyrobeno z hlavních surovin (mouka + 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % cereálií) o celkové hmotnosti 400 g. Z tohoto množství byly vytvarovány klonky o váze 71-73 g. Těsto bylo vyrobeno z mouky pšeničné celozrnné, špaldové celozrnné a nebo žitné celozrnné a ke každé mouce byly přidány cereálie jako pohanka, kroupy a nebo ovesné vločky (Tab. 3). Po smíchání těchto surovin (daná celozrnná mouka a vybraná cereálie) byly v přesném množství přidány zbývající suroviny, a to 16 g droždí, 16 g tuku (rostlinný olej), 8 g soli a 240 ml pitné vody (o teplotě 28 - 31 °C). Vzorky pečiva byly vyráběny v laboratorních podmínkách pomocí pekařského pokusu - přímým vedením těsta „na zaráz“. (Tab. 4).

Tab. 3a: Poměr mouk a cereálií u analyzovaných vzorků

Číslo vzorku	Název mouky	Výrobce mouky	Mouka + přídatek
1	Celozrnná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	360g celozrnná pšeničná + 40g pohanka
2	Celozrnná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	320g celozrnná pšeničná + 80g pohanka
3	Celozrnná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	280g celozrnná pšeničná + 120g pohanka
4	Celozrnná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	240g celozrnná pšeničná + 160g pohanka
5	Celozrnná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	200g celozrnná pšeničná + 200g pohanka
6	Celozrnná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	360g celozrnná pšeničná + 40g kroupy

Tab. 3b: Poměr mouk a cereálií u analyzovaných vzorků

Číslo vzorku	Název mouky	Výrobce mouky	Mouka + přídatek
7	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	320g celozrná pšeničná + 80g kroupy
8	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	280g celozrná pšeničná + 120g kroupy
9	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	240g celozrná pšeničná + 160g kroupy
10	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	200g celozrná pšeničná + 200g kroupy
11	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	360g celozrná pšeničná + 40g vločky
12	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	320g celozrná pšeničná + 80g vločky
13	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	280g celozrná pšeničná + 120g vločky
14	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	240g celozrná pšeničná + 160g vločky
15	Celozrná jemně mletá mouka pšeničná	Tesco Organic	200g celozrná pšeničná + 200g vločky
16	Celozrná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	360g celozrná žitná + 40g kroupy
17	Celozrná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	320g celozrná žitná + 80g kroupy
18	Celozrná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	280g celozrná žitná + 120g kroupy
19	Celozrná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	240g celozrná žitná + 160g kroupy
20	Celozrná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	200g celozrná žitná + 200g kroupy
21	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	360g celozrná špaldová + 40g kroupy
22	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	320g celozrná špaldová + 80g kroupy
23	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	280g celozrná špaldová + 120g kroupy
24	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	240g celozrná špaldová + 160g kroupy
25	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	200g celozrná špaldová + 200g kroupy
26	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	360g celozrná špaldová + 40g vločky
27	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	320g celozrná špaldová + 80g vločky
28	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	280g celozrná špaldová + 120g vločky
29	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	240g celozrná špaldová + 160g vločky
30	Celozrná mouka špaldová	Tesco Organic	200g celozrná špaldová + 200g vločky
31	Celozrná jemně mletá mouka špaldová	Tesco Organic	360g celozrná špaldová + 40g pohanka



Tab. 3c: Poměr mouk a cereálií u analyzovaných vzorků

Číslo vzorku	Název mouky	Výrobce mouky	Mouka + přídatek
32	Celozrnná jemně mletá mouka špaldová	Tesco Organic	320g celozrnná špaldová + 80g pohanka
33	Celozrnná jemně mletá mouka špaldová	Tesco Organic	280g celozrnná špaldová + 120g pohanka
34	Celozrnná jemně mletá mouka špaldová	Tesco Organic	240g celozrnná špaldová + 160g pohanka
35	Celozrnná jemně mletá mouka špaldová	Tesco Organic	200g celozrnná špaldová + 200g pohanka
36	Celozrnná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	360g celozrnná žitná + 40g pohanka
37	Celozrnná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	320g celozrnná žitná + 80g pohanka
38	Celozrnná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	280g celozrnná žitná + 120g pohanka
39	Celozrnná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	240g celozrnná žitná + 160g pohanka
40	Celozrnná jemně mletá mouka žitná	Tesco Organic	200g celozrnná žitná + 200g pohanka
41	Celozrnná mouka žitná	Tesco Organic	360g celozrnná žitná + 40g vločky
42	Celozrnná mouka žitná	Tesco Organic	320g celozrnná žitná + 80g vločky
43	Celozrnná mouka žitná	Tesco Organic	280g celozrnná žitná + 120g vločky
44	Celozrnná mouka žitná	Tesco Organic	240g celozrnná žitná + 160g vločky
45	Celozrnná mouka žitná	Tesco Organic	200g celozrnná žitná + 200g vločky

Tab. 4: Receptura pro pekařský pokus

<b>Receptura</b>	400g mouky (celozrnná pšeničná, celozrnná žitná nebo celozrnná špaldová + přídatek krup, pohanky nebo vloček)
	+ 16 g tuku, 16 g droždí, 8 g NaCl, 240 ml vody
	8 min hnětení na Vorwerk Thermomixu (přímé vedení těsta)
	15 min. v termostatu při teplotě 32°C (vlhké prostředí)
<b>Tvorba klonek</b>	dělení na klony o hmotnosti 71 g
	tvárování klonek (bulky)
<b>Kynutí</b>	30 min v termostatu při teplotě 32°C (vlhké prostředí)
	po kynutí zaprášení klonek vodou
<b>Pečení</b>	15 min při teplotě 270°C

### 4.3.1 Technologický postup přípravy celozrnných klonků

Přidávané cereálie byly před použitím namlety na stejnou hrubost na mlýnku (FOSS Cemotec<sup>TM</sup> 1090, Höganäs Sweden). Na analytických vahách bylo odměřeno požadované množství mouky, cereálií, tuku, droždí a soli. Na konec byla přidána voda z odměrného válce. Vzniklá směs byla hnětena na hnětači (Vorwerk Thermomix<sup>TM</sup> 31, Bergish Deutschland) po dobu 8 minut. Vzniklé těsto bylo vyjmuto a vloženo do kynárny po dobu 15 minut při teplotě 32 °C těsto, kde zráló. Zralé těsto bylo ručně zpracováno na klonky, které se vložily znovu do kynárny na dobu 30 minut, teplotě 32 °C a relativní vlhkosti vzduchu 70 - 75 %. Po vykynutí byly vzorky přeneseny na plech s pečícím papírem, ovlhčeny pitnou vodou rozprašovačem a vloženy do předehřáté trouby na 270 °C a při této teplotě pečený 15 minut. Do trouby byl vložen plech s vodou, aby bylo docíleno vysoké vlhkosti při pečení a zamezení spálení vzorků pečiva. Po upečení a vychladnutí pečiva byla provedena senzorická analýza.

## 4.4 Hodnocení pečiva

Každého senzorického hodnocení se vždy zúčastnilo 15 - 20 předem zaškolených hodnotitelů ve věku 25 - 35 let.

Hodnotitelé posuzovali u předložených vzorků barvu, povrch a tvar, celkový vzhled (povrch) u kůrky a tvrdost, pórovitost, pocit v ústech po krátkém žvýkání, pocit při polykání sousta, celkovou jakost vůně, celkovou jakost chuti (dle druhu pečiva), celkový dojem u střídy.

Hodnocení probíhalo prostřednictvím dotazníků, kde bylo využito lineárních profilových diagramů a bodových stupnic (Příloha 1). Tyto diagramy představovaly 100 mm nestrukturovanou úsečku, kde levý konec úsečky znamenal nevýraznou hodnotu daného deskriptoru a pravý konec velmi intenzivní hodnotu. Hodnotitelé vnímané intenzity jednotlivých deskriptorů zaznamenávali zaškrtnutím na stupnici. Účelem průzkumové analýzy dat je odhalit jejich zvláštnosti a ověřit předpoklady pro následné statistické zpracování [65]. Výsledky byly následně statisticky zpracovány a vzájemně porovnány v programu UNISTAT, pomocí oboustranného Studentova t – testu ( $p < 0,05$ ).

## 5. VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem práce byla snaha vyrobit a porovnat celozrnné pečivo s přidavkem vybraných cereálií, které zlepšily sensorické a zároveň výživové (obsah vlákniny) vlastnosti výrobků bez použití enzymových či zlepšujících preparátů.

### 5.1 Sensorické hodnocení napečených vzorků

Hodnocena byla kůrka a střída u celozrnného pečiva. U kůrky se hodnotitelé zaměřovali na barvu, povrch a celkový vzhled. U střídy byla hodnocena tvrdost, pórovitost, pocit v ústech po krátkém žvýkání, pocit při polykání sousta, celková jakost vůně, celková jakost chuti a celkový dojem. Pro splnění cílů jsou níže zpracovány výsledné hodnoty získané z hodnocení celkového vzhledu kůrky, pórovitosti, vůně, chuti a celkového dojmu pečiva, neboť tyto deskriptory jsou významnými ukazateli jakosti u střídy pečiva (Tab. 5 - 22).

#### 5.1.1 Hodnocení kůrky pečiva – celkový vzhled

Při hodnocení celkového vzhledu kůrky bylo použito bodové stupnice. Hodnotitel zařadil celkový vzhled kůrky pečiva do určitého stupně na nestrukturované stupnici o délce 100 mm, která představovala 100 % -ní stupnici.

Levá strana stupnice odpovídala velmi špatnému, nepříjemnému a netypickému vzhledu kůrky (počátek v bodě 1 = 1 %) a pravá strana stupnice odpovídala velmi dobrému, typickému a velmi příjemnému vzhledu kůrky (konec v bodě 3 = 100 %). Střední část stupnice odpovídala dobrému vzhledu s mírnými vadami a odchylkami (bod 2 = 50 %).

Vzorky č. 1 až 5 (Tab. 5) představují pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky.

Z výsledků je patrné, že spokojenost s celkovým vzhledem kůrky byla nejlépe vnímána u pečiva s 10 % přidavkem pohanky; v průměru hodnotitelé příjemnost s celkovým vzhledem vyznačili v pravé části stupnice k hodnotě 3 (91,77 %). Druhý v kůrce nejvzhlednější vzorek pečiva byl s přidavkem 20 % pohanky, s intenzitou příjemnosti 85,08 %. Vzorky s přidavkem 30 % a 50 % pohanky byly hodnoceny podobně; v oblasti střední části stupnice (65,23 % a 51,42 %); celkové hodnocení vzhledu kůrky však bylo v porovnání se vzorky s obsahem 10 a 20 % pohanky statisticky prokazatelně horší ( $p < 0,05$ ). Nejhůře a také statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ), byly hodnotiteli vnímané vzorky s přidavkem 40 % pohanky, jejichž příjemnost v celkovém vzhledu byla v průměru jen 48,85 %.

Tab. 5: Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + pohanka

Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + pohanka		
Číslo vzorku	Mouka + přídatek [g]	celkový vzhled [%]
1	360g celozrnná pšeničná + 40g pohanka	91,77
2	320g celozrnná pšeničná + 80g pohanka	85,08
3	280g celozrnná pšeničná + 120g pohanka	65,23
4	240g celozrnná pšeničná + 160g pohanka	48,85
5	200g celozrnná pšeničná + 200g pohanka	51,42

Vzorky č. 6 až 10 (Tab. 6) představují pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přídatkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup.

Z těchto výsledků je patrné, že spokojenost s celkovým vzhledem kůrky u vzorků pečiva s přídatkem ječných krup, byla nejlépe vnímána u vzorků s 30 % přídatkem krup. Spokojenost byla vyznačena v pravé části stupnice v průměru (75,32 %, vzorky č. 8). Druhým vzorkem s nejlépe hodnoceným vzhledem kůrky byl s přídatkem 40 % krup, který hodnotitelé vyznačili v pravé části stupnice (72,83 %, vzorky č. 9). Vzorky s 20 % přídatkem krup a v těsném závěsu za ním, vzorky s 10 % přídatkem krup byly dle hodnotitelů dobrého vzhledu s mírnými vadami a odchylkami (59,78 % a 55,86 %), v porovnání se vzorky č. 8 a 9 byly hodnoceny statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) hůře. Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) nejhůře byly v celkovém vzhledu kůrky vyhodnoceny vzorky s přídatkem 50 % ječných krup (52,00 % spokojenosti).

Tab. 6: Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + kroupy

Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + kroupy		
Číslo vzorku	Mouka + přídatek [g]	celkový vzhled [%]
6	360g celozrnná pšeničná + 40g kroupy	55,86
7	320g celozrnná pšeničná + 80g kroupy	59,78
8	280g celozrnná pšeničná + 120g kroupy	75,32
9	240g celozrnná pšeničná + 160g kroupy	72,83
10	200g celozrnná pšeničná + 200g kroupy	52,00

Vzorky č. 11 až 15 (Tab. 7) představují pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček.

Z výsledků je patrné, že celkový vzhled kůrky byl nejpříjemnější u pečiva s přidavkem 10 % vloček (80,00 %). Statisticky prokazatelný rozdíl ( $p < 0,05$ ) byl nalezen i u vzorků s přidavkem 30 % vloček (57,00 %), naopak u vzorků s přidavkem 20 a 40 % nebyl prokazatelný rozdíl v celkovém hodnocení vzhledu kůrky. Nejhuře a také statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) byly hodnocené vzorky u pečiva s přidavkem 50 % vloček (43,92 %).

Tab. 7: Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + vločky

Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + vločky		
Číslo vzorku	Mouka + přídatek [g]	celkový vzhled [%]
11	360g celozrnná pšeničná + 40g vločky	80,00
12	320g celozrnná pšeničná + 80g vločky	73,33
13	280g celozrnná pšeničná + 120g vločky	57,00
14	240g celozrnná pšeničná + 160g vločky	60,08
15	200g celozrnná pšeničná + 200g vločky	43,92

Vzorky č. 16 až 20 (Tab. 8) představují pečivo z celozrnné mouky žitné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup.

Z výsledků je patrné, že hodnotitelé nejlépe a statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) vnímali vzorky s přidavkem 50 % krup (68,50 %) a nejhůře vnímané vzorky byly s přidavkem 20 % krup (55,33 %).

Ostatní koncentrace krup celkový vzhled snížily na 55,75 %, ale mezi nimi nebyl zjištěn prokazatelně významný rozdíl ( $p < 0,05$ ).

Tab. 8: Kůrka – celozrnná žitná mouka + kroupy

Kůrka – celozrnná žitná mouka + kroupy		
Číslo vzorku	Mouka + přidavek [g]	celkový vzhled [%]
16	360g celozrnná žitná + 40g kroupy	63,42
17	320g celozrnná žitná + 80g kroupy	55,33
18	280g celozrnná žitná + 120g kroupy	55,75
19	240g celozrnná žitná + 160g kroupy	56,17
20	200g celozrnná žitná + 200g kroupy	68,50

Vzorky č. 21 až 25 (Tab. 9) představují pečivo z celozrnné mouky špaldové s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup.

Z výsledků je patrné, že celkový vzhled kůrky byl nejpříjemnější u vzorků s přidavkem 20 % krup (67,56 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) nejhůře byl hodnocen vzhled u vzorků s přidavkem 50 % krup (51,20 %) a 30 % krup (47,30). Vzorky s přidavkem 20 a 40 % byly hodnoceny nepatrně hůře, avšak statisticky neprokazatelně ( $p < 0,05$ ), v porovnání s pečivem obsahující 20 % krup.

Tab. 9: Kůrka - celozrnná špaldová mouka + kroupy

Kůrka - celozrnná špaldová mouka + kroupy		
Číslo vzorku	Mouka + přírůdek [g]	celkový vzhled [%]
21	360g celozrnná špaldová + 40g kroupy	67,22
22	320g celozrnná špaldová + 80g kroupy	67,56
23	280g celozrnná špaldová + 120g kroupy	47,30
24	240g celozrnná špaldová + 160g vločky	63,56
25	200g celozrnná špaldová + 200g kroupy	51,20

Vzorky č. 26 až 30 (Tab. 10) představují pečivo z celozrnné mouky špaldové s přírůdkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček.

Z výsledků je patrné, že hodnotitelé nejlépe vnímali vzorky s přírůdkem 20 % vloček (78,90 %) a nejhůře vnímané vzorky byly s přírůdkem 50 % vloček (68,68 %). Nepatrně horší, ale stále hodnotiteli velmi dobře hodnocený vzhled kůrky byl u vzorků s přírůdkem 10, 30 a 40 % ovesných vloček. Nejhůře (ovšem stále v rozmezí velmi dobrého hodnocení celkového vzhledu kůrky) byly hodnoceny vzorky č. 30 (68,68 %) s přírůdkem 50 % ovesných vloček; hodnocení bylo však statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) horší.

Tab. 10: Kůrka - celozrnná špaldová mouka + vločky

Kůrka - celozrnná špaldová mouka + vločky		
Číslo vzorku	Mouka + přírůdek [g]	celkový vzhled [%]
26	360g celozrnná špaldová + 40g vločky	77,00
27	320g celozrnná špaldová + 80g vločky	78,90
28	280g celozrnná špaldová + 120g vločky	77,70
29	240g celozrnná špaldová + 160g vločky	75,20
30	200g celozrnná špaldová + 200g vločky	68,68

Vzorky č. 31 až 35 (Tab. 11) představují pečivo z celozrnné mouky špaldové s přírůdkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky.

Z výsledků je patrné, že hodnotitelé nejlépe vnímali vzorky s přidavkem 10 % pohanky (73,81 %) a pak pečivo obsahujících 50 % pohanky. Vzorky s přidavkem 20 a 40 % pohanky byly v celkovém vzhledu kůrky hodnoceny jako velmi dobré (64,19 a 62,55 %). Celkový vzhled kůrky byl nejhůře a statisticky prokazatelně hodnocený ( $p < 0,05$ ) u vzorků s přidavkem 30 % pohanky.

Tab. 11: Kůrka - celozrnná špaldová mouka + pohanka

Kůrka - celozrnná špaldová mouka + pohanka		
Číslo vzorku	Mouka + přídavek [g]	celkový vzhled [%]
31	360g celozrnná špaldová + 40g pohanka	73,81
32	320g celozrnná špaldová + 80g pohanka	64,19
33	280g celozrnná špaldová + 120g pohanka	50,76
34	240g celozrnná špaldová + 160g pohanka	62,55
35	200g celozrnná špaldová + 200g pohanka	70,12

Vzorky č. 36 až 40 (Tab. 12) představují pečivo z celozrnné mouky žitné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky.

Z těchto výsledků je patrné, že dobrý celkový vzhled kůrky byl hodnotiteli vnímán u vzorků s 10 % pohanky (54,37 %). Ostatní koncentrace pohanky příjemnost celkového vzhledu snížily (53,33 - 49,28 %), stále byl však hodnocen jako dobrý. Hodnotiteli nejhůře vnímaný celkový vzhled byl u vzorků s přidavkem 20 % pohanky (46,61 %), navíc statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ).



Tab. 12: Kůrka - celozrnná žitná mouka + pohanka

Kůrka - celozrnná žitná mouka + pohanka		
Číslo vzorku	Mouka + přídavek [g]	celkový vzhled [%]
36	360g celozrnná žitná + 40g pohanka	54,37
37	320g celozrnná žitná + 80g pohanka	46,61
38	280g celozrnná žitná + 120g pohanka	49,28
39	240g celozrnná žitná + 160g pohanka	50,11
40	200g celozrnná žitná + 200g pohanka	53,53

Vzorky č. 41 až 45 (Tab. 13) představují pečivo z celozrnné mouky žitné s přídavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček.

Z výsledků je patrné, že hodnotitelé nejlépe vnímali vzorky s přídavkem 20 % vloček (70, 67 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) hůře byl celkový vzhled kůrky hodnotiteli vnímán u vzorků obsahující 30 – 50 % ovesných vloček; přesto byla jejich kůrka hodnocena jako dobrá s mírnými vadami a odchylkami (64, 44 – 55,67 %).

Tab. 13: Kůrka - celozrnná žitná mouka + vločky

Kůrka - celozrnná žitná mouka + vločky		
Číslo vzorku	Mouka + přídavek [g]	celkový vzhled [%]
41	360g celozrnná žitná + 40g vločky	70,22
42	320g celozrnná žitná + 80g vločky	70,67
43	280g celozrnná žitná + 120g vločky	64,44
44	240g celozrnná žitná + 160g vločky	55,67
45	200g celozrnná žitná + 200g vločky	60,38

### 5.1.2 Hodnocení střídy pečiva – pórovitost, jakost vůně, jakost chuti, celkový dojem

Při hodnocení střídy byly vybrány hodnoty pórovitost, jakost vůně, jakost chuti a celkový dojem. Při hodnocení bylo použito bodové stupnice. Hodnotitel zaznačil jednotlivé parametry pečiva do určitého stupně na nestructurované stupnici o délce 100 mm, která představovala 100 % -ní stupnici.

U pórovitosti levá strana stupnice značila žádnou nebo velmi vysokou pórovitost (počátek v bodě 1 = 1 %) a pravá strana stupnice odpovídala optimální typické pórovitosti (konec v bodě 3 = 100 %). Střední část stupnice odpovídala malé nebo velké pórovitosti (bod 2 = 50 %).

U celkové jakosti vůně levá strana stupnice značila nevyhovující vůni (počátek v bodě 1 = 1 %) a pravá strana stupnice odpovídala velmi příjemné vůni (konec v bodě 3 = 100 %). Střední část stupnice odpovídala dobré vůni (bod 2 = 50 %).

U celkové jakosti chuti levá strana stupnice značila nevyhovující chuť; cizí, plesnivá, nepříjemná (počátek v bodě 1 = 1 %) a pravá strana stupnice odpovídala velmi příjemné chuti (konec v bodě 3 = 100 %). Střední část stupnice odpovídala dobré chuti (bod 2 = 50 %).

U celkového dojmu levá strana stupnice značila velmi špatný dojem (počátek v bodě 1 = 1 %) a pravá strana stupnice značila velmi dobrý dojem (konec v bodě 3 = 100 %). Střední část stupnice značila dobrý dojem (bod 2 = 50 %).

Vzorky č. 1 až 5 (Tab. 14) představují pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky.

Z výsledků je patrné, že pórovitost střídy hodnotitelé nejlépe vnímali u vzorků s přidavkem 10 a 20 % pohanky (78,23 a 74,00 %). Pórovitost vzorků č. 3 a 4 byla hodnocena spíše průměrně (malé nebo velké póry); avšak již statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) hůře. Nejhůře hodnotiteli vnímanou pórovitost měly vzorky s přidavkem 50 % pohanky (54,15 %).

Jakost vůně střídy byla nejpříjemnější u vzorků s přidavkem 10 % pohanky (55,92 % - spíše dobrá), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 30 % pohanky (49,17 %). Ostatní koncentrace pohanky jakost vůně nepatrně, avšak statisticky neprokazatelně snižovaly ( $p < 0,05$ ).

Jakost chuti střídy byla hodnocena nejlépe (spíše dobře) u vzorků s přidavkem 20 % pohanky (59,46 %). Statisticky prokazatelný rozdíl byl nalezen i u vzorků s přidavkem 40 a 50 % pohanky (48,08 a 52,33 %), naopak u vzorků s přidavkem 10 % pohanky (58,23 %) nebyl statisticky prokazatelný rozdíl v jakosti chuti. Nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 30 % pohanky (45,69 %).

Celkový dojem u střídy byl hodnocen nejlépe u vzorků s přidavkem 10 % pohanky (62,46 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 40 % pohanky (45,77 %). Celkový dojem střídy u vzorků s přidavkem 30 a 50 % pohanky (47,77 a 47,08 %) byl nepatrně a statisticky neprokazatelně ( $p < 0,05$ ) horší v porovnání s celkovým dojemem u vzorků s 10 % pohanky.

Tab. 14: Střída - Celozrnná pšeničná mouka + pohanka

Střída - Celozrnná pšeničná mouka + pohanka					
Číslo vzorku	Mouka + přídavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
1	360g celozrnná pšeničná + 40g pohanka	78,23	55,92	58,23	62,46
2	320g celozrnná pšeničná + 80g pohanka	74,00	53,77	59,46	59,00
3	280g celozrnná pšeničná + 120g pohanka	67,00	49,17	45,69	47,77
4	240g celozrnná pšeničná + 160g pohanka	61,54	49,46	48,08	45,77
5	200g celozrnná pšeničná + 200g pohanka	54,15	53,77	52,33	47,08

Vzorky č. 6 až 10 (Tab. 15) představují pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup.

Pórovitost střídy byla nejlépe hodnocena u vzorků s přidavkem 20 % krup (74,35 %) a nejhůře u vzorků s přidavkem 50 % krup (59,83 %); rozdíl byl statisticky prokazatelný

( $p < 0,05$ ). Ostatní koncentrace krup pórovitost snížili na 62,04 %, statisticky nevýznamně ( $p < 0,05$ ).

Nejpříjemnější vůni měly dle hodnocení vzorky s přidavkem 30 % krup (45,09 %), nejméně příjemnou vzorky s přidavkem 40 % krup (37,43 %). Intenzity příjemnosti však odpovídaly méně dobré vůni. Ostatní koncentrace krup jakost vůně snížily na 38,48 %, avšak mezi nimi nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl.

Jakost chuti byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 30 % krup (50,64 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 40 % krup (36,95 %). Ostatní koncentrace krup jakost chuti snížili na 41,00 %, ale mezi nimi nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl.

Celkový dojem u střídy byl hodnocen nejlépe u vzorku s přidavkem 20 % krup (48,50 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 40 % krup (36,05 %). U ostatních vzorků (přídavek 10, 30 a 50 % krup) byla jakost vůně hodnocena hůře a vyjma vzorku s přidavkem 50 % ječných krup, statisticky neprokazatelně ( $p < 0,05$ ).

Tab. 15: Střída - celozrnná pšeničná mouka + kroupy

Střída - celozrnná pšeničná mouka + kroupy					
Číslo vzorku	Mouka + přídavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
6	360g celozrnná pšeničná + 40g kroupy	67,17	43,45	45,91	46,09
7	320g celozrnná pšeničná + 80g kroupy	74,35	43,95	48,50	48,50
8	280g celozrnná pšeničná + 120g kroupy	71,43	45,09	50,64	48,23
9	240g celozrnná pšeničná + 160g kroupy	62,04	37,43	36,95	36,05
10	200g celozrnná pšeničná + 200g kroupy	59,83	38,48	41,00	40,82

Vzorky č. 11 až 15 (Tab. 16) představují pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček.

Jak ukazuje tabulka č. 16, pórovitost střídy hodnotitelé nejlépe vnímali u vzorků s přidavkem 10 % vloček (61,50 %), nejhůře (malé nebo velké póry) pak u vzorků s přidavkem 50 % vloček (41,75 %), hodnocení bylo statisticky prokazatelné ( $p < 0,05$ ). Statisticky prokazatelný rozdíl ( $p < 0,05$ ) v hodnocení pórovitosti střídy byl nalezen i u vzorků s přidavkem 20, 30 a 40 % ovesných vloček (61,42; 57,33 a 53,25 %).

Jakost vůně byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 10 % vloček (64,83 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 50 % vloček (51,91 %). Vůně u ostatních vzorků byla hodnocena jako dobrá (61,09 - 56,92 %); mezi nimi nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl ( $p < 0,05$ ).

Jakost chuti byla nejpříjemněji hodnocena u vzorků s přidavkem 10 % vloček (62,67 %), naopak nejhůře (spíše nepříjemná) a statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) byla hodnocena u vzorků s přidavkem 50 % vloček (35,75 %). Ostatní koncentrace vloček příjemnost chutě pečiva zhoršovaly (56,42 - 54,25 %); odpovídaly dobré chuti bez statisticky prokazatelného rozdílu ( $p < 0,05$ ) v porovnání se vzorky obsahující 10 % vloček.

Celkový dojem střídy byl hodnocen jako nejpříjemnější u vzorků s přidavkem 10 % vloček (66,42 %); téměř velmi špatný dojem vykazovaly vzorky s přidavkem 50 % vloček (38,25 %). Celkový dojem střídy pečiva s přidavkem 20 – 40 % ovesných vloček byl hodnocen jako dobrý (57,42 - 55,17 %).

Tab. 16: Střída – celozrnná pšeničná mouka + vločky

Střída – celozrnná pšeničná mouka + vločky					
Číslo vzorku	Mouka + přídavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
11	360g celozrnná pšeničná + 40g vločky	72,50	71,20	70,50	71,10
12	320g celozrnná pšeničná + 80g vločky	61,42	56,92	56,42	57,42
13	280g celozrnná pšeničná + 120g vločky	57,33	61,09	54,25	55,17
14	240g celozrnná pšeničná + 160g vločky	53,25	57,67	56,08	57,75
15	200g celozrnná pšeničná + 200g vločky	41,75	51,91	35,75	38,25

Vzorky č. 16 až 20 (Tab. 17) představují pečivo z celozrnné mouky žitné s přídavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup.

Pórovitost střídy hodnotitelé nejlépe vnímali u vzorků s přídavkem 50 % krup (53,67 %), nejhůře hodnotiteli vnímané vzorky byly s přídavkem 30 % krup (42,45 %). Pórovitost ostatních vzorků celozrnného žitného pečiva (přídavek 10, 20 a 40 % ječných krup) hodnotili průměrně (48,83 - 46,58 %), bez statisticky prokazatelného rozdílu ( $p < 0,05$ ).

Jakost vůně byla hodnocena nejlépe u vzorků s přídavkem 50 % krup (62,50 %), nejhůře ( $p < 0,05$ ) hodnoceny byly vzorky s přídavkem 40 % krup (44,25 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) nejmenší příjemnost vůně byla nalezena i u vzorků s přídavkem 10, 20 a 30 % krup (54,25; 48,42 a 50,83 %), i přesto, že byla zhodnocena jako dobrá (průměrná).

Jakost chuti byla nejpříjemnější u celozrnného žitného pečiva s přídavkem 50 % ječných krup (57,67 %), nejméně příjemná ( $p < 0,05$ ) pak u vzorků s přídavkem 20 % krup (44,42 %). Statisticky prokazatelný rozdíl byl nalezen i u vzorků s přídavkem 10, 30 a 40 % krup (51,83, 47,83 a 44,67 %).

Nejpříjemněji se celkový dojem střídy jevil u vzorků s přidavkem 50 % krup (58,83 %, vzorek č. 20), statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) nejméně příjemný se zdál hodnotitelům u vzorků s přidavkem 40 % krup (46,00 %). Statisticky prokazatelný rozdíl byl nalezen i u vzorků s přidavkem 20 a 30 % pohanky (49,67 a 50,67 %), naopak u vzorků s přidavkem 10 % pohanky (53,75 %) nebyl prokazatelný rozdíl v hodnocení příjemnosti celkovém vzhledu střídy (v porovnání se vzorkem č. 20).

Tab. 17: Střída - celozrnná žitná mouka + kroupy

Střída - celozrnná žitná mouka + kroupy					
Číslo vzorku	Mouka + přidavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
16	360g celozrnná žitná + 40g kroupy	46,58	54,25	51,83	53,75
17	320g celozrnná žitná + 80g kroupy	49,27	48,42	44,42	49,67
18	280g celozrnná žitná + 120g kroupy	42,45	50,83	47,83	50,67
19	240g celozrnná žitná + 160g kroupy	48,83	44,25	44,67	46,00
20	200g celozrnná žitná + 200g kroupy	53,67	62,50	57,67	58,83

Vzorky č. 21 až 25 (Tab. 18) představují pečivo z celozrnné mouky špaldové s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup.

Pórovitost hodnotitelé nejlépe vnímali u vzorků s přidavkem 30 % krup (67,10 %), průměrná avšak nejhůře hodnocená ( $p < 0,05$ ) byla u vzorků s přidavkem 50 % ječných krup (52,20 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) horší byla hodnocena pórovitost i u vzorků s přidavkem 10, 20 a 40 % ječných krup (59,67; 61,22 a 56,67 %), ovšem stále se pohybovala mírně nad průměrem.

Nejpříjemnější vůni vykazovalo špaldové celozrnné pečivo s přidavkem 10 % (47,89 %), nejméně příjemnou vůni mělo pečivo s přidavkem 20 % krup (37,40 % - blíže

k nevyhovující vůni). Statisticky prokazatelně méně příjemná vůně byla zjištěna i u pečiva s přidavkem 30, 40 a 50 % krup (44,50; 40,22 a 39,00 %).

Jakost chuti byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 30 % (44,80 %), téměř nevyhovující chuť ( $p < 0,05$ ) byla hodnotiteli zaznamenána u pečiva s přidavkem 50 % krup (21,40 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) nepříjemnou až nevyhovující chuť uvedli hodnotitelé i u pečiva s přidavkem 20 a 40 % krup (30,80 a 29,50 %).

Celkový dojem ze střídy byl nejpříjemnější u celozrnného špaldového pečiva s přidavkem 30 % krup (45,00 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 50 % krup (24,80 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) horší celkový dojem byl nalezen i u vzorků s přidavkem 10, 20 a 40 % krup (40,00; 37,30 a 30,50 %). Celkový dojem byl u všech vzorků hodnocen spíše za špatný.

Tab. 18: Střída - celozrnná špaldová mouka + kroupy

Střída - celozrnná špaldová mouka + kroupy					
Číslo vzorku	Mouka + přidavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
21	360g celozrnná špaldová + 40g kroupy	59,67	47,89	40,00	40,00
22	320g celozrnná špaldová + 80g kroupy	61,22	37,40	30,80	37,30
23	280g celozrnná špaldová + 120g kroupy	67,10	44,50	44,80	45,00
24	240g celozrnná špaldová + 160g kroupy	56,67	40,22	29,50	30,50
25	200g celozrnná špaldová + 200g kroupy	52,20	39,00	21,40	24,80

Vzorky č. 26 až 30 (Tab. 19) představují pečivo z celozrnné mouky špaldové s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček.

Z výsledků je patrné, že pórovitost hodnotitelé nejlépe vnímali u vzorků s přidavkem 20 % ovesných vloček (78,10 %), dále pak u vzorků s přidavkem 30 a 40 % vloček



(75,00 a 73,50 %). Nejhůře a statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) horší pórovitost mělo celozrnné špaldové pečivo s přidavkem 50 % vloček (66,05 %). U vzorků s přidavkem 10 % vloček (69,60 %) byla pórovitost hodnocena nadprůměrně dobře, avšak s porovnáním se vzorky č. 22 - 24 statisticky prokazatelně hůře ( $p < 0,05$ ).

Jakost vůně byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 40 % vloček (67,00 %), nejméně příjemná pak u vzorků s přidavkem 50 % vloček (47,36 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) méně příjemnou vůni měly i vzorky s přidavkem 10, 20 a 30 % ovesných vloček (54,40, 62,40 a 64,00 %).

Jakost chuti byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 30 % vloček (67,10 %), následně pak pečivo s přidavkem 20 a 40 % ovesných vloček (65,30 % a 66,10 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) méně příjemnější chuť vykazovalo špaldové celozrnné pečivo s přidavkem 10 a 50 % vloček (51,00 a 43,50 %).

Celkový dojem u střídy byl hodnocen nejlépe u vzorků s přidavkem 40 % vloček (69,00 %). Špaldové celozrnné pečivo s přidavkem 20 a 30 % ovesných vloček se hodnotitelům celkově jeví méně příjemné (66,20 a 65,70 %), ovšem statisticky prokazatelný rozdíl ( $p < 0,05$ ) byl nalezen jen u vzorků s přidavkem 10 % vloček (56,70 %) a 50 % vloček (41,23 %).

Tab. 19: Střída - celozrnná špaldová mouka + vločky

Střída - celozrnná špaldová mouka + vločky					
Číslo vzorku	Mouka + přídatek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
26	360g celozrnná špaldová + 40g vločky	69,60	54,40	51,00	56,70
27	320g celozrnná špaldová + 80g vločky	78,10	62,40	65,30	66,20
28	280g celozrnná špaldová + 120g vločky	75,00	64,00	67,10	65,70
29	240g celozrnná špaldová + 160g vločky	73,50	67,00	66,10	69,00
30	200g celozrnná špaldová + 200g vločky	66,05	47,36	43,50	41,23

Vzorky č. 31 až 35 (Tab. 20) představují pečivo z celozrnné mouky špaldové s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky.

Jak ukazuje tabulka č. 20, pórovitost hodnotitelé nejlépe vnímali u vzorků s přidavkem 10 % pohanky (67,82 %). Nejhůře hodnotiteli vnímané vzorky byly s přidavkem 50 % pohanky (39,29 %) - žádná nebo velmi vysoká pórovitost. Ostatní koncentrace pohanky pórovitost snížily na 55,45 %, ale mezi nimi nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl ( $p < 0,05$ ).

Jakost vůně byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 10 a 50 % pohanky (48,55 a 48,50 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 20 a 30 % pohanky (35,05 %).

Nejpříjemněji, avšak celkově podprůměrně, byla hodnocena chuť u vzorků s přidavkem 10 % pohanky (48,33 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 30 % pohanky (27,52 %). Statisticky prokazatelně méně příjemná chuť ( $p < 0,05$ ) byla nalezena i u vzorků s přidavkem 20, 40 a 50 % pohanky (39,05, 37,90 a 43,12 %).

Celkový dojem u střidy byl nejlépe, a opět celkově podprůměrně, hodnocen u špaldového pečiva s přidavkem 10 % pohanky (47,91 %). Nejhorší celkový dojem mělo špaldové

celozrnné pečivo s přidavkem 30 % pohanky (28,67 %). Statisticky prokazatelně ( $p < 0,05$ ) horší celkový dojem byl zjištěn i u vzorků s přidavkem 20, 40 a 50 % pohanky (37,86, 36,30 a 41,12 %).

Tab. 20: *Střída - celozrnná špaldová mouka + pohanka*

Střída - celozrnná špaldová mouka + pohanka					
Číslo vzorku	Mouka + přidavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
31	360g celozrnná špaldová + 40g pohanka	67,82	48,55	48,33	47,91
32	320g celozrnná špaldová + 80g pohanka	61,50	35,05	39,05	37,86
33	280g celozrnná špaldová + 120g pohanka	62,86	35,05	27,52	28,67
34	240g celozrnná špaldová + 160g pohanka	55,45	38,55	37,90	36,30
35	200g celozrnná špaldová + 200g pohanka	39,29	48,50	43,12	41,12

Vzorky č. 36 až 40 (Tab. 21) představují pečivo z celozrnné mouky žitné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky.

Pórovitost žitného celozrnného pečiva s přidavkem pohanky hodnotitelé označili spíše jako nevyhovující (žádná nebo velmi vysoká pórovitost). Nejlépe hodnotitelé vnímali pórovitost u vzorků s přidavkem 40 % pohanky (31,39 %), nejhůře hodnotiteli vnímaná pórovitost byla u vzorků s přidavkem 50 % pohanky (14,53 %). U pečiva s přidavkem 10 – 30 % pohanky byla pórovitost v rozmezí intenzit 26,28 - 19,44 %, ale mezi těmito vzorky pečiva nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl ( $p < 0,05$ ).

Jakost vůně byla u všech vzorků celozrnného žitného pečiva hodnocena za méně příjemnou. Nejlépe hodnocena byla u vzorků s přidavkem 30 % pohanky (42,61 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 50 % pohanky (33,56 %). Ostatní koncentrace pohan-

ky příjemnost vůně snížily až na 33,89 %; mezi těmito vzorky nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl ( $p < 0,05$ ).

Jakost chuti byla pro hodnotitele nejpříjemnější u vzorků s přidavkem 10 % pohanky (41,67 %), nejméně příjemná pak u vzorků s přidavkem 50 % pohanky (30,41 %). Ostatní koncentrace pohanky dávaly pečivu méně příjemnou chuť v rozmezí 31,17 – 36,28 %, ale mezi nimi nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl ( $p < 0,05$ ).

Celkový dojem u střídy byl hodnocen u všech vzorků spíše špatně. Nejlépe se ze skupiny vzorků jeví pečivo s přidavkem 10 % pohanky (38,56 %), nejhůře pak s přidavkem 20 % pohanky (29,94 %). Intenzitu celkového dojmu u vzorků č. 38 - 40 s koncentrací 30 – 50 % pohanky měly oproti vzorkům č. 36 nižší, statisticky prokazatelně významnou ( $p < 0,05$ ).

Tab. 21: Střída – celozrnná žitná mouka + pohanka

Střída – celozrnná žitná mouka + pohanka					
Číslo vzorku	Mouka + přidavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
36	360g celozrnná žitná + 40g pohanka	26,28	33,89	41,67	38,56
37	320g celozrnná žitná + 80g pohanka	19,44	37,06	33,22	29,94
38	280g celozrnná žitná + 120g pohanka	22,61	42,61	36,28	36,17
39	240g celozrnná žitná + 160g pohanka	31,39	35,44	31,17	34,78
40	200g celozrnná žitná + 200g pohanka	14,53	33,56	30,41	30,65

Vzorky č. 41 až 45 (Tab. 22) představují pečivo z celozrnné mouky žitné s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček.

Z výsledků je patrné, že pórovitost hodnotitelé nejlépe vnímali u vzorků s přidavkem 10 % ovesných vloček (69,22 %), nejhůře hodnotiteli vnímané vzorky byly s přidavkem

30 % vloček (51,89 %). Statisticky prokazatelný rozdíl ( $p < 0,05$ ) byl nalezen i u vzorků s přidavkem 20, 40 a 50 % ovesných vloček (66,22, 56,67 a 59,50 %).

Jakost vůně byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 10 % vloček (69,11 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 50 % vloček (39,75 %). Statisticky prokazatelný rozdíl ( $p < 0,05$ ) byl nalezen i u vzorků s přidavkem 20, 30 a 40 % ovesných vloček (65,78, 63,78 a 58,22 %).

Jakost chuti byla hodnocena nejlépe u vzorků s přidavkem 10 % vloček (68,11 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 50 % vloček (46,13 %). Příjemnost chutě u pečiva s koncentrací 20 - 40 % pohanky byla jen mírně horší, avšak statisticky prokazatelně rozdílná ( $p < 0,05$ ).

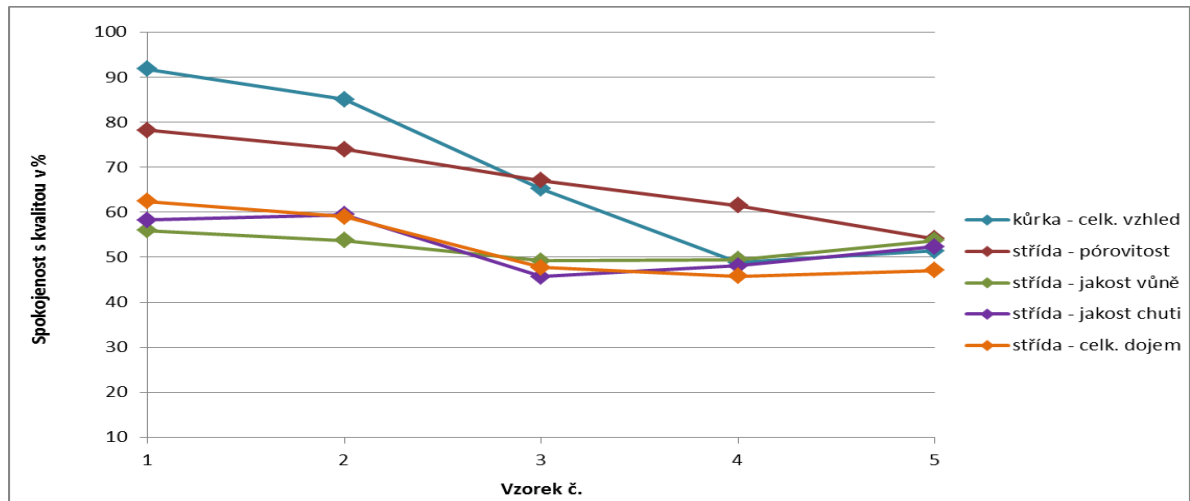
Celkový dojem u střídy byl hodnocen nejlépe u vzorků s přidavkem 20 a 30 % vloček (66,00 %), nejhůře hodnoceny byly vzorky s přidavkem 50 % vloček (39,50 %). Ostatní koncentrace vloček intenzitu příjemnosti celkového dojmu pečiva snižovaly od 60,33 % do 51,22 %, ale mezi nimi nebyl zjištěn statisticky prokazatelně významný rozdíl ( $p < 0,05$ ).

Tab. 22: Střída - celozrnná žitná mouka + vločky

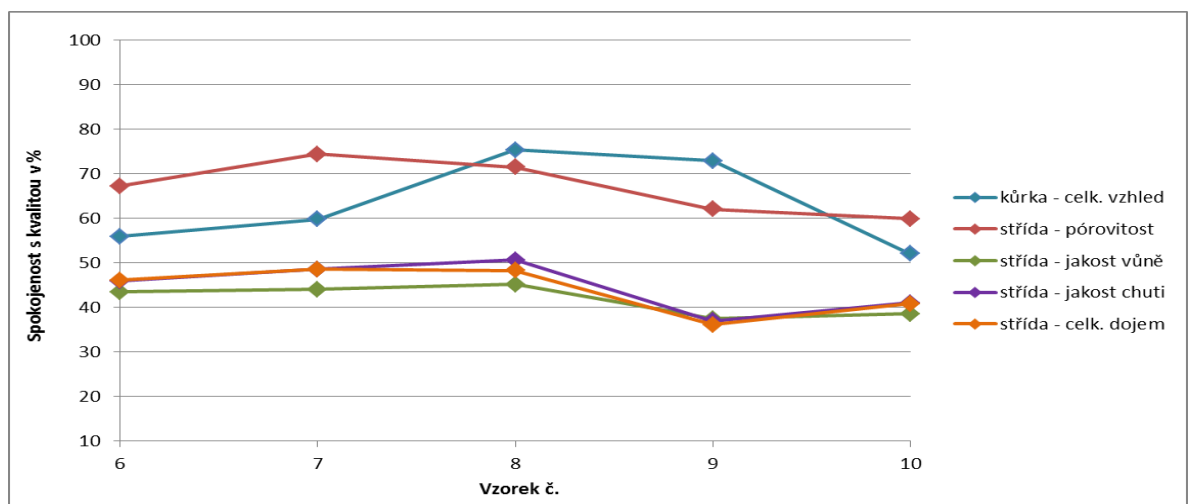
Střída - celozrnná žitná mouka + vločky					
Číslo vzorku	Mouka + přidavek [g]	pórovitost [%]	jakost vůně [%]	jakost chuti [%]	celkový dojem [%]
41	360g celozrnná žitná + 40g vločky	69,22	69,11	68,11	60,33
42	320g celozrnná žitná + 80g vločky	66,22	65,78	65,11	66,00
43	280g celozrnná žitná + 120g vločky	51,89	63,78	66,56	66,00
44	240g celozrnná žitná + 160g vločky	56,67	58,22	57,22	51,22
45	200g celozrnná žitná + 200g vločky	59,50	39,75	46,13	39,50

## 5.2 Grafické znázornění hodnocených parametrů celozrnného pečiva

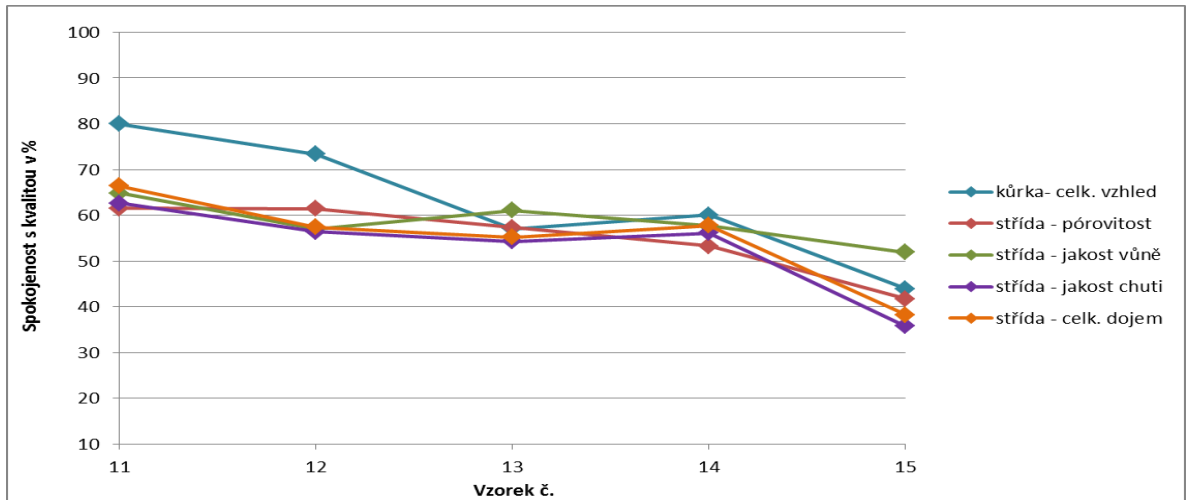
V následujících grafech 1 - 9 jsou seřazeny posuzované vzorky celozrnného pečiva s příslušnými poměry ingrediencí. Osa x vyjadřuje jednotlivé vzorky, osa y vyjadřuje intenzitu daných deskriptorů v procentech pro každý sledovaný parametr.



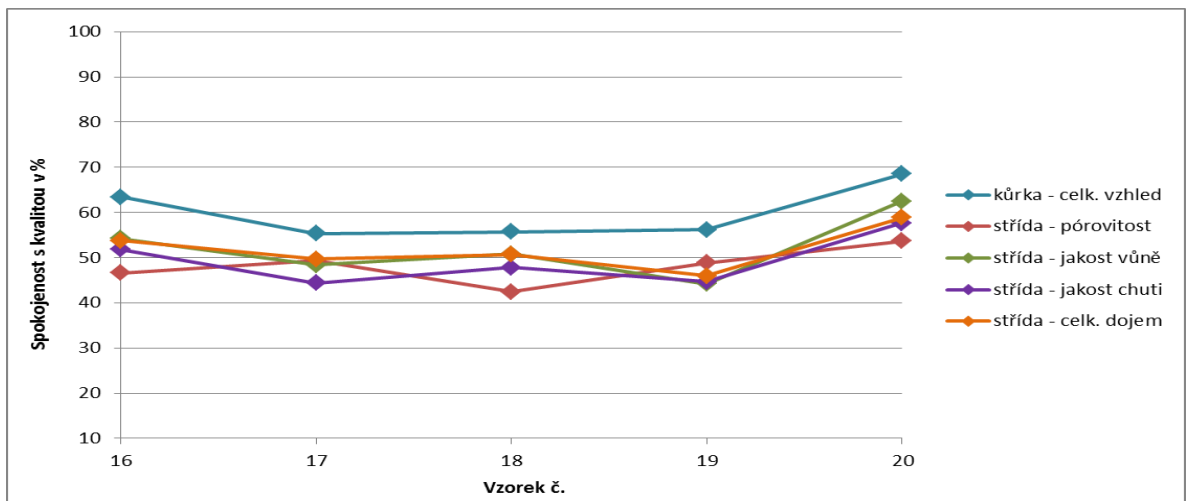
Graf 1: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného pšeničného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky (vzorky č. 1 - 5).



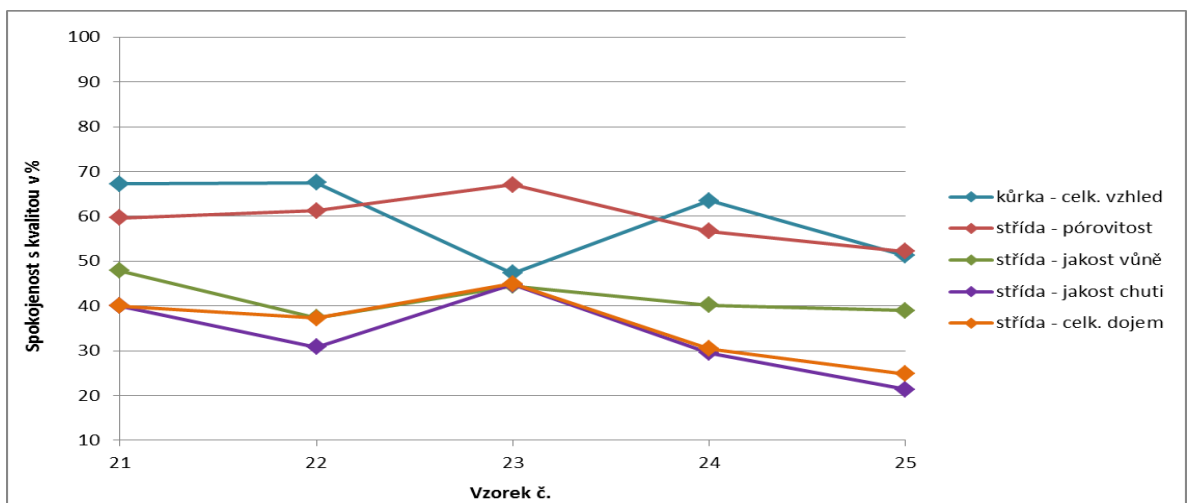
Graf 2: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného pšeničného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup (vzorky č. 6 - 10).



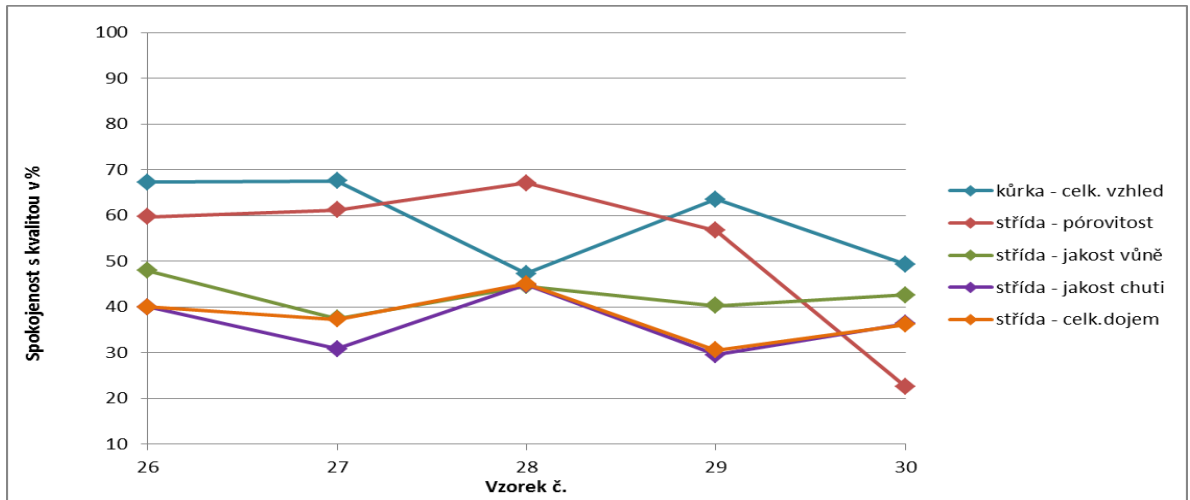
Graf 3: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného pšeničného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček (vzorky č. 11 - 15).



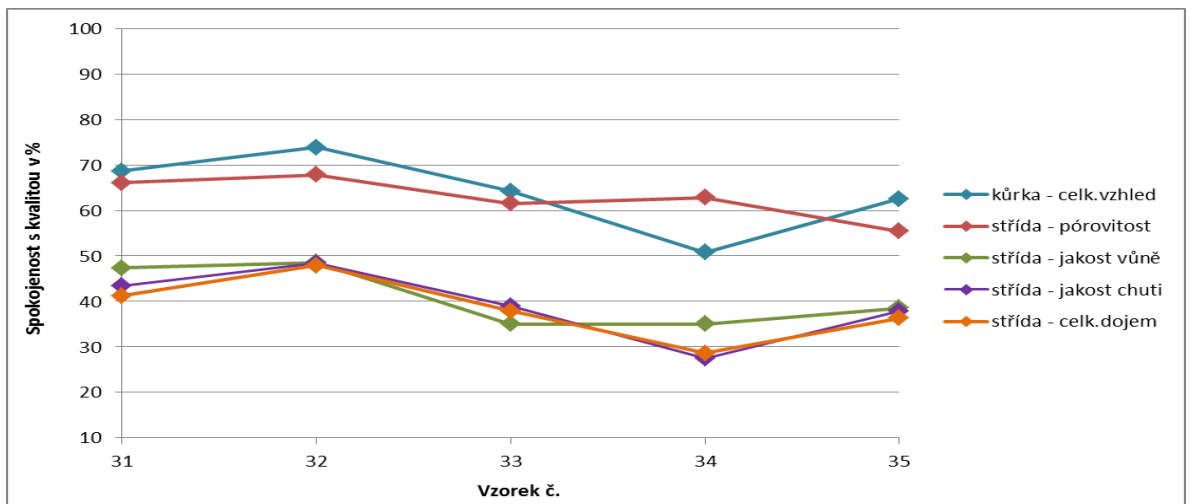
Graf 4: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného žitného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup (vzorky č. 16 - 20).



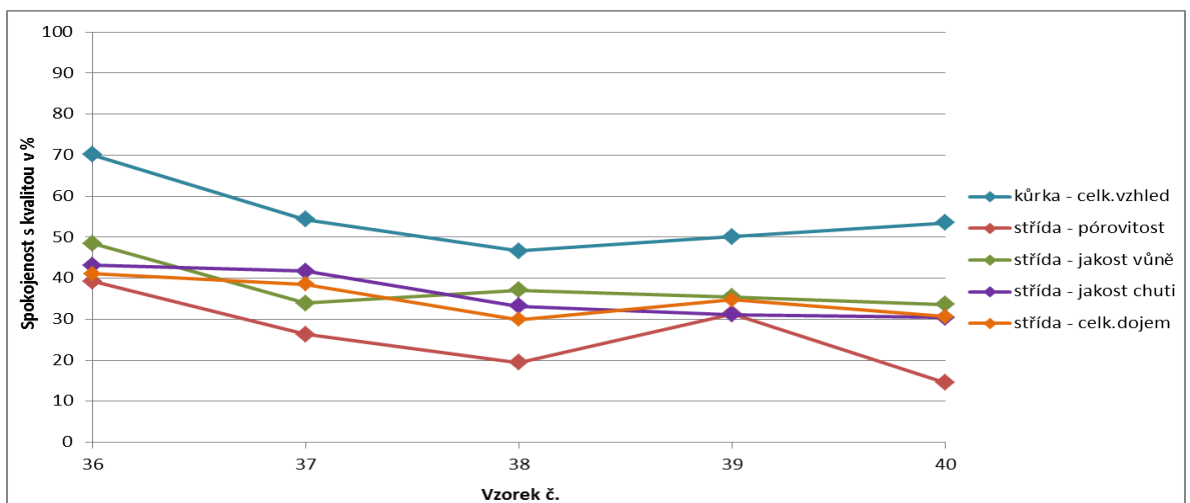
Graf 5: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného špaldového pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup (vzorky č. 21 - 25).



Graf 6: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného špaldového pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček (vzorky č. 26 - 30).

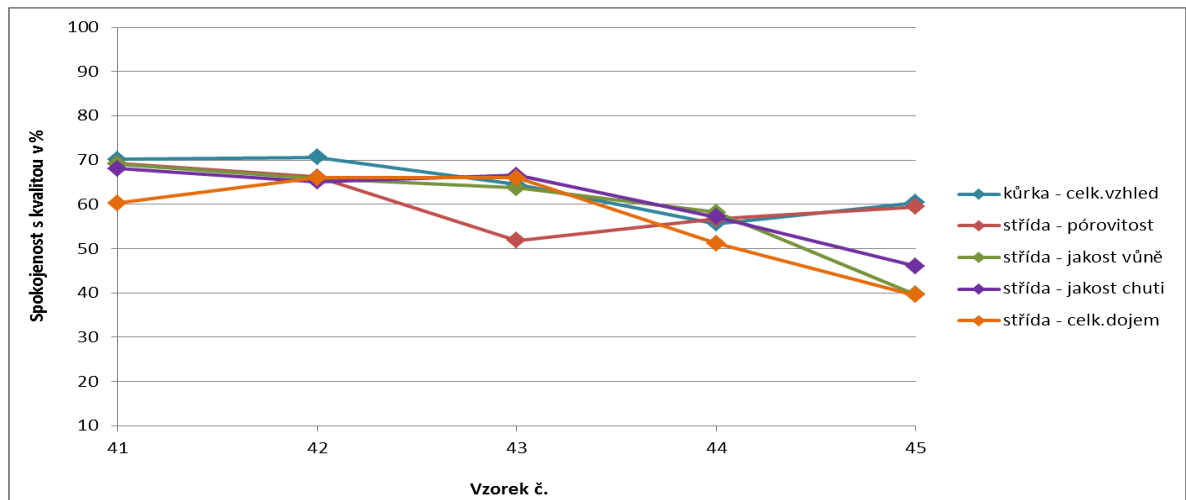


Graf 7: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného špaldového pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky (vzorky č. 31 - 35).



Graf 8: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného žitného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky (vzorky č. 36 - 40).





Graf 9: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného žitného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček (vzorky č. 41 - 45).

Účelem v této práci bylo zjistit pozitivní nebo negativní vliv přidavku cereálií na pečivo. Jak ukazují grafy 1 - 9 přidavek cereálií se u jednotlivých druhů v celkovém vyhodnocení jednotlivých parametrů lišil. Nejhuře ve všech parametrech byly hodnoceny vzorky celozrnného žitného pečiva (vzorky č. 36 - 40) s přidavkem pohanky, a to zejména v hodnocení pórovitosti střídy, následně pak v jakosti chuti a vůně. Nejhuře hodnotiteli vnímaná byla pórovitost střídy u vzorků celozrnného žitného pečiva s přidavkem 50 % pohanky (14,53 %). To mohlo být způsobeno tím, že žitná mouka obsahuje bílkoviny, které nejsou schopny vytvořit souvislou prostorovou síť, která je nosnou kostrou u pšeničného pečiva, jak uvádí Kučerová (2004). U žitné mouky proto spolupůsobí při vázání vody již za normální teploty při hnětení žitné pentosany a při tvorbě střídy hotového výrobku i škrob [3].

Druhou skupinou vzorků s celkově nejhorším hodnocením byly vzorky pečiva z celozrnné mouky špaldové obsahující pohanku (č. 31 – 35). V tomto případě byla nejhuře hodnocena jakost chuti a celkový dojem u střídy. Jakost chuti a celkového dojmu byla nejhuře hodnocena u vzorků s přidavkem 30 % pohanky. Podle Moudrého et al. (2005) má mouka z endospermu pohanky v porovnání s moukou z pšenice nižší obsah škrobu a odlišnou kvalitu bílkovin a proto mohou mít výrobky méně pórovitou až drobivou střídu. Navíc také popisuje, že výrobky z ní jsou chuťově nevýrazné a nemají pohankovou vůni [66].

Pečivo z celozrnné žitné mouky s přidavkem ječných krup bylo hodnoceno ve všech deskriptorech mírně nadprůměrně, zajímavostí byly velmi malé odchylky v hodnocení jednotlivých deskriptorů.

Celkově nejlépe hodnoceným vzorkem byl vzorek č. 1, přičemž ani jedno z dílčích hodnocení nekleslo pod 50 %. Obecně nejlépe hodnocené pečivo bylo z celozrnné mouky pšeničné (vzorky č. 1 - 5). Nejlépe byly hodnoceny vzorky pečiva s přidavkem 10 % pohanky, zejména šlo o celkový vzhled kůrky (91,77 %) a pórovitost (78,23%). Nejhůře hodnotiteli vnímané vzorky č. 1 - 5 u celkového vzhledu kůrky byly s přidavkem 40 % pohanky (48,85 %). To mohlo být způsobeno tím, že pohanková mouka s vysokým obsahem mikročástic (slupek) má nahořklou chuť a černočervenou barvu [66]. Přidává se do pečiva s vyšším obsahem vlákniny. Tato mouka obsahuje plevy, které ji obohacují o rutin [66]. Pórovitost střídy u těchto vzorků hodnotitelé nejlépe vnímali s přidavkem 10 % pohanky (78,23 %), nejhůře vnímané vzorky byly s přidavkem 50 % pohanky (54,15 %). Semena pohanky totiž neobsahují lepek. Škrob je hlavním sacharidem pohanky, jehož kvalita určuje chuť a konzistenci pohankové kaše a vedle bílkovin značně ovlivní texturní charakteristiky pohankových produktů. Pohankový škrob obsahuje amylozu 42 – 52 %, což je dvakrát vyšší obsah než u pšenice. Škrob má počáteční teplotu mazovatění 64 °C, proto nemá vhodnou kvalitu pro pekařské účely [66]. Pórovitost je tvořena také činností kvasinek, které vytvářejí svou životní činností (zkvašováním cukrů) oxid uhličitý, který těsto, a tím i hotový výrobek, kypří [15]. Je ovšem také z velké míry ovlivněna přítomností škrobu v substrátu [7].

Důležité bylo zjistit, jaké pečivo spotřebitelé preferují. Na základě provedeného výzkumu lze říci, že hodnotitelé nejvíce preferují pečivo z celozrnné mouky pšeničné, těsně následované pečivem z mouky celozrnné špaldové, kde vždy alespoň u jednoho parametru, hodnocení významně přesáhlo hranici 70 %, což se nepodařilo u žádného jiného vzorku z mouky žitné. To by mohlo odpovídat tomu, že pšeničná mouka je nejčastěji používaná k výrobě běžného pečiva a spotřebitel je na tyto výrobky zvyklý. Avšak výhodou pečiva vyrobeného z celozrnné pšeničné mouky je v porovnání s bílým pečivem několikanásobný obsah výživných látek. V celém zrnu pšenice se nacházejí všechny potřebné živiny – včetně vlákniny. [46]. Naopak žitné mouky se používají především na výrobu chleba a speciálních druhů pekařských výrobků nebo se přidávají k mouce pšeničné, protože těsta ze žitných mouk jsou velmi lepivá a hůře se zpracovávají [48]. Žitné slizy mají velkou bobtnací schopnost a poutají vlhkost ve střídě [11]. Při mletí celozrnné žitné mouky nejsou odstraněny obalové vrstvy a klíček, které obsahují největší množství cenných látek (vitamíny, minerály, kvalitní tuk) a vlákniny [43].

Účelem v této práci bylo zjistit, jaký poměr přidaných cereálií do pečiva bude spotřebitelem nejlépe vnímán. Z výše uvedeného lze tedy říci, že nejlépe jsou hodnoceny vzorky s nižším poměrem přidávaných cereálií (10, 20 a 30 %). Výjimku tvoří vzorky č. 16 – 20 z celozrnné mouky pšeničné s přidavkem ovesných vloček, které mají z počátku klesající tendenci, od jistého poměru mouky a cereálií začíná mít ovšem hodnocení stoupající charakter, přičemž nejlepšího hodnocení dosahuje právě u největšího poměru cereálií (50 %) na mouce. To mohlo být způsobeno i tím, že se u obilovin ve vnitřní aleuronové vrstvě buněčných stěn endospermu nachází také  $\beta$ -glukany [67]. Smíšené vazby, které tvoří ovesné  $\beta$ -glukany jsou důležité pro jejich fyzikální vlastnosti jako je viskozita a rozpustnost. Přítomnost dvou typů vazeb zabraňuje sdružování řetězců do pevných celků a umožňuje jejich rozpustnost ve vodě. Oves obsahuje 1,8 - 7,9 %  $\beta$ -glukanů, u pšenice a žita je hlavní složkou rozpustné vlákniny arabinoxylan a množství  $\beta$ -glukanu je malé. U ovsa se vyskytují také avenanthramidy, které mají vliv na čerstvou chuť ovesných výrobků [68,69,70,71].

Hodnocení kůrky a pórovitosti střídy dosáhlo ve většině případů nejlepšího hodnocení, nedá se ovšem pozorovat pravidelnost v poklesu či nárůstu hodnocení v závislosti na podílu přidávaných cereálií. To vysvětluje skutečnost, že přidávané cereálie obsahovaly větší množství karotenoidních a flavonoidních barviv, která mohla mít částečný vliv na barvu střídy. Flavonoidy jsou nejčastěji se vyskytujícími polyfenoly v naší výživě a patří mezi ně mimo jiné i rozpustné, modré až červené proantokyanidiny, vyskytující se i v cereáliích [72]. Sloučeniny antokyanidinů se vyskytují v pigmentech oplodí u ječmene, pšenice i žita [73]. Důležitým faktorem pozitivního hodnocení střídy pečiva je škrob, hlavní složka endospermu. Obsah tohoto zásobního polysacharidu se v zrně pohybuje v množství 60 – 70 % [74]. V mouce je však obsah škrobu vyšší (75 – 80 %). Škrobová zrna, složená ze dvou frakcí – amylosy a amylopektinu, mají velký význam pro pekařské účely. Spočívá především v tom, že po ochlazení výrobku se vytváří pružný škrobový gel, jenž je hlavním nositelem vláčnosti a vody obsažené ve střídě pečiva [7, 75].

Protože při pečení nebyly použity žádné enzymy ani jiné zlepšující přípravky do pečiva, nemohlo dojít k dokonalému rozložení polysacharidů - celulózy a hemicelulózy. To se negativně projevilo na hodnocení chuti a vůně napečených vzorků, kde je zaznamenán nejčastější výskyt horšího hodnocení v porovnání s ostatními deskriptory. Polysacharidy jsou však z technologického hlediska vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin. Celulóza vykazuje v pekařských výrobcích z celozrnné mouky příznivé účinky na fyziolo-

gii trávení a její konzumace zlepšuje nepříliš dobrou bilanci spotřeby vlákniny populace [2]. Celulóza je však nerozpustný vláknitý polysacharid složený z celobiózových jednotek, látka bez chuti a zápachu, která může negativně ovlivňovat objem a střidu pečiva [76, 77].

## 6. ZÁVĚR

Cílem práce byla snaha vyrobit a porovnat celozrnné pečivo s přidavkem vybraných cereálií, které by mohly zlepšit sensorické a zároveň výživové (obsah vlákniny) vlastnosti výrobků bez použití enzymových či zlepšujících preparátů.

Až na výjimku pečiva z celozrnné mouky žitné s přidavkem ječných krup, kde bylo hodnocení v podstatě stabilní, byl zpozorován znatelný vliv na vývoj všech sledovaných deskriptorů. U celozrnné mouky špaldové s přidavky ječných krup a ovesných vloček byly zjištěny nepravidelné výkyvy v hodnocení. U všech ostatních vzorků postupné navyšování podílu cereálií ve směsi vedlo k poklesu hodnocení vzorků pečiva. Původní předpoklad, že grafy budou mít pravidelně sestupný či vzestupný charakter se po zpracování výsledků šetření nepotvrdil u všech vzorků. Zejména u špaldového pečiva s přidavkem 30 - 40% cereálií je patrný prudší výkyv oběma směry (nahoru i dolů) oproti vývoji.

U pečiva z celozrnné špaldové mouky nejlepší hodnocení celkového vzhledu kůrky získalo pečivo s přidavkem 20 % ovesných vloček (78,90 %). Průměrné nejlepší hodnocení celkového vzhledu kůrky (75,50 %) získaly vzorky s přidavkem ovesných vloček. Průměrné nejhorší hodnocení (59,37 %) měla kůrka s přidavkem ječných krup, přičemž nejhůře hodnocené vzorky byly při podílu 30 % ječných krup (47,30 %).

Pečivo z celozrnné pšeničné mouky získalo nejlepší hodnocení celkového vzhledu kůrky s přidavkem 10 % pohanky (91,77 %). Průměrné nejlepší hodnocení celkového vzhledu kůrky (68,47 %) získaly vzorky s přidavkem pohanky. Průměrné nejhorší hodnocení (62,87 %) měla kůrka s přidavkem ovesných vloček, přičemž nejhůře hodnocené vzorky byly při podílu 50 % ovesných vloček (43,92 %).

U pečiva z celozrnné žitné mouky nejlepší hodnocení celkového vzhledu kůrky získalo pečivo s přidavkem 20 % ovesných vloček (70,67 %). Průměrné nejlepší hodnocení celkového vzhledu kůrky (64,28 %) získaly vzorky s přidavkem ovesných vloček. Průměrné nejhorší hodnocení (50,78 %) měla kůrka s přidavkem pohanky, přičemž nejhůře hodnocené vzorky byly při podílu 20 % pohanky (46,61 %).

Nejlepší pórovitost střídy u celozrnného pečiva byla následující: pečivo z celozrnné pšeničné mouky s přidavkem pohanky 10 nebo 20 %, pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přidavkem ovesných vloček 10 %, pečivo z celozrnné mouky špaldové s přidavkem ovesných vloček v koncentraci 20, 30 a 40 %, kde hodnocení přesáhlo 70 %.

Nejlepším celozrnným pečivem v jakosti vůně střídy bylo následující: pečivo z celozrnné pšeničné mouky s přídavkem ovesných vloček 10 nebo 30 %, pečivo z celozrnné mouky žitné s přídavkem ječných krup 50 %, pečivo z celozrnné mouky žitné s přídavkem ovesných vloček 10, 20 nebo 30 %, pečivo z celozrnné mouky špaldové s přídavkem ovesných vloček 20, 30 nebo 40 %, kde hodnocení přesáhlo 60 %.

Nejlepším celozrnným pečivem v jakosti chuti střídy bylo následující: pečivo z celozrnné mouky pšeničné s přídavkem ovesných vloček 10 %, pečivo z celozrnné mouky špaldové s přídavkem ovesných vloček 20, 30 nebo 40 %, pečivo z celozrnné mouky žitné s přídavkem ovesných vloček 10, 20 nebo 30 %, kde hodnocení přesáhlo 60 %.

Nejlepším celozrnným pečivem podle celkového dojmu střídy bylo následující: pečivo z celozrnné pšeničné mouky s přídavkem pohanky 10 %, pečivo z celozrnné pšeničné mouky s přídavkem ovesných vloček 10 %, pečivo z celozrnné mouky špaldové s přídavkem ovesných vloček 20, 30 nebo 40 %, pečivo z celozrnné mouky žitné s přídavkem ovesných vloček 10, 20 nebo 30 %, kde hodnocení přesáhlo 60 %.

Z výše uvedeného je patrné, že nejlepší cereálií (nejlépe hodnocenou) přidávané do pečiva jsou ovesné vločky. Nejhorší cereálií (nejhůře hodnocenou) se pak jeví pohanka, těsně následována kroupami.

Lze tedy říci, že nejlépe jsou hodnoceny vzorky s nižším poměrem přidávaných cereálií (10 %, 20 % i 30 %). Výjimkou byly vzorky pečiva z celozrnné mouky pšeničné s přídavkem ovesných vloček, které měly z počátku klesající tendenci, od jistého poměru mouky a cereálií začalo mít ovšem hodnocení stoupající charakter, přičemž nejlepšího hodnocení dosahuje právě u největšího poměru cereálií (50 %) na mouce.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] NOVÁKOVÁ, E.: *Český chléb – zdroj energie a nutričních látek*. Potravinářská revue, 2010, č. 7, s. 19 – 21.
- [2] KOPÁČOVÁ, O.: *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2007, 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [3] KUČEROVÁ, J.: *Technologie cereálií*. 1. vydání, Brno: Mendlova zemědělská a lesnická universita v Brně, 2004, 141 s. ISBN 80-7157-811-8.
- [4] KRUNTORÁD, F.: *Pekařské směsi bez přídavných látek zaměřené na zdravou výživu*. Potravinářská revue, 2010, s. 43 – 44.
- [5] *Vyhláška č. 333/1997 Sb., O potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, ve znění pozdějších předpisů* [online], [cit. 2011-12-23], Dostupné online na:  
<<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&docType=ART&nid=11816>>
- [6] BERANOVÁ, M.: *Jídlo a pití v pravěku a ve středověku*, Academia, Praha 2005, 1. vydání, 359 s. ISBN 80-200-1340-7.
- [7] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M.: *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*, 1. vydání, Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze, 2004, 20 s. ISBN: 80-7080-530-7.
- [8] GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E.: *Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekářských cereálií*, *Nova Biotechnologica IV- I*, 2004, 133- 154 s. ISSN 1338-6905.
- [9] PELIKÁN, M.: *Zpracování obilovin a olejnin*. Brno, MZLU, 1. vydání 1996, dotisk 1999, 152 s. ISBN 80-7157-195-4.
- [10] KOMPRDA, T.: *Základy výživy člověka*. Brno, MZLU, 1. vydání 2003, 164 s. ISBN 80-7157-655-7.
- [11] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I.: *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, 1. vydání, Zlín: UTB Zlín, 2006, 178 s. ISBN 80-7318-372-2.

- [12] LÁSZTIFY, R., HIDVÉGI, M.: *Amino acid composition and biological value of cereal proteins*. Académia Kiadó, Budapest, Hungary, 1985, s. 662. ISBN 963 05 4131 9.
- [13] *Pšenice [Pšenice setá, Triticum aestivum]* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://botanika.wendys.cz/cherbar/heslo.php?557>>
- [14] *Ozimá pšenice* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <[http://www.strube.cz/ozima\\_psenice/?n=5-72](http://www.strube.cz/ozima_psenice/?n=5-72)>
- [15] SKOUPIL, J.: *Suroviny na výrobu pečiva*. 1. vyd. Pardubice: Kora, 1994, 211 s. ISBN 80-85644-07-X.
- [16] LANGMAIER, F.: *Nauka o zboží*. 1. vyd. Brno: VUT, 1999. 144 s. ISBN 80-2141502-09.
- [17] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M.: *Mlynářská technologie svazek 1, HODNOCENÍ KVALITY*. Praha, 2007, 187 s. ISBN 978-80-239-9475-9.
- [18] MORRIS, P., BRYCE, J.: *Cereal Biotechnology*. Edinburg: CRC Press, 2000. 252 s. ISBN 978-08-4930-899-4.
- [19] *Pšenice* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <[http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id\\_desc=78284&slang=2&title=p%9Aenice](http://www.cojeco.cz/index.php?detail=1&id_desc=78284&slang=2&title=p%9Aenice)>
- [20] *Špalda – zdravější náhrada běžné pšenice* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.jenzeny.cz/recepty/spalda-zdravejsi-nahrada-bezne-psenice-804.html>>
- [21] KONVALINA, P. a kol.: *Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství*. České Budějovice, ZF JČU, 2008, 65 s. ISBN 978-80-7394-116-1.
- [22] MOUDRÝ, J., VLASÁK, M.: *Pšenice špalda alternativní plodina*. Praha: ÚZPI, 1996, 28 s.
- [23] PRUGAR, J. a kol.: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-8657-628-2
- [24] PETR, J., CAPOUCHOVÁ, I., KALINOVÁ, J.: *Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství*. In PRUGAR, J. a kol.: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: ČAZV, 2008, 327 s. ISBN 978-80-8657-628-2.



- [25] *Razno* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.mlinotest.si/resources/files/pic/mediji/mediji-razno-zito.jpg>>
- [26] *About Rye berries* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <[http://recipes.wikia.com/wiki/Rye\\_berries](http://recipes.wikia.com/wiki/Rye_berries)>
- [27] PETR, J., LOUDA, F.: *Produkce potravinářských surovin*. Praha: VŠCHT, 1. vyd., 1998, 213 s. ISBN 80-7080-332-0.
- [28] SCHLETT, S.: *100 potravin pro zdraví*. 1. vyd. Praha, 2008. 248 s. ISBN 978-80-249-0991-2.
- [29] *Oves setý* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id64466/?taxonid=42557>>
- [30] *Ovesné vločky* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.muslimanie.cz/namichejte-si/>>
- [31] MOUDRÝ, J.: *Oves nahý*. Výživa a potraviny, 1999, roč.54, č.3, str. 77-78.
- [32] *Ječmen setý* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id89311/?taxonid=42551>>
- [33] *Kroupy* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.obchod.heroldreznickepotreby.cz/657-kroupy-20-kg.html>>
- [34] HOLUBOVA, K.: *Rostlinná výroba I- Obiloviny*, Praha: Vysoká škola zemědělská Praha, 1989, 158 s.
- [35] VACULOVÁ, K.: *Výživa a potraviny*. Ječmen (*Hordeum L.*) bezpluchý, 1999, roč. 54, č.4, s. 108-110.
- [36] *Pohanka* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pohanka>>
- [37] *Pohanka obecná* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.nasevyziva.cz/sekce-obiloviny/clanek-pohanka-obecna-239.html>>
- [38] ČEPIČKA, J. a kol.: *Obecná potravinářská technologie*. VŠCHT Praha, 1995, 246 s. ISBN 80-7080-239-1.
- [39] KUNOVÁ, V.: *Zdravá výživa*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2004. 136 s. ISBN 80-247-0736-05.

- [40] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D.: *Základy pekárenské technologie*, 1. vyd., Pekař a cukrář s.r.o., Praha, 2003, 363 s. ISBN 80-902922-1-6.
- [41] *Bude kapacita mlýnů dostatečná pro současný trend celozrnných výrobků?* [Online], [cit.2013-03-09]. Dostupné online na: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=154&ch=13&typ=1&val=33757>>
- [42] MOMČILOVÁ, P.: *Pečeme z celozrnného kynutého těsta*. Praha: Medical Publishing, 2003, 61 s. ISBN 8085936453.
- [43] *Mouka žitná celozrnná* [Online], [cit. 2013-03-03]. Dostupné online na: <<http://www.countrylife.cz/mouka-zitna-celozrnnajemnemleta-1kg-bio-country-life>>
- [44] *Obiloviny a mouky* [Online], [cit. 2013-03-03]. Dostupné online na: <<http://www.cesmina.com/clanky/obiloviny-a-mouky/>>
- [45] *Pšeničná mouka celozrnná* [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://www.toppotraviny.cz/obiloviny-mouka-semena/weizen-vollkornmehl-bio-zertifiziert-1-kg>>
- [46] *Mouka pšeničná celozrnná* [Online], [cit. 2013-03-03]. Dostupné online na: <<http://www.countrylife.cz/mouka-psenicna-celozrnnajemnemleta-1kg-bio-country-life>>
- [47] [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <<http://conovehonakopci.cz/?m=201011>>
- [48] PŘÍHODA, J. *Cereální chemie a technologie III – Technologie trvanlivého pečiva a snack výrobků*, 1. vydání, Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze, 1991, 60 s. ISBN 80-7080-099-2.
- [49] KENT, N.L. *Technology of cereals with special reference to wheat*. Pergamon Press, London, 1975, p 262.
- [50] [Online], [cit. 2013-04-28]. Dostupné online na: <[http://www.zdravenka.cz/fotky9714/fotos/gen320/gen\\_\\_vyr\\_24299--spaldovakrupice.jpg](http://www.zdravenka.cz/fotky9714/fotos/gen320/gen__vyr_24299--spaldovakrupice.jpg)>
- [51] MOUDRÝ, J.: *Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR*. Praha: VÚRV, 2001. 106 s.

- [52] HAMPL, J., PŘÍHODA, J. *Cereální chemie a technologie II – (pekárenství)*, 1. vydání, Praha: Vysoká škola chemicko- technologická v Praze, 1985, 248 s.
- [53] *Různé formy droždí* [Online], [cit. 2013-03-11]. Dostupné online na: <<http://www.vseodrozdi.cz/cs/ruzne-formy-drozdi.php?levure=1#>>
- [54] POKORNÝ, J., PÁNEK, J.: *Základy výživy a výživová politika*. VŠCHT Praha, 1996, 158 s. ISBN 80-7080-260-X.
- [55] MÜLLEROVÁ, M., SKOUPIL, J. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 235 s.
- [56] KOPECKÁ, B. Zlepšující přípravky: nepostradatelná součást výroby pečiva. *Pekař cukrář*, 2009, č. 3 s. 24.
- [57] *E300 - Kyselina L-askorbová (Vitamin C)* [Online], [cit. 2013-04-16]. Dostupné online na: <<http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E300>>
- [58] KŘÍŽ, O., BUŇKA, F., HRABĚ, J.: *Senzorická analýza potravin II. Statistické metody*, 1. vydání, Zlín: UTB Zlín, 2007, 127 s. ISBN 978-80-7318-494-0.
- [59] JAROŠOVÁ, A. *Senzorické hodnocení potravin*. MZLU, Brno 2001. ISBN 80-7157-539-9.
- [60] POKORNÝ, J. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993.
- [61] INGR, I. a kol.: *Senzorická analýza potravin*, MZLU, Brno, 1997, 201 s. ISBN 80-7157-283-7.
- [62] *Co nám napoví barva střídy chleba a pečiva?* [Online], [cit. 2013-03-14]. Dostupné online na: <<http://www.vyzivaspol.cz/clanky-casopis/jak-posoudit-nutricni-hodnotu-chleba-a-peciva.html>>
- [63] *Chléb – jeho druhy a hlavní vady*. [Online], [cit. 2013-03-14]. Dostupné online na: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1000770&docType=ART&nid=11327>>
- [64] *Objektivní hodnocení střídy pečiva analýzou obrazu*. [Online], [cit. 2013-03-14]. Dostupné online na: <[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2011\\_06\\_482-487.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2011_06_482-487.pdf)>

- [65] MELOUN, M., MILITKÝ, J.: *Statistické zpracování experimentálních dat*. Plus, Praha, 1994, 839 s. ISBN 80-85297-56-6.
- [66] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., PETR, J., MICHALOVÁ, A. *Pohanka a proso*, Praha, 2005, ISBN 80-7271-162-8.
- [67] HAVRENTOVÁ, M., GAJDOŠOVÁ, A., KRAIC, J. *Študium variability obsahu  $\beta$ -D-glukanu v zrnech obilnín a pseudoobilnín*. Chemické listy, 100, 2006, 842 s.
- [68] KOPÁČOVÁ, O. *Rozpustná ovesná vláknina (beta-glukany) jako zdroj zdravých snacků a přesnídávek*. [Online], [cit. 2013-04-27]. Dostupné online na: <<http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=email&val=32629>>
- [69] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. OSSIS, 1.vydání. Tábor 1999, 352 s., ISBN 80-902391-3-7.
- [70] JOHANNSON, L. *Structural analyses of (1 $\rightarrow$ 3), (1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucan of oats and barley*. (dissertation), Viikki Biocenter, Helsinki, 2006, ISBN 952-10-3000-1.
- [71] FAGERLUND, A., SUNNERHEIM, K., DIMBERG, L.H. *Radical-scavenging and antioxidant activity of avenathramides*. Food chemistry, číslo 113, část 2, 2009, s. 550-556.
- [72] TRNA J., TÁBORSKÁ E. *Přírodní polyfenolové antioxidanty*. [Online], [cit. 2013-04-27]. Dostupné online na: <<http://www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf>>
- [73] DYKES, L., ROONEY, L. *Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits*, Cereal foods world, 2007, CFW-52-3-0105.
- [74] DENDY, D. A. V., DOBRASZCYK, B. J. *Cereals and Cereal Products: Chemistry and Technology*. Maryland: Aspen Publishers, 2000, p 429. ISBN 0-8342-1767-8.
- [75] CAUVAIN, P. C., YOUNG, S. L. *Baking problems solved*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001, 280 s. ISBN 1-85573-564-4
- [76] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. Praha: SNTL, 1983, ISBN 04-815-83.
- [77] ŘEHOŘ, J. *Organická chemie*. Praha: SZN, 1973, 645 s. ISBN 07-021-73.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

%	Procento
Kg	Kilogram
g	Gram
°C	Stupeň Celsia
Sb.	Sbírka
ČR	Česká republika
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
ml	Mililitr
pH	Kyselost
β	Beta
č.	Číslo
Obr.	Obrázek
Tab.	Tabulka
ppm	Parts per million
DP	Diplomová práce
O/V	Olej ve vodě
V/O	Voda v oleji
L-AA	Kyselina askorbová
AACC	American Association of Cereal Chemists
Mze	Ministerstvo zemědělství
-SH	Sulfanylová skupina
mm	Milimetr
NaCl	Chlorid sodný
min	Minuta

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: Stavba obilného zrna .....	17
Obr. 2: Rostlina zralé pšenice .....	18
Obr. 3: Obilné zrno pšenice .....	18
Obr. 4: Rostlina zralé pšenice špaldy .....	19
Obr. 5: Obilné zrno pšenice špaldy .....	19
Obr. 6: Rostlina žita .....	20
Obr. 7: Obilné zrno žita .....	20
Obr. 8: Rostlina ovsa .....	21
Obr. 9: Ovesné vločky .....	21
Obr. 10 Rostlina ječmene .....	22
Obr. 11: Ječné kroupy .....	22
Obr. 12: Rostlina pohanky .....	23
Obr. 13: Zrno pohanky .....	23
Obr. 14: Celozrnná pšeničná mouka .....	28
Obr. 15: Celozrnná žitná mouka .....	29
Obr. 16: Celozrnná pšeničná mouka špaldová .....	31
Obr. 17: Hnětač (Vorwerk Thermomix <sup>TM</sup> 31, Bergish D <sup>TM</sup> tschland) .....	49
Obr. 18: Mlýnek na cereálie (FOSS Cemotec <sup>TM</sup> 1090, Höganäs Sweden) .....	49

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1: Chemické složení celozrnné pšeničné mouky .....	29
Tab. 2: Chemické složení celozrnné žitné mouky .....	30
Tab. 3a: Poměr mouk a cereálií u analyzovaných vzorků .....	50
Tab. 3b: Poměr mouk a cereálií u analyzovaných vzorků .....	51
Tab. 3c: Poměr mouk a cereálií u analyzovaných vzorků .....	52
Tab. 4: Receptura pro pekařský pokus .....	52
Tab. 5: Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + pohanka .....	55
Tab. 6: Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + kroupy .....	56
Tab. 7: Kůrka – celozrnná pšeničná mouka + vločky.....	56
Tab. 8: Kůrka – celozrnná žitná mouka + kroupy .....	57
Tab. 9: Kůrka - celozrnná špaldová mouka + kroupy .....	58
Tab. 10: Kůrka - celozrnná špaldová mouka + vločky .....	58
Tab. 11: Kůrka - celozrnná špaldová mouka + pohanka .....	59
Tab. 12: Kůrka - celozrnná žitná mouka + pohanka .....	60
Tab. 13: Kůrka - celozrnná žitná mouka + vločky .....	60
Tab. 14: Střída - Celozrnná pšeničná mouka + pohanka .....	62
Tab. 15: Střída - celozrnná pšeničná mouka + kroupy .....	63
Tab. 16: Střída – celozrnná pšeničná mouka + vločky .....	65
Tab. 17: Střída - celozrnná žitná mouka + kroupy .....	66
Tab. 18: Střída - celozrnná špaldová mouka + kroupy .....	67
Tab. 19: Střída - celozrnná špaldová mouka + vločky .....	69
Tab. 20: Střída - celozrnná špaldová mouka + pohanka .....	70
Tab. 21: Střída – celozrnná žitná mouka + pohanka .....	71
Tab. 22: Střída - celozrnná žitná mouka + vločky .....	72

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného pšeničného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky (vzorky č. 1 - 5) .....	73
Graf 2: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného pšeničného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup (vzorky č. 6 - 10) .....	73
Graf 3: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného pšeničného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček (vzorky č. 11 - 15) .....	74
Graf 4: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného žitného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup (vzorky č. 16 - 20) .....	74
Graf 5: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného špaldového pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ječných krup (vzorky č. 21 - 25) .....	74
Graf 6: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného špaldového pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček (vzorky č. 26 - 30) .....	75
Graf 7: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného špaldového pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky (vzorky č. 31 - 35) .....	75
Graf 8: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného žitného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % pohanky (vzorky č. 36 - 40) .....	75
Graf 9: Hodnocení jednotlivých deskriptorů celozrnného žitného pečiva s přidavkem 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % ovesných vloček (vzorky č. 41 - 45) .....	76



## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Dotazník pro sensorické hodnocení pečiva .....	92
---	----

Příloha 1: Dotazník pro senzorické hodnocení pečiva

**HODNOCENÍ PEČIVA**

**KŮRKA**

**Barva**  
 1 – příliš světlá, nežloutitá nebo příliš tmavá  
 2 – žlutá, světlé žlutá nebo tmavě žnědá  
 3 – optimálně žnědá (typická)

1 ————— 2 ————— 3

**Povrch, tvar**  
 1 – příliš popraskaný, deformovaný  
 2 – částečně popraskaný, mírně deformovaný  
 3 – nedeformovaný, nepopraskaný s nepatrnými prasklinkami

1 ————— 2 ————— 3

**Celkový vzhled (povrch)**  
 1 – velmi špatný, nepřijemný, netypický  
 2 – dobrý s mírnými vadami a odchylkami  
 3 – velmi dobrý, typická, velmi příjemný

1 ————— 2 ————— 3

**STRŮDA**

**Tvrdost**  
 1 – velmi měkká nebo příliš tvrdá  
 2 – měkká  
 3 – optimální měkkost

1 ————— 2 ————— 3

**Pórovitost**  
 1 – bez pórů nebo příliš velké póry  
 2 – póry malé (netypické) nebo velké póry  
 3 – optimálně pórovitě (typické)

1 ————— 2 ————— 3

**Pocit v ústech po krátkém žvýkání**  
 1 – velmi špatný  
 2 – dobrý  
 3 – vynikající

1 ————— 2 ————— 3

**Pocit při polykání sousta**  
 1 – méně snadné, přijatelné nebo špatné, sousto vázne, lepi se  
 2 – dosti snadné, poměrně hladké nebo horší, vázne v krku  
 3 – polykání velmi snadné, hladké

1 ————— 2 ————— 3

**Celková jakost vlně**  
 1 – nevyhovující (cizí, plesnivá, nepřijemná)  
 2 – dobrá  
 3 – vynikající (velmi příjemná)

1 ————— 2 ————— 3

**Celková jakost chuti (dle druhu pečiva)**  
 1 – nevyhovující (cizí, plesnivá, nepřijemná)  
 2 – dobrá  
 3 – vynikající (velmi příjemná)

1 ————— 2 ————— 3

**Celkový dojem**  
 1 – velmi špatný  
 2 – dobrý  
 3 – velmi dobrý

1 ————— 2 ————— 3