

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**Bc. ŠÁRKA KUBOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav technologie potravin**

---



**Agronomická  
fakulta**

**Mendelova  
univerzita  
v Brně**



**Vliv chemického složení a technologické kvality zrna  
pšenic s barevným perikarpem na kvalitu pekárenských  
výrobků**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*

prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna

*Vypracovala:*

Bc. Šárka Kubová

---

Brno 2017

# ZADÁNÍ

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv chemického složení a technologické kvality zrna pšenice s barevným perikarpem na kvalitu pekárenských výrobků vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala panu prof. Dr. Ing. Lud'ku Hřivnovi za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl při zpracování této diplomové práce. Moje poděkování patří i Ing. Veronice Zigmundové za konzultace a pomoc při zpracování praktické části závěrečné práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu při studiu.

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši na téma „Vliv chemického složení a technologické kvality zrna pšenice s barevným perikarpem na kvalitu pekárenských výrobků“. Dále zhodnotit technologickou kvalitu daných pšenice a určit vhodnost pro pekárenské využití. Literární část práce se zabývá anatomickou stavbou obilky pšenice a jejím chemickým složením, dále jsou charakterizovány určité odrůdy pšenice s netradičním zbarvením obilky, přírodní barviva zodpovědná za jejich zbarvení (antokyany a karotenoidy) a technologická jakost pšenice. Vzhledem k přítomnosti barviv se schopností antioxidační aktivity v přítomných obilkách jsou popsány i antioxidanty a jejich důležitost ve funkčních potravinách. V praktické části byla použita odrůda pšenice Skorpion s modrým aleuronem a dvě odrůdy pšenice s purpurovým perikarpem – Rosso a Karkulka. U jednotlivých odrůd byl v rámci pekařského pokusu testován vliv různých receptur s rozdílným přídatkem mouky a otrub na kvalitu finálního výrobku. Vzorčky pečiva byly následně senzorycky zhodnoceny a byla u nich změřena pevnost pomocí Tira Testu.

**Klíčová slova:** pšenice, modrý aleuron, purpurový perikarp, pekařská kvalita

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis was to carry out literary research on „The influence of chemical composition and technological quality of wheat grain with color pericarp on the quality of bakery products“. Next evaluate the technological quality of the wheat and find out the suitability for bakery use. The literary part deals with the anatomical structure of wheat grains and their chemical composition, then are described certain wheat varieties with unusual coloring of the grain, natural colorants responsible for their coloring (anthocyanins and carotenoids) and the technological quality of wheat. Due to the presence of pigments with antioxidant activity in the grains, are also described antioxidants and their importance in functional foods. In the practical part were used a variety of wheat Skorpion with blue aleuron and two varieties of wheat with purple pericarp Rosso and Karkulka. In the baking experiment was testing for individual varieties the influence of the different recipe with the different addition of flour and bran to the quality of the final product. The samples of pastry were subsequently sensitively evaluated and measured with Tira Test.

**Keywords:** wheat, blue aleuron, purple pericarp, baking quality

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>12</b>
3.1	Pšenice.....	12
3.1.1	Anatomická stavba zrna pšenice.....	12
3.1.2	Chemické složení pšeničného zrna .....	14
3.2	Pšenice jako funkční potravina .....	16
3.2.1	Definice funkční potraviny .....	17
3.2.2	Antioxidanty .....	17
3.2.3	Karotenoidy .....	18
3.2.4	Antokyany.....	18
3.3	Pšenice s netradičním zbarvením obilky.....	19
3.3.1	Červené zbarvení .....	20
3.3.2	Bílé zbarvení .....	20
3.3.3	Žluté zbarvení .....	20
3.3.4	Modré zbarvení .....	21
3.3.5	Purpurové zbarvení .....	22
3.4	Technologická jakost pšenice .....	23
3.4.1	Mlynářská jakost.....	23
3.4.2	Pekařská jakost .....	24
3.4.3	Rozdělení pšenice dle využití a kvality .....	26
<b>4</b>	<b>MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>28</b>
4.1	Pekařský pokus.....	28
4.2	Senzorické hodnocení pečiva .....	29



4.3	Stanovení pevnosti pečiva.....	29
4.4	Metody vyhodnocení výsledků .....	30
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUSE.....</b>	<b>31</b>
5.1	Vyhodnocení pekařského pokusu .....	31
5.1.1	Hodnocení pečiva – odrůda Skorpion.....	34
5.1.2	Hodnocení pečiva – odrůda Rosso.....	35
5.1.3	Hodnocení pečiva – odrůda Karkulka .....	36
5.1.4	Vyhodnocení vlivu odrůdy na pekařské vlastnosti výrobků.....	37
5.2	Vyhodnocení senzorické analýzy.....	40
5.2.1	Hodnocení senzorického profilu výrobků – celkový dojem.....	42
5.3	Vyhodnocení pevnosti pečiva .....	44
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>58</b>

# 1 ÚVOD

Pšenice setá patří mezi nejpěstovanější plodiny v rámci České republiky i celosvětově. Představuje základní zdroj pro výživu lidí a je nejrozšířenější obilovinou pro pekařské využití. Značnou část naší stravy tvoří pekařské výrobky z běžných odrůd pšenice vyrobených zejména z hladké mouky. Nejvíce limitovanými složkami hladké pšeničné mouky je vláknina, dále nízký obsah některých vitaminů, antioxidantů a dalších biologicky aktivních látek.

Snaha o zlepšení nutriční hodnoty výrobků z běžných pekařských odrůd je celosvětovým trendem. Konzumenti se čím dál více starají o své zdraví a vyžadují kvalitní a prospěšné potraviny. Využití nejrůznějších surovin s vyšším obsahem nutričně významných látek nám umožňuje vyvíjet široký sortiment výrobků, které mají pozitivní vliv na lidský organismus (ROMERO-BARANZINI ET AL., 2007). Mezi takové suroviny patří např. pšenice s netradičním zbarvením obilky. Tyto pšenice jsou vyšlechtěny z pšenice seté a obsahují řadu významných látek prospěšných zdraví. Jedná se zejména o pšenice s modrým aleuronem a purpurovým perikarpem. Jejich netradiční zbarvení je způsobeno přírodními pigmenty, antokyany, které se vyznačují antioxidační aktivitou. Tyto přírodní pigmenty jsou lokalizovány především ve vnějších vrstvách obilky – v otrubách. Proto je vhodné využití především celozrnných mouk nebo přidavek pšeničných otrub do mouky. Celozrnná mouka z barevných pšenic má významně vyšší obsah fenolických látek a vyšší antioxidační aktivitu než mouky rafinované (LI, 2015).

Zařazení potravin, vyrobených z barevných pšenic, do běžné stravy by při pravidelné konzumaci mohlo přinést pozitivní účinky pro lidské zdraví a mohly by splňovat kritéria pro funkční potravinu. Proto jsme se problematikou jejich využití v pekárenství zabývali. Testována byla možnost uplatnění obalových vrstev zrna, které obsahují nejvyšší množství antioxidantů, v recepturách běžného pečiva.

## **2 CÍLE PRÁCE**

1. Připravit literární rešerši k dané problematice a zaměřit se na hodnocení technologické kvality pšenic s netradičním zbarvením obilky.
2. Zrno semlít a provést pekařský pokus. Otestovat vliv různých receptur s rozdílným přídatkem otrub na kvalitu výrobků.
3. Získané výsledky vyhodnotit dostupnými statistickými metodami.
4. Na základě získaných zkušeností doporučit nejvhodnější alternativy pro využití pšenic s netradičním zbarvením obilky v pekárenské výrobě.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Pšenice

Mezi nejvýznamnější plodiny patří obilniny. Botanicky jsou řazeny mezi traviny a téměř většina do čeledi lipnicovitých (PŘÍHODA ET AL., 2004). Své uplatnění nacházejí v lidské výživě, ve výživě hospodářských zvířat i v technickém zpracování na lín či škrob. Dle údajů FAO jsou obiloviny pro lidstvo zdrojem ½ energetické hodnoty ve stravě a ½ konzumovaných bílkovin (KUČEROVÁ, 2010).

Pšenice je nejčastěji se pěstující obilninou na světě a pšeničný chléb představuje základní potravinu pro lidskou výživu (LACHMAN ET AL., 2017). Pro pekařské účely se nejčastěji používá pšenice obecná, ze které bylo vyšlechtěno velké množství odrůd. Z pěstitelského hlediska rozlišujeme jarní a ozimé pšenice, z hlediska zpracovatelů mouk je však významnější třídění odrůd na měkké a tvrdé (KADLEC, 2002).

V průběhu staletí šlechtění a pěstování se vytvořily odlišnosti mezi jednotlivými rody a druhy obilovin i mezi odrůdami téhož druhu např. v kvalitě bílkovin. Časem se zjistila vhodnost různých obilovin pro různá zpracování, proto jsou některé druhy vhodnější pro pekárenské účely. Možnosti šlechtění umožňují rozčlenit odrůdy i pro určitá speciální použití. Metody genové manipulace umožňují ovlivnit i specifické zpracovatelské vlastnosti (PŘÍHODA A KOL., 2004).

#### 3.1.1 Anatomická stavba zrna pšenice

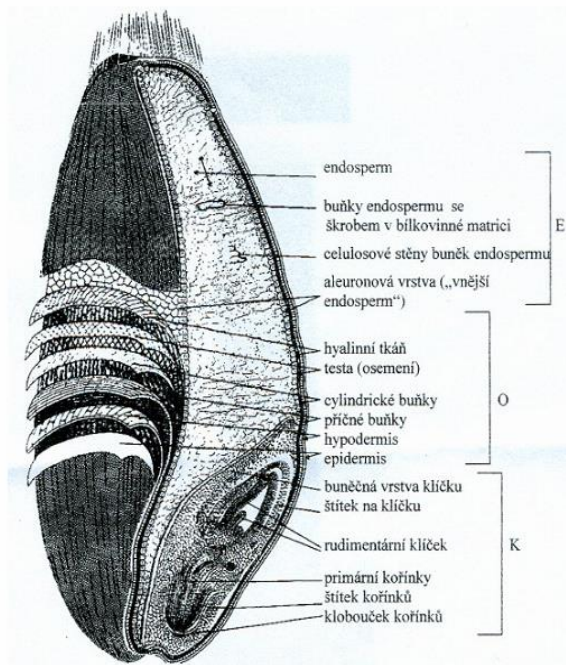
Každá obilka je složena z obalových vrstev, endospermu a klíčku. Anatomické složení zrna je významné při jeho hodnocení i zpracování. Každá složka zrna se liší svými mechanickými, strukturními a fyzikálně chemickými vlastnostmi (PELIKÁN, 2001).

**Obalové vrstvy** (ektosperm) slouží jako ochrana obilky před vnějšími vlivy, v mlýnské technologii jsou označovány jako otruby (KADLEC, 2002). Otruby obsahují především vlákninu (asi 42,8 %), která se skládá z celulosy, hemicelulosy a ligninu. Obalové vrstvy tvoří asi 8–12,5 % hmotnosti zrna a jsou tvořeny několika vrstvami buněk. Tyto buňky chrání klíček a endosperm před mechanickým poškozením a vysycháním. Obalové vrstvy jsou složeny ze dvou částí – oplodí a osemení. Jsou

zdrojem vlákniny a minerálních látek (KUČEROVÁ, 2010). Ve vnější vrstvě se nachází především nerozpustné polysacharidy jako celuloza. Vnitřní vrstva obsahuje polysacharidy, které s vodou bobtnají. Z hlediska pekárenské technologie je obsah nestravitelné vlákniny ve vnější vrstvě nežádoucí, neboť zhoršuje kvalitu a zpracovatelnost těsta (PŘÍHODA ET AL., 2004).

**Endosperm** tvoří největší podíl zrna, a to 84–86 %. Je tedy technologicky nejvýznamnější částí obilky. Téměř  $\frac{3}{4}$  endospermu jsou tvořeny škrobem (KUČEROVÁ, 2010). Pro pekárenské účely je však významnější obsah bílkovin a jejich kvalita, která rozhoduje o kvalitě pšeničné mouky. Mezi obalovými vrstvami a endospermem se nachází aleuronová vrstva, která může být vymleta společně s endospermem do mouk (PŘÍHODA, 2004).

**Klíček** (embryo) tvoří nejmenší podíl zrna. Při mlýnském zpracování je vždy oddělován, jelikož rychle podléhá oxidačním a enzymovým změnám a mohlo by dojít ke zhoršení sensorické kvality výrobku (PŘÍHODA ET AL, 2004). Je cenným zdrojem cukrů, tuků, bílkovin, vitaminů rozpustných v tucích a enzymů. Je nositelem genetických informací a vlastním zárodkem nové rostliny (KUČEROVÁ, 2010).



Obr. 1 Podélný řez pšeničným zrnem se znázorněním jeho morfoloogických vrstev.

*Vrstva, která přichází při mletí do otrub označena O, do mouky označena E, odstraňované s klíčkem K (PŘÍHODA ET AL., 2004).*

### **3.1.2 Chemické složení pšeničného zrna**

K základním stavebním složkám zrna patří sacharidy a bílkoviny, které zaujímají největší část složení zrna. Jsou tvořeny především přírodními polymery. V malém množství jsou v zrně přítomny i další látky živé tkáně, a to lipidy a minerální látky. Minoritně jsou v zrně zastoupeny vitaminy a barviva (KADLEC, 2002).

Důležitou součástí zrna je voda, v níž probíhají veškeré biochemické a fyziologické procesy. Dle obsahu vody dělíme zrna z technologického hlediska na mokré (nad 17 %), vlhké (nad 15 %), středně suché (nad 14 %) a suché (do 14 %). Obsah chemických látek v zrně může kolísat v závislosti na odrůdě, hnojení, agrotechnice a klimatických podmínkách (KUČEROVÁ, 2010).

#### **3.1.2.1 Bílkoviny**

Obsah bílkovin ve zralém zrně obilovin se pohybuje mezi 9–13 %. Základní stavební složkou bílkovin jsou aminokyseliny, jejichž zastoupení se mezi jednotlivými obilovinami příliš neliší. Nejvíce zastoupenou aminokyselinou je kyselina glutamová, která se v zrně vyskytuje především jako glutamin. Obsah glutaminu v bílkovině zrna a mouky představuje více než 1/3 z celkového obsahu aminokyselin. Druhou nejvíce zastoupenou aminokyselinou je prolin. Strukturní uspořádání prolinu ovlivňuje vytvoření prostorové bílkovinné struktury pšeničného těsta. Naopak lysin má v bílkovině obilovin velmi malé zastoupení, a proto není obilná bílkovina pro člověka plnohodnotná (KADLEC, 2002).

Největší technologický význam mají bílkoviny pšeničné. Na základě rozpustnosti pšeničných bílkovin v různých rozpouštědlech jsou bílkoviny rozděleny do čtyř frakcí na albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny. Tyto čtyři frakce se vyskytují ve všech obilovinách, ale v různých poměrech (PŘÍHODA ET AL., 2004).

Bílkoviny se dle funkcí dělí na protoplasmatické (albuminy a globuliny) a zásobní (prolaminy a gluteliny). Protoplasmatické bílkoviny se nacházejí především v klíčku a aleuronové vrstvě, zásobní bílkoviny tvoří podstatnou část zrna. Z technologického hlediska jsou nejvýznamnější zásobní proteiny pšenice. Jsou odlišné od ostatních bílkovin obilovin, což způsobuje výjimečné postavení pšenice mezi cereáliemi. Prolaminy a gluteliny nejsou ve vodě rozpustné, s přidáním vody ale bobtnají

a vytváří gely. Pevný gel, který vzniká bobtnáním pšeničných prolaminů a glutelinů se nazývá lepek. Lepková struktura se tvoří při hnětení pšeničné mouky s vodou a je příčinou výjimečných vlastností pšeničného těsta, jako je tažnost, pružnost a schopnost bobtnat (KUČEROVÁ, 2010).

### **3.1.2.2 Sacharidy**

Sacharidy v obilném zrně zaujímají největší podíl. Jejich obsahy se mohou lišit dle jednotlivých odrůd a jsou ovlivňovány klimatickými a půdními podmínkami a použitou agrotechnikou. Zastoupení jednotlivých sacharidů (monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy) se v různých částech zrna liší (PŘÍHODA ET AL., 2004).

Monosacharidy (pentosy, hexosy) i oligosacharidy (maltosa a sacharosa) se nachází ve zralých obilných zrnech v malých koncentracích. Do mouky se jich dostává jen velmi málo. Technologicky nejvýznamnější jsou polysacharidy. Zásobní polysacharidy jsou pro rostliny zdrojem energie, stavební polysacharidy tvoří základ buněčných stěn. Nejdůležitějším zásobním polysacharidem je škrob, který se nachází v endospermu. Mezi stavební polysacharidy obilného zrna řadíme celulosu, hemicelulosu a lignin. Tyto látky jsou většinou nerozpustné ve vodě (KADLEC, 2002).

Škrob zaujímá 60–75 % sušiny obilky a jeho obsah se liší dle jednotlivých odrůd. Skládá se ze dvou frakcí tvořených jednotkami glukosy spojených  $\alpha$ -1,4 glykosidovou vazbou v molekule amylosy a  $\alpha$ -1,6 glykosidovou vazbou v molekule amylopektinu. Tyto vazby představují velmi důležitou složku v pekárenské technologii. U většiny obilovin se vyskytuje 25 % amylosy a 75 % amylopektinu. Frakce se mezi sebou liší strukturně i svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Škrob společně s vodou vytváří při určitých teplotách gelovitý maz. Vytvořený škrobový gel ovlivňuje vláčnost a obsah vody ve střídě. Pro pekařský výrobek je vytvoření gelu jeden z nejdůležitějších vlastností škrobu. Škrob také slouží jako zdroj zkvasitelných cukrů při kypření těsta.

Neškrobový polysacharid celulosa je zcela ve vodě nerozpustný a za normálních podmínek příliš nebobtná. Přídavek celulosy ve formě upravených otrub snižuje vaznost vody a pevnost a pružnost těsta. V takovém případě se do těsta přidávají zlepšovací prostředky, aby se posílila lepková struktura. Mezi takové prostředky patří kyselina askorbová nebo sušený lepek (KADLEC, 2002).

### **3.1.2.3 Lipidy**

Obsah lipidů se v pšeničném zrně pohybuje v rozmezí 1,5–2,5 %. Lipidy jsou převážně zastoupeny v klíčcích ve formě triacylglycerolů. Část zaujímají i polární lipidy, zejména fosfolipidy. Zvýšený podíl polárních lipidů v zrně má zlepšující účinky na objem pšeničného pečiva. Nepochární lipidy jsou tvořeny především kyselinou linolovou, která snadno podléhá oxidaci a tím způsobuje žluknutí mouky při delším skladování. Dále jsou v zrně obsažena žlutá a oranžová lipofilní barviva – karotenoidy (KUČEROVÁ, 2010; GAJDOŠOVÁ, 2004).

### **3.1.2.4 Vitaminy**

Vitaminy se vyskytují především v obalových vrstvách a klíčku. V endospermu je obsah vitaminů velmi nízký. Obiloviny se vykazují především přítomností vitaminů skupiny B, jako je thiamin a riboflavin. Dle stupně vymletí se v mouce nachází asi jen 10–40 % původního množství vitaminů skupiny B. Dalším významným vitamínem obsaženým v zrně je tokoferol (vitamin E), který je obsažen hlavně v pšeničných klíčcích.

### **3.1.2.5 Minerální látky**

Minerální látky označujeme jako popel, tedy zbytek po spálení rostlinného materiálu. Obsah popela v zrně se pohybuje mezi 1,25–2,5 %. Nejvyšší obsah minerálních látek je v obalových vrstvách, nejnižší v endospermu. Obsah popela v mouce roste s množstvím obalových a podobalových vrstev v mouce, tedy se stupněm vymletí. V popelu obilovin se nachází především oxid fosforečný, z kovů je zastoupeno železo, hořčík a vápník (PŘÍHODA ET AL., 2004).

## **3.2 Pšenice jako funkční potravina**

Zrno pšenice je považováno za dobrý zdroj potenciálně zdraví prospěšných komponentů, jako je vláknina, fenolické látky, karotenoidy a antokyany, které se vyskytují především v barevných pšenicích (ABDEL-AAL, 2003). Vývoj v potravinářském průmyslu vede k inovacím nových produktů vyrobených z netradičně zbarvených odrůd pšenice, které vykazují lepší nutriční a funkční vlastnosti (GARG, 2016). Lze předpokládat, že dlouhodobá a pravidelná konzumace barevných odrůd



pšenice může být prospěšná pro zdraví spotřebitele a může být definována jako funkční potravina (KNIEVEL ET AL., 2009).

### **3.2.1 Definice funkční potraviny**

Funkční potravinou rozumíme jakoukoli potravinu, která má kromě výživové hodnoty také příznivý vliv na zdraví konzumenta i na jeho duševní a fyzický stav (KOMPRDA 2003). Jedná se o skupinu potravin tvořící přechod mezi běžnými (standardními) potravinami a léky. Funkční potravina je potravina, nikoli prášek či kapsle, která je vyrobena z látek přirozeně se vyskytujících. Nemají za cíl léčit danou chorobu, ale působit jako preventivní opatření. Funkční potraviny by se měly konzumovat jako součást běžné stravy, která může mít pozitivní vliv na některé pochody v organismu.

Funkční potraviny by měly chránit konzumenta před převážně civilizačními chorobami, jejichž vznik a rozvoj je ovlivněn zejména vnějšími faktory včetně výživy. Mezi taková civilizační onemocnění patří například srdečně-cévní choroby, obezita, poruchy trávení a některé typy rakoviny.

U funkčních potravin je kladen důraz na objektivní vědecké ověření jejich přínosu pro lidské zdraví. Legislativa se v tomto směru blíží lékům. Rozdíl mezi léky a funkčními potravinami je v projevení jejich příznivých účinků. U léků se jedná o dny a měsíce, u funkčních potravin to mohou být i desítky let (KALACĚ, 2003).

### **3.2.2 Antioxidanty**

Antioxidanty jsou považovány za látky, které mají schopnost zachycovat volné radikály a vedou ke snížení oxidačního poškození (LI, 2015). Antioxidant je látka, která se ve srovnání s oxidovatelným substrátem vyskytuje v nízkých koncentracích a zabraňuje oxidaci tohoto substrátu. Substrátem je téměř jakákoli látka obsažená v potravinách a živých tkáních (KVASNIČKOVÁ, 2000).

Pokud množství reaktivních sloučenin kyslíku ve formě volných radikálů přesáhne potřebu buněk a není zastaveno, může mít v některých případech škodlivé účinky. V organismu existuje rovnováha mezi oxidanty a antioxidanty. Pokud však dojde k nadměrné produkci volných radikálů, je rovnováha narušena a je vyvolán oxidační

stres. Antioxidanty převádějí volné radikály na nereaktivní nebo méně reaktivní sloučeniny a tím zvyšují obranyschopnost organismu vůči oxidačnímu stresu.

Dostatečné množství antioxidantů v potravě napomáhá především ke snížení srdečně-cévních onemocnění. Účinnost přirozených antioxidantů obsažených v ovoci, zelenině, celozrnných výrobcích je mnohem vyšší než při stejném množství čistých látek podávaných ve formě potravinových doplňků (KALAČ, 2003).

### **3.2.3 Karotenoidy**

Karotenoidy jsou žluté, oranžové a červené rostlinné lipofilní pigmenty. Vyskytují se v rostlinách, houbách, řasách a mikroorganismech (VELÍŠEK, 2002). V přírodě je známo více než 700 různých karotenoidů, z nichž asi 50 má biologickou aktivitu k vitamínu A. Karotenoidy jsou často označovány jako lapače a zhášedce. Jejich antioxidační účinek spočívá ve vychytávání volných radikálů a zhášení singletového kyslíku (SCHMIDT, 2011).

Karotenoidy patří mezi terpeny a dělí se do dvou skupin – karoteny, které neobsahují kyslík a xantofyly obsahující kyslík (AMORIM-CARRILHO ET AL., 2013). Mezi nejrozšířenější karoteny se řadí  $\beta$ -karoten, z něhož v lidském organismu vzniká vitamin A. Dalšími významnými karoteny jsou lutein a lykopen (KALAČ, 2003). Lutein a zeaxantin patří mezi xantofyly a jsou to nejvíce vyskytující se pigmenty u odrůd pšenice se žlutým zbarvením. Hrají důležitou roli především v ochraně očí před šedým zákalem a zabráňují výskytu degenerativních onemocnění. Dále chrání rohovku před prasknutím a čočku před vysycháním (JORDÁN A HEMZALOVÁ, 2001).

### **3.2.4 Antokyany**

Antokyany neboli antokyaniny jsou největší skupinou ve vodě rozpustných přírodních pigmentů. Patří do skupiny flavonoidů a jsou odpovědné za červené, purpurové a modré zbarvení u mnoha druhů ovoce, zeleniny a některých odrůd obilovin. Antokyanové pigmenty se v rostlinách nachází ve formě různých glykosidů, které jsou často tvořeny D-glukosou, D-galaktosou, D-arabinosou, D-rhamnosou nebo D-xylosou. Nejčastějším aglykonem u barevných pšenic je kyanidin, následuje delfinidin, pelargonidin, malvidin

(BARTL, 2015). Koncentrace antokyanů v zrna se během růstu pšenice mění. V období zrání zrna vzrůstá, zatímco v době zralosti koncentrace klesne (KNIEVEL ET AL., 2009).

Antokyany projevují značnou oxidační aktivitu, přičemž mají potencionální protinádorové a antimutagenní vlastnosti a příznivé účinky na diabetes a srdečně-cévní onemocnění (BUSTOS, 2012). Dále mohou potencionálně snižovat riziko rakoviny tlustého střeva. Předpokládá se, že hrají důležitou roli v prevenci aterosklerózy, diabetu a obezity a mají vazoprotektivní vlastnosti (BARTL, 2015). Mají antiagregační schopnosti krevních destiček a protizánětlivé účinky. Antokyany nejen vychytávají volné radikály, ale také mají schopnost vázat těžké kovy jako železo, zinek nebo měď. Jsou induktorem antioxidačních enzymů, jako jsou glutathion-S-transferáza a superoxiddismutáza (HOSSEINIAN ET AL., 2008).

Tyto cenné vlastnosti zdůrazňují důležitost těchto pigmentů v potravinách. Cílem je tedy zvýšit jejich obsah u základních potravin. Příjem antokyanů je odhadován na 3 až 215 mg/den a je silně spojován s typem konzumované potraviny. Aby se zvýšil jejich denní příjem, byly barevné pšenice navrženy jako zdroj suroviny pro výrobu pečiva namísto běžných pšenic, které mají snížený obsah fenolických látek (BUSTOS, 2012).

### **3.3 Pšenice s netradičním zbarvením obilky**

Většina běžných odrůd pšenice má červené zbarvení zrna. Méně často je zbarvení zrna bílé (MARTINEK A VYHNÁNEK 2014). Existují ale i genotypy s netradičním zbarvením obilky obsahující mnoho fytochemikálií, z nichž některé výrazně ovlivňují jejich barvu. Antokyany, které se kumulují v aleuronové vrstvě nebo oplodí, mohou způsobovat modré či purpurové zbarvení zrna. Flavonoidy, jako žluté C-glykosidy flavonů, flavonolů a načervenalé flobafeny, jsou přítomny převážně ve vnější vrstvě. Karotenoidy, které způsobují žluté zbarvení zrna, se kumulují v endospermu (LACHMAN ET AL., 2017). Obilky s bílým zbarvením pigmenty netvoří (TROJAN ET AL., 2010).

Mezi nejdůležitější vlastnosti pšenic s netradičně zbarveným zrnem patří vyšší obsah přírodních barviv než u pšenice s bílým a červeným zbarvením. Proto kumulace pigmentů v zrna představuje důležitý cíl pro šlechtitelské programy zaměřující se na zvýšení koncentrace bioaktivních látek v obilných zrnech a jejich produktech. Varianty barevných složek v obilí a obilných výrobcích závisí na genetických faktorech,

podmínkách pěstování a technologických procesech. Využití barevných pšenice se předpokládá při výrobě pečených pšeničných výrobků vyrobených zejména z celých zrn (LACHMAN ET AL., 2017).

### **3.3.1 Červené zbarvení**

Pšenice, které jsou pěstovány v našich podmínkách, se vyznačují většinou červeným zbarvením obilky (MARTINEK, 2012). Toto zbarvení obilky je řízeno jednou až třemi dominantními alelami R-A1b, R-B1b a R-D1b. Výskyt těchto barevných pigmentů je spojován s vyšším obsahem hořkých polyfenolických látek. Jedná se především o taniny, které příznivě ovlivňují odolnost pšenice k porůstání a omezují výskyt volných radikálů. Červeně zbarvená zrna se vyznačují i větším množstvím katechintaninu a menším množstvím antokyanů ve vnější vrstvě (ABDEL-AAL, 2006). Otruby z těchto odrůd pšenice vykazují vyšší koncentrace kyseliny ferulové oproti odrůdám s bílým zbarvením (MARTINEK A VYHNÁNEK, 2014).

### **3.3.2 Bílé zbarvení**

Bílé zbarvení pšeničných odrůd je dáno recesivními alelami R-A1a, R-B1a a R-D1a. Zrna neobsahují hořké polyfenolické látky, což způsobuje jejich vyšší přirozenou sladkost. Těchto vlastností je možno využít v cukrářství. Odrůdy pšenice s bílým zbarvením zrna jsou obvykle více náchylné k porůstání, proto u nás nejsou tolik rozšířeny (MARTINEK, 2012).

### **3.3.3 Žluté zbarvení**

Žluté zbarvení obilky je způsobeno přítomností žlutých pigmentů – karotenoidů, které náleží do skupiny tetraterpenoidů. Karotenoidy jsou obsaženy především v endospermu, který se vymílá do mouky, a tudíž ovlivňuje zbarvení finálních výrobků. Nejvíce zastoupeným karotenoidem ve žlutozrných odrůdách je lutein, v menším množství zeaxantin (MARTINEK ET AL., 2006).

V našem sortimentu pšenice jsou od roku 2011 registrovány dvě odrůdy pšenice se žlutě zbarveným endospermem. Jedná se o ozimou odrůdu Citrus a jarní odrůdu Luteus. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský uvádí, že žlutě zbarvené odrůdy

pšenice obsahují až pětinasobek obsahu karotenoidů v porovnání s běžnými červenožrnými pšenicemi (MARTINEK A VYHNÁNEK, 2014).

### 3.3.4 Modré zbarvení

Původ modrého zbarvení odrůd pšenice je různý. U některých odrůd je modré zbarvení způsobeno planým druhem *Thinopyrum ponticum*, jiné odrůdy pochází z *Triticum monococcum* L. (MARTINEK A VYHNÁNEK, 2014).

Za modré zbarvení pšenice je odpovědný v zrna nejvíce zastoupený antokyan delfinidin-3-glukosid a v menším množství delfinidin-3-rutinosid, kyanidin-3-glukosid a 3-kyanidin rutinosid (KNIEVEL ET AL., 2009). Od ostatních odrůd se modrozrné pšenice liší obsahem antokyanů. Obsah antokyanů je odlišný v různých frakcích obilky, v mouce a otrubách (ABDEL-AAL A HUCL, 2003). Pšenice s modře zbarveným aleuronem mají v porovnání s pšenicemi s purpurovým perikarpem vyšší obsah antokyanů (MARTINEK, 2013).

#### 3.3.4.1 Odrůda Skorpion

Odrůda ozimé pšenice Skorpion byla vyšlechtěna v České republice. Modrým zbarvením se zabýval Miroslav Škorpík ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze. V roce 2011 byla tato odrůda zaregistrována v Rakousku a v roce 2012 byla zapsána do evropského katalogu odrůd.

Odrůda Skorpion se vyznačuje přítomností modrého aleuronu způsobenou antokyanem. Modré zbarvení aleuronu je řízeno dvěma geny. Gen Ba1 se nachází na dlouhém rameni chromozomu 4B (4BS-4el<sub>2</sub>), kdy celé rameno bylo přeneseno z druhu *Thinopyrum ponticum*. Gen Ba2 je lokalizován na dlouhém rameni chromozomu 4A<sup>m</sup>, který byl přenesen z pšenice jednozrnky (MARTINEK ET AL., 2012).

Modré zbarvení zrna způsobuje šedomodré zbarvení jak mouky, tak se promítá i do potravin z nich vyrobených. Odrůda Skorpion je tak určena pro speciální využití v potravinářském průmyslu (MARTINEK, 2013). Pekařská jakost této odrůdy se pohybuje na úrovni kvality B. Výtěžnost mouky je střední, bobtnavost lepku střední až vysoká, číslo poklesu velmi nízké. Stabilita těsta je nízká, tažnost těsta velmi vysoká. Lepivost těsta je v závislosti na nízké stabilitě a nízkém čísle poklesu vyšší. Nevýhodou této

odrůdy jsou nevyrovnané technologické parametry, které by mohly způsobovat problémy u větších pekáren (MARTINEK ET AL., 2012)

### **3.3.5 Purpurové zbarvení**

Pigmenty zodpovědné za purpurové zbarvení zrna se ukládají ve vnější vrstvě obilky a z tohoto důvodu je v otrubách přítomen vyšší obsah antokyanů než v celozrnném šrotu (BARTL ET AL., 2015). Je doporučováno i uplatnění šetrných postupů zpracování této odrůdy např. pufováním.

U pšenice s purpurovým perikarpem se uvádí až 20x vyšší obsah antokyanů, než u pšenic běžných (RÜCKSCHLOSS ET AL., 2014). Celkově bylo v pšenici s purpurovým perikarpem identifikováno 13 různých antokyanů. Nejvíce zastoupenými antokyaniny jsou kyanidin-3-glukosid, kyanidin-3-galaktosid a malvidin-3-glukosid. Dále byla zjištěna přítomnost pelargonidin-3-glukosidu a antokyanů glykolyzovaných s arabinosou (BARTL ET AL., 2015).

Netradiční zbarvení je způsobeno geny Pp pro purpurový perikarp. Tyto geny byly přeneseny z tetraploidních odrůd pšenice pocházejících z několika oblastí Etiopie. Pšenice s purpurovým perikarpem jsou registrovány pouze v zahraničí. Odrůdy Rosso a Indigo byly registrovány v Rakousku v roce 2011 a 2006. Odrůda ozimé pšenice s barevným perikarpem PS Karkulka byla v roce 2014 povolena na Slovensku, kde byla také vyšlechtěna (MARTINEK, 2014).

#### **3.3.5.1 Odrůda PS Karkulka**

PS Karkulka je odrůda ozimé pšenice registrovaná na Slovensku od roku 2014. Vyznačuje se vysokým obsahem bílkovin a lepku. Kromě příznivých látek obsažených v obalových vrstvách má i kvalitní endosperm.

Vyznačuje se drobným zrnem, velmi vysokým obsahem dusíkatých látek, lepku a vysokou vazností vody. Číslo poklesu je stabilní a poměrně vysoké. Je odolná proti skvrnitostem, klasovým chorobám a rzi. Je méně odolná proti napadením fuzárií, k padlí trávnímu a k poléhání (RÜCKSCHLOSS ET AL., 2014).

### 3.4 Technologická jakost pšenice

Jakost je obecně definována jako souhrn komplexních znaků a vlastností, které by měly uspokojit potřeby spotřebitelů. Lze ji označit jako souhrn všech charakteristik produktu (PETR, 2001).

Jakost odrůd jednotlivých plodin je dána souborem ukazatelů, které jsou geneticky podmíněny. Jakost konkrétní odrůdy může ovlivnit ročník, lokalita, agrotechnické postupy včetně minerální výživy a výskyt chorob (HORÁKOVÁ ET AL., 2015).

U technologické jakosti pšenice hraje dominantní roli bílkovinný komplex, především zásobní prolaminové bílkoviny, které tvoří asi 80 % obsahu veškerých bílkovin obsažených v zrně. Obsah bílkovin je dán geneticky, resp. technologickým potenciálem určité odrůdy (ZIMOLKA, 2005). Do technologické jakosti pšenice jsou zahrnuty kritéria pro jakost mlynářskou a jakost pekařskou.

Tab. 1 *Jakostní parametry potravinářské pšenice (ČSN 46 1100-2)*

Jakostní znaky	Pšenice potravinářská
Vlhkost (%)	Nejvýše 14,0
Objemová hmotnost (kg/hl)	Nejméně 76,0
Obsah N-látek (%)	Nejméně 11,5
Sedimentační index (ml)	Nejméně 30,0
Číslo poklesu (s)	Nejméně 220
Příměsi a nečistoty celkem (%)	Nejvýše 6,0
Zlomky zrn (%)	Nejvýše 3,0
Zrnové příměsi (%)	Nejvýše 5,0
z toho tepelně poškozená zrna (%)	Nejvýše 0,5
Porostlá zrna (%)	Nejvýše 2,5
Nečistoty (%)	Nejvýše 0,5
z toho tepelně poškozená zrna (%)	Nejvýše 0,05

#### 3.4.1 Mlynářská jakost

Mlynářská jakost pšenice je definována především fyzikálně-mechanickými a strukturálními vlastnostmi zrna. Jsou stanoveny pomocí nepřímých znaků – objemové

hmotnosti, vyrovnanosti zrn, hmotnosti tisíce zrn (HTZ), výtěžnosti mouky, vlhkosti a obsahu popela. Zrno by mělo být plné, velikostně vyrovnané, s jemnými obaly, hladkým povrchem a mělkou podélnou rýhou (PŘÍHODA ET AL., 2003).

**Objemová hmotnost** souvisí s výtěžností mouky. Vlastnosti a znaky vyjádřené pomocí tohoto ukazatele souvisí s tvarem a velikostí obilek, jejich vyrovnaností, tvrdostí a vlhkostí. Objemová hmotnost je ovlivňována ročníkem, zdravotním stavem, odrůdou a pěstitelskými podmínkami (ZIMOLKA, 2005; PŘÍHODA, HRUŠKOVÁ, 2007).

**Vyrovnanost zrn** neboli také podíl plných nebo předních zrn je významným ukazatelem pro mletí. Jedná se o podíl zrn, které zůstanou nad sítím 2,5 mm při prosévání v délce dvou minut na Steineckerově prosévadle.

**Hmotnost tisíce zrn** (HTZ) uvádí hmotnost určitého počtu zrn (např. 50), které jsou následně přepočteny. HTZ souvisí s tvarem a hustotou zrna. Větší zrno s větší hustotou má obvykle větší poměr endospermu k ostatním částem zrna. Výsledky závisí na odrůdě, ročníku a podmínkách pěstování.

**Výtěžnost mouky** je významným ukazatelem mlynářské jakosti a jedná se o jediný přímý ukazatel. Stanovuje se pokusným zámelem, kdy je zrno vymleto a procentuálně vypočítány jednotlivé frakce – mouka, krupice, otruby.

**Vlhkost** je rozhodující kvalitativní hodnota mezi sklizní a prodejem. Stanovuje se jako úbytek hmotnosti dle příslušné normy.

**Obsah popela** souvisí s technologií výroby mouky. Množství popelovin není v obilce rovnoměrně rozloženo. Obalové vrstvy, aleuronová vrstva a klíček obsahují více popela než endosperm (PŘÍHODA ET AL., 2003; ZIMOLKA, 2005).

### 3.4.2 Pekařská jakost

Pekařská jakost se v pekárenské technologii projevuje především na hotovém výrobku, na jeho objemu, tvaru, kyprostí či pórovitosti. Tyto ukazatele souvisí především s množstvím bílkovin a škrobu (PŘÍHODA ET AL., 2003). Pečivo by mělo mít maximální objem, kyprou střídu, dostatečně tlustou kůrku a příjemnou chuť a vůni. Hodnocení pekařské kvality zahrnuje přímá i nepřímá hodnocení, která jsou dělena dle důležitosti na hlavní (mají vliv na zařazení do skupiny jakosti) a doplňková, která slouží k další specifikaci (HORÁKOVÁ ET AL., 2015).



## Hlavní kritéria

1. Rapid Mix Test (objemová výtěžnost)
2. Obsah dusíkatých látek v sušině (N x 5,7)
3. Sedimentační index (SDS, Zelenyho test)
4. Číslo poklesu
5. Objemová hmotnost
6. Vaznost mouky

## Doplňková kritéria

1. Tvrdost zrna (PSI – Particle Size Index)
2. Alveografické hodnocení

**Rapid Mix Test** (pekařský pokus) je nejdůležitějším kritériem kvality a ovlivňuje vhodnost odrůd pšenice pro pekárenské zpracování. Při pekařském pokusu dochází ke komplexnímu hodnocení pečiva. V první řadě dochází k hodnocení objemové výtěžnosti, dále se posuzují vlastnosti těsta a pečiva jako pružnost těsta a pečiva, vzhled povrchu těsta, křehkost a pórovitost střídy, křehkost kůrky, hnědnutí pečiva, vůně a chuť pečiva (PRUGAR, 2008).

**Obsah dusíkatých látek** je ovlivněn především hnojením, teplotními podmínkami, ročníkem a odrůdou. Vyšší obsah dusíkatých látek příznivě působí na chování pečiva při pečení, na jakost těsta a objem pečiva. Nižší obsah bílkovin způsobuje nižší tažnost lepku a tím i těsta. Stanovuje se Kjeħldalovou metodou dle normy ČSN ISO 1871 (ZIMOLKA, 2005).

**Sedimentační index** (SDS, Zelenyho test) představuje důležité kritérium pro hodnocení kvality bílkovin a kvality a množství lepku. Sedimentační test pozitivně koreluje s obsahem dusíkatých látek a objemem pečiva. Je ovlivněn ročníkem a také se stává specifickou vlastností pro každou odrůdu. Rozhodujícím faktorem k objemu pečiva není pouze obsah lepku (ZIMOLKA, 2005; BUREŠOVÁ, PALÍK, SEDLÁČKOVÁ, 2003).

**Číslo poklesu** neboli pádové číslo či viskotest je kritérium používané pro odhalování poškozených zásobních látek endospermu. K tomuto poškození dochází pomocí hydrolytických enzymů, které jsou syntetizovány v zrnu pšenice, a to v důsledku nastartování procesu klíčení zrna klasu vlivem nadměrné vlhkosti. Číslo poklesu

je velmi ovlivněno odrůdou a počasím v době dozrávání zrna a sklizně (PETR, 2001; PRUGAR, 2008; GONZÁLES, 2013).

**Vaznost mouky** udává, kolik procent vody je mouka schopna navázat a odvíjí se od obsahu dusíkatých látek a schopnosti mokrého lepku bobtnat. Má vliv na výtěžnost a stabilitu těsta. Vaznost mouky je ovlivněna i tvrdostí zrna. Mouka z odrůd tvrdé pšenice má větší mechanické poškození škrobu, a proto má schopnost vázat větší množství vody než pšenice měkké (ZIMOLKA, 2005).

**Tvrdost zrna (PSI – Particle Size Index)** je určena především genetickými předpoklady odrůd. Souvisí s množstvím a vlastnostmi bílkovin a jejich rozložením v endospermu.

**Alveografické hodnocení** slouží k určování reologických vlastností mouky. Reologické vlastnosti jako pevnost, tažnost a pekařská síla představují důležité parametry pro určení kvality mouky a jejich správné užití při výrobě potravin.

### 3.4.3 Rozdělení pšenice dle využití a kvality

Dříve se odrůdy pšenice třídily pouze do dvou skupin, a to na pšenici potravinářskou a krmnou. Potravinářská pšenice se používala na přípravu kynutých těst a do krmných pšenic byly řazeny všechny ostatní odrůdy, které nesplňovaly kritéria na pšenici potravinářskou. Novější třídění umožňuje dělit odrůdy potravinářské pšenice do skupin podle kvality a následného využití.

Odrůdy pšenice jsou v souvislosti s požadavky zpracovatelského průmyslu a na základě normy ČSN 461100-2 (2001) „Pšenice potravinářská“ rozděleny do skupin dle jejich zpracování na:

1. pšenice pro **pekárenské** využití (kynutá těsta)
2. pšenice **pečivářenské** pro výrobu sušenek a oplatků (prokypřované výrobky)
3. pšenice pro **speciální využití** (výroba škrobu a lihu)
4. pšenice pro **výrobu těstovin**
5. pšenice **krmné** (PRUGAR, 2008).

Odrůdy pšenice z pohledu vhodnosti pro pekárenské využití jsou členěny do následujících skupin:

**E – elitní pšenice:** dříve označované jako velmi dobré; nejkvalitnější odrůda potravinářské pšenice; ve všech znacích vynikající; vhodné ke zlepšování jakosti suroviny

**A – kvalitní pšenice:** dříve označované jako dobré; ve všech znacích vyhovující; samostatně zpracovatelná

**B – chlebové pšenice:** dříve označované jako doplňkové; některý ze znaků může být na hranici; v nepříznivých ročnících se očekává, že nesplní parametry pro pšenici pro pekárenské využití; zpracovatelné ve směsi

**C – nevhodné pšenice:** odrůdy pšenice nevhodné pro výrobu kynutých těst (HORÁKOVÁ ET AL., 2015).

Norma ČSN 461100-2 (2001) pro potravinářskou pšenici stanovuje i minimální požadavky na kvalitu zrna pšenice pro pekárenské využití.

Tab. 2 *Minimální požadavky na zařazení odrůd do skupin jakosti*

Jakostní skupina	E – elitní	A – kvalitní	B – chlebová
Objemová výtěžnost (ml)	530	500	470
Obsah N-látek (%)	12,6	11,8	11,0
Sedimentační index (ml)	49	35	21
Číslo poklesu (s)	286	226	196
Objemová hmotnost (g/l)	790	780	760
Vaznost mouky (%)	55,4	53,2	52,1

## 4 MATERIÁL A METODIKA

Pro analýzu byly použity tři odrůdy pšenice s netradičním zbarvením obilky – Skorpion, Rosso a Karkulka ze sklizně 2016. Odrůdy byly pěstovány při standardní agrotechnice, která se odlišovala pouze rozdíly v kvalitativním hnojení. Zrno bylo sklizeno v plné zralosti a podrobena analýzám. Byly shledány rozdíly pouze mezi jednotlivými odrůdami. Proto byly použity z každé odrůdy směsné vzorky zrna pro přípravu jednotlivých receptur. Zrno bylo vymleto a získány jednotlivé frakce meliva (mouka, krupice, otruby). Mletí proběhlo na laboratorním mlýnu Chopin CD1. Následně byl proveden pekařský pokus pro každou odrůdu pšenice samostatně. K pekařskému pokusu byly použity pouze frakce mouky a otrub barevných pšenice v různých poměrech. Bylo provedeno senzoričné hodnocení a stanovení pevnosti pečiva pomocí TiraTestu. Veškeré analýzy a hodnocení byly provedeny na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně.

### 4.1 Pekařský pokus

V rámci pekařského pokusu byly upečeny a hodnoceny pekařské výrobky připravené ze 3 odrůd barevných pšenice. V rámci každé odrůdy bylo připraveno 7 variant pečiva. Jako kontrola byla použita vždy varianta bez obsahu otrub v receptuře. Přehled jednotlivých variant pro odrůdy Skorpion, Rosso a Karkulka je uveden tabulce 3.

Pekařský pokus byl u uvedených variant proveden dle metodiky upravené na Mendelu v Brně. Receptura pekařského pokusu byla následující: 500 g mouky a otrub (dle varianty), 7,5 g NaCl, 25 g droždí, 5 g cukru a 5 g tuku. Těsto bylo připraveno na záraz ze všech surovin, hnětení probíhalo v rychlohnětači po dobu cca 1 minuty. Po vyhnětení těsta následovalo kynutí po dobu 20 min. v laboratorní kynárně při teplotě  $\pm 32$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $80 \pm 5$  %. Po 20 min. zraní se těsto zvažilo a ručně vytvarovalo do klonků o hmotnosti 80 g a následně vložilo do kynárny k dokynutí na dobu 25 min. Poté následovalo pečení v zapárené peci (přídavek 50 ml vody vždy na začátku pečení) po dobu 20 min při teplotě 220–230 °C. V rámci pekařského pokusu byly zjišťovány následující ukazatele: hmotnost těsta,

výtěžnost těsta, hmotnost pečiva, výtěžnost pečiva, ztráty pečením, objem pečiva a poměrové číslo. Sensorické hodnocení výrobků proběhlo 1 hodinu po upečení.

Tab. 3 *Varianty pečiva pro odrůdy Skorpion, Rosso a Karkulka*

Varianta	Mouka (%)	Otruby (%)
1	100	0
2	95	5
3	90	10
4	85	15
5	80	20
6	75	25
7	70	30

## 4.2 Sensorické hodnocení pečiva

Senzorické hodnocení bylo provedeno vždy deseti hodnotiteli, přičemž byly použity nestrukturované grafické stupnice o délce úsečky 10 cm. Výsledek hodnocení je vyznačen na úsečce v místě, které podle názoru hodnotitele odpovídá intenzitě nebo příjemnosti vjemu. Při sensorické analýze byly hodnoceny tyto deskriptory: tvar, barva kůrky, vůně, pružnost a barva střídy, snadnost ukousnutí, pocit v ústech po krátkém žvýkání, konzistence, chuť a celkový dojem výrobku.

## 4.3 Stanovení pevnosti pečiva

Pevnost výrobků byla zjištěna pomocí přístroje TIRATEST 27025. Přístroj se využívá pro měření fyzikálních charakteristik. Přístroj umožňuje deformaci výrobku v tahu, tlaku nebo ohybu.

Pro měření byla využita tlaková zkouška (penetrační test) se sondou o průměru 3 mm rovně zakončenou, snímačem síly 200 N a dráhou 10 mm. Zkušební rychlost byla

50 mm/min. Byl získán záznam síly potřebné k zaražení sondy do hloubky pečiva 1 cm. Měření bylo provedeno hned po upečení pečiva a za 24 hodin po upečení. Vzorky pečiva byly skladovány v polyethylenových sáčcích při pokojové teplotě. Z každé varianty byly odebrány vždy tři vzorky pečiva, u kterých byla stanovena tvrdost. Do každého vzorku byly provedeny tři vpichy sondou a výsledky byly statisticky zpracovány.



Obr. 2 *Přístroj TIRATEST 27025*

#### **4.4 Metody vyhodnocení výsledků**

Výsledky byly zpracovány pomocí programu Microsoft Excel a Statistica 12. Pro statistické vyhodnocení výsledků pekařského pokusu, senzorní analýzy a pevnosti pečiva byla použita metoda jedno i vícefaktorové analýzy rozptylu – ANOVA. Senzorická analýza byla vyhodnocena i graficky metodou senzorního profilu.

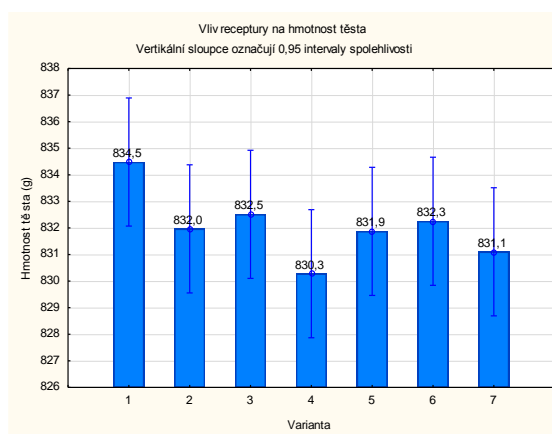
## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 5.1 Vyhodnocení pekařského pokusu

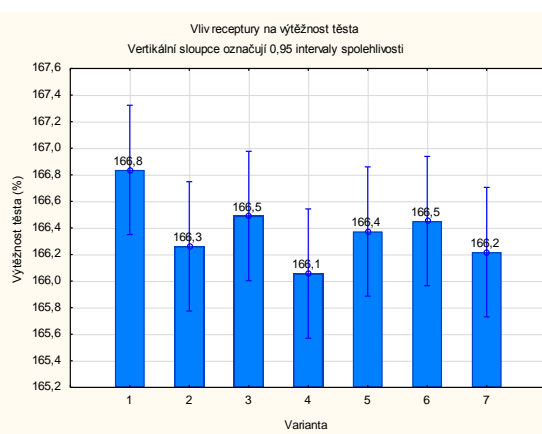
V rámci pekařského pokusu byl zkoumán vliv odrůdy a receptury na jednotlivé ukazatele pekařského pokusu. Nejdříve byl hodnocen vliv receptur bez ohledu na odrůdu, následně byly mezi sebou porovnávány jednotlivé odrůdy.

Bylo zjištěno, že se hmotnost těsta (Obr. 4) u jednotlivých receptur příliš neliší. Hmotnost těsta se pohybovala v rozmezí 830,3–834,5 g. Nejvyšší hodnoty vykazovala kontrolní varianta 1, která neobsahovala otruby. Nejnižší hmotnost těsta byla zaznamenána u varianty 4 a 7.

Z grafu (Obr. 5) lze vyčíst, že receptura na výtěžnost těsta neměla příliš velký vliv. Rozdíly byly u jednotlivých variant nepatrné. Výtěžnost těsta se pohybovala od 166,1 do 166,8 %. Nejnižší výtěžnost těsta byla zaznamenána u varianty 4 a 7, nejvyšší naopak u kontrolního vzorku. KUČEROVÁ ET AL. (2014) uvádí, že těsto bez přídavku otrub dosahuje nejvyšší hmotnosti a výtěžnosti těsta. Naše výsledky s tímto tvrzením korespondují.



Obr. 3 Vliv receptury na hmotnost těsta

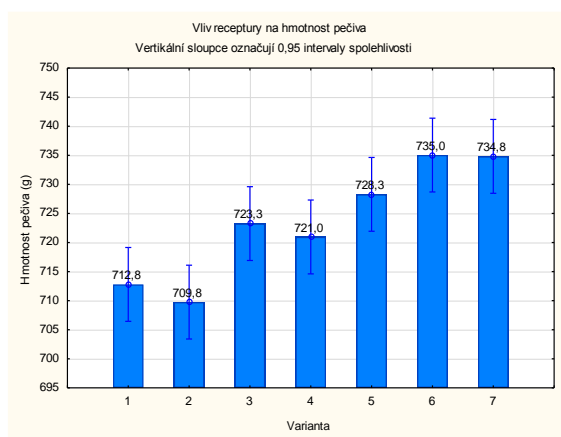


Obr. 4 Vliv receptury na výtěžnost těsta

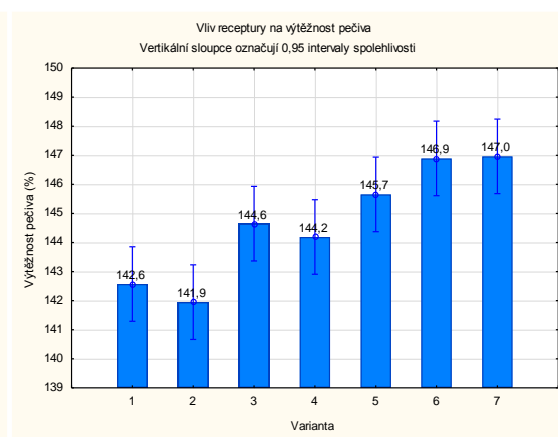
Na obrázku 6 je znázorněna hmotnost pečiva. Hodnoty se u jednotlivých receptur pohybovaly od 709,8 do 735,0 g. Nejnižší hmotnost pečiva byla stanovena u varianty 2, naopak nejvyšší hodnotu vykazovala varianta 6. Otruby jsou schopné vázat vodu,

kteřá se při pečení neodpařívá a zůstává v hotovém výrobku. Z tohoto důvodu se hmotnost pečiva s přibývajícím procentem otrub zvyšuje (JANEČKOVÁ ET AL., 2014)

Výtěžnost pečiva (Obr. 7) souvisívá s hmotností pečiva. Největší výtěžnosti dosáhla varianta 6 a 7. Nejnížší výtěžnost byla zaznamenána u varianty 1 a 2. Vyjma varianty 2, měly všechny vzorky s přidavkem otrub oproti kontrole vyšší výtěžnost. Z toho vyplývá, že přidavek otrub by mohl zvyšovat výtěžnost pečiva. KUČEROVÁ. (2010) uvádívá, že nejvyšší výtěžnosti dosahují varianty bez přidavku otrub. Naše výsledky s tímto tvrzením nekořespondují.



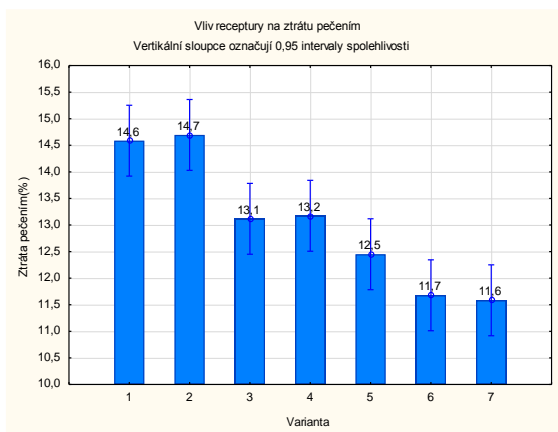
Obr. 5 Vliv receptury na hmotnost pečiva



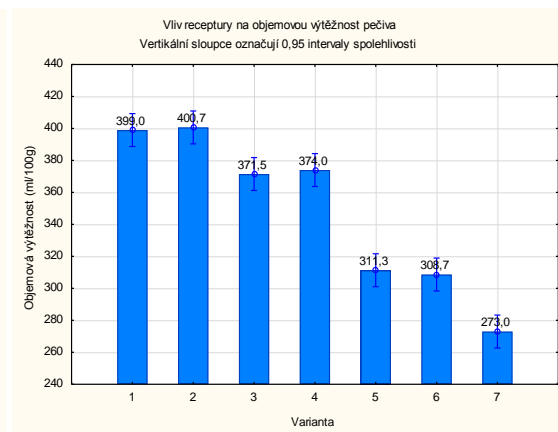
Obr. 6 Vliv receptury na výtěžnost pečiva

Ztráta pečením (Obr. 8) se u jednotlivých receptur pohybovala od 11,6 do 14,7 %. KUČEROVÁ (2010) uvádívá, že by se ztráta pečením u běžných odrůd měla pohybovat od 10 do 13 %, DVOŘÁKOVÁ ET AL. (2005) uvádívá ztráty výpekem vyšší, pohybující se v rozmezí  $15 \pm 5$  %. V našem případě byl rozptyl hodnot vyšší a blíží se hodnotám  $15 \pm 5$  %. S přidavkem otrub ale významně ( $p < 0,05$ ) klesal. Vyjma varianty 2, kde byl přidavek otrub 5 %, měly všechny ostatní varianty nižší ztráty výpekem oproti kontrolní variantě. Lze tedy předpokládat, že přidavek otrub do mouky může snižovat ztráty pečením.



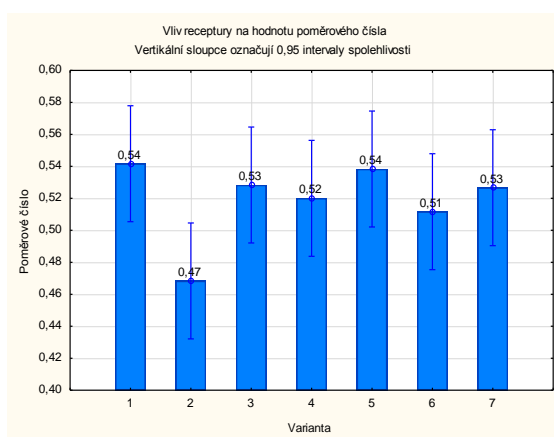


Obr. 7 Vliv receptury na ztrátu pečením



Obr. 8 Vliv receptury na objemovou výtěžnost

Objemová výtěžnost je jedním z nejdůležitějších ukazatelů. Její velikost je mírou pekařské jakosti. Objem je ovlivňován především jakostí surovin (INGR A KOL., 2007). Objemová výtěžnost (Obr. 9) se pohybovala v rozmezí 273,0–400,7 ml/100 g. Rozdíly mezi jednotlivými variantami receptur jsou tedy velké. Největší objemové výtěžnosti dosáhly varianty 1 a 2. Tedy varianta pouze s moukou a s 5% přidavkem otrub. Nejnižších hodnot dosáhly varianty 6 a 7. Z uvedených výsledků vyplývá, že přidavek otrub výrazně snižuje objemovou výtěžnost pečiva. RUBAN ET AL. (2016) uvádí, že hodnoty objemové výtěžnosti u vzorků s vyšším podílem otrub jsou nižší, než u vzorků bez otrub. Hodnoty zjištěné v tomto pekařském pokusu vykazovaly obdobné výsledky.



Obr. 9 Vliv receptury na hodnotu poměrového čísla

Na obrázku 10 jsou zobrazeny výsledky stanovení poměrového čísla. Nejvyšší poměrové číslo, a tedy nejvíce vyklenuté výrobky byly upečeny z receptury 1 a 5, naopak nejméně vyklenuté byly u varianty 2. KUČEROVÁ (2010) uvádí, že optimální tvar pečiva se vykazuje poměrovým číslem 0,65. Této hodnotě neodpovídá ani jedna z uvedených variant. Vyjma varianty 2, která se výrazně odlišuje, jsou hodnoty poměrového čísla u všech ostatních variant srovnatelné. Žádná z variant neodpovídá hodnotám poměrového čísla pro mouku velmi dobrou a dobrou. Vyjma varianty 2, odpovídají varianty hodnotám poměrového čísla pro mouku slabou (Tab. 4).

Tab. 4 Hodnoty poměrového čísla (SKOUPIL, 1989)

Poměrové číslo	Mouka
> 0,700	Velmi dobrá
0,601–0,700	Dobrá
0,501–0,600	Slabá
< 0,500	Nevyhovující pro pekařské účely

### 5.1.1 Hodnocení pečiva – odrůda Skorpion

Výsledky pekařského pokusu, kde byly použity mlýnské výrobky získané mletím zrna pšenice Skorpion, jsou uvedeny v tabulce 6 a v příloze 1 jsou uvedeny rozdíly jednotlivých variant pečiva mezi odrůdami. Bylo zjištěno, že změny v receptuře neměly na hmotnost těsta výraznější vliv. Nejvyšší hmotnost byla zaznamenána u kontroly a receptury s nejvyšším přídatkem otrub (30 %). Nejnižší hmotnost byla zaznamenána u varianty 4. Výtěžnost těsta, která je procentuálním vyjádřením daného stavu, logicky korespondovala s hmotností těsta.

Hmotnost pečiva i jeho výtěžnost koresponduje s přídatkem otrub (BAGDI ET AL., 2015). To se potvrdilo i v našem případě kde výsledky kopírovaly předchozí hodnocení, ve kterém, byl zohledněn vliv receptury bez ohledu na odrůdu. Výrobky s nejvyšším obsahem otrub jednoznačně zvyšovaly hmotnost a výtěžnost pečiva. Tomu odpovídala i ztráta výpekem, která se pohybovala v rozmezí 10,25–13,91 %.

Problémem vyššího přídatku otrub zůstává i nižší vyklenutí pečiva a nižší objemová výtěžnost. Objemová výtěžnost se pohybovala v rozmezí 256–440 ml/100 g pečiva

a potvrdila obecně známý handicap přidávání otrub a jeho negativní vliv na celkové vyklenutí spojené s hodnotami poměrového čísla. K podobným závěrům dospěla i MACHÁLKOVÁ ET AL. (2017).

Tab. 5 *Výsledky pekařského pokusu odrůdy Skorpion*

Varianty	Hmotnost těsta (g)	Výtěžnost těsta (%)	Hmotnost pečiva (g)	Výtěžnost pečiva (%)	Ztráta pečením (%)	Objemová výtěžnost (ml/100 g)	Poměrové číslo
1	836,16	167,23	718,05	143,61	13,47	440	0,48
2	834,03	166,81	723,55	144,79	13,91	428	0,45
3	831,05	166,21	730,77	146,15	12,07	404	0,50
4	828,20	165,64	729,35	145,87	11,94	392	0,44
5	834,45	166,89	736,67	147,33	11,72	336	0,42
6	830,40	166,08	745,30	149,06	10,25	308	0,37
7	835,72	167,14	749,70	149,94	10,29	256	0,40

### 5.1.2 Hodnocení pečiva – odrůda Rosso

Výsledky pekařského pokusu jednotlivých variant jsou uvedeny v tabulce 7. V příloze 1 jsou uvedeny rozdíly jednotlivých variant pečiva mezi odrůdami. Z výsledků vyplývá, že se hmotnost těsta pohybovala od 831,33 g do 837,65 g. Rozdíly v hmotnosti jednotlivých variant se od sebe dělí v řádu jednotek. Přídavek otrub se na hmotnosti těsta nijak neprojevil. Výtěžnost těsta vychází z hodnot pro hmotnost těsta. Rozdíly mezi jednotlivými variantami jsou tedy nepatrné.

Nejvyšší hmotnost pečiva, a tedy i jeho výtěžnost, byla zjištěna stejně tak jako u předchozí odrůdy u varianty 7 (30 % otrub), nejnižší u varianty 4 (15 % otrub).

Všechny varianty vyjma vzorku 5 (20 % otrub) a vzorku 7 (30 % otrub) vykazovaly nižší ztrátu výpekem, a to méně než 13 %.

Stejně jako u předchozí odrůdy byla nejvyšší objemová výtěžnost pozorována u kontrolní varianty bez přídavku otrub, naopak vzhledově nejhorší, a tedy nejméně vyklenuté pečivo s nejnižším objemem bylo vyrobeno dle receptury s nejvyšším podílem otrub (30 % otrub). Za pozitivní v porovnání s předchozí odrůdou můžeme

považovat to, že vyrobené pečivo bylo více vyklenuté a splňovalo požadavky, které uvádí HRUŠKOVÁ (2003). Dle ní by se hodnota poměrového čísla měla pohybovat v rozmezí 0,53–0,69. Tento požadavek splňují všechny receptury.

Tab. 6 *Výsledky pekařského pokusu odrůdy Rosso*

Varianty	Hmotnost těsta (g)	Výtěžnost těsta (%)	Hmotnost pečiva (g)	Výtěžnost pečiva (%)	Ztráta pečením (%)	Objemová výtěžnost (ml/100 g)	Poměrové číslo
1	837,65	167,53	721,82	144,36	13,83	440	0,68
2	835,49	167,10	719,24	143,84	13,91	392	0,55
3	837,39	167,40	725,88	145,17	13,32	368	0,61
4	831,33	166,27	718,58	143,67	13,59	340	0,65
5	834,08	166,82	726,11	145,22	12,94	288	0,67
6	834,91	166,98	724,30	144,16	13,25	280	0,58
7	832,91	166,58	732,29	146,46	12,08	260	0,54

### 5.1.3 Hodnocení pečiva – odrůda Karkulka

Výsledky pekařského pokusu jednotlivých variant jsou uvedeny v tabulce 8. V příloze 1 jsou uvedeny rozdíly jednotlivých variant pečiva mezi odrůdami. Bylo zjištěno, že nejvyšší hmotnost těsta vykazoval vzorek číslo 3 (10 % otrub), nejnižší hmotnost byla zaznamenána u varianty 5 (20 % otrub). Výtěžnost těsta tedy byla nejvyšší u varianty 3.

Nejvyšší hmotnost pečiva, a tedy i nejvyšší výtěžnost pečiva byla stanovena stejně tak jako u předchozích odrůd u varianty 7 (30 % otrub) a nejméně vážily výrobky vyrobené dle receptury 2 (5 % otrub). Absence otrub u kontrolní varianty přispěla rovněž k jedné z nejnižších výtěžností pečiva. Nejvyšší ztráty pečením korespondovaly s nejnižší výtěžností pečiva. A opět potvrdily i zde, že přídavek otrub hraje z pohledu vyšší výtěžnosti pečiva pozitivní roli.

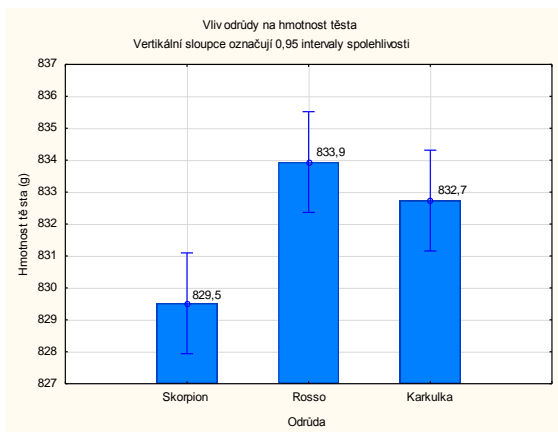
Přídavek otrub i zde snižoval vyklenutí výrobků. Nelze ale konstatovat, že by s rostoucí koncentrací otrub v těstě úměrně poměrové číslo klesalo.

Tab. 7 Výsledky pekařského pokusu odrůdy Karkulka

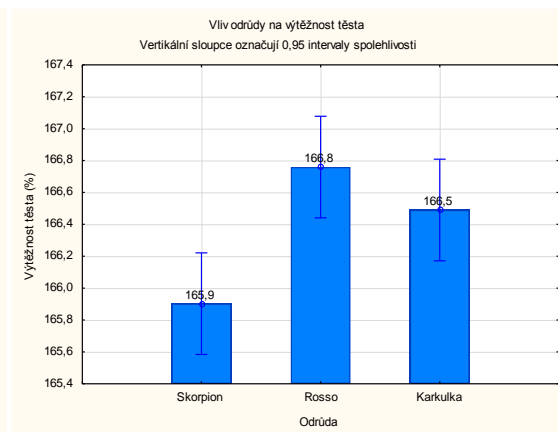
Varianty	Hmotnost těsta (g)	Výtěžnost těsta (%)	Hmotnost pečiva (g)	Výtěžnost pečiva (%)	Ztráta pečením (%)	Objemová výtěžnost (ml/100 g)	Poměrové číslo
1	834,66	166,93	723,32	145,26	12,98	376	0,59
2	834,04	166,01	719,97	143,99	13,68	368	0,48
3	835,23	167,05	737,65	147,53	11,68	364	0,56
4	833,36	166,67	732,24	146,49	12,13	356	0,50
5	822,84	164,56	727,83	145,57	11,55	304	0,51
6	832,70	166,54	737,96	147,59	11,38	312	0,47
7	827,24	166,45	739,82	147,96	10,56	280	0,50

#### 5.1.4 Vyhodnocení vlivu odrůdy na pekařské vlastnosti výrobků

Bylo zjištěno, že největší hmotnosti těsta dosahovaly výrobky získané z odrůdy Rosso, naopak nejnižší hmotnost těsta byla stanovena u výrobků z odrůdy Skorpion (Obr. 11). Rozdíly v hmotnostech těsta mezi odrůdami nebyly velké, přesto odrůda Skorpion, vykazovala průkazně ( $p < 0,05$ ) horší výsledek. Výtěžnost těsta (Obr. 12) se pohybovala od 165,9 do 166,8 %. Výtěžnost těsta vychází z jeho hmotnosti, proto jsou rozdíly ve výtěžnosti malé. Nejnižší výtěžnost byla zjištěna u odrůdy Skorpion, která tedy měla i nejnižší hmotnost. Nejvyšší výtěžnost byla stanovena u odrůdy Rosso.

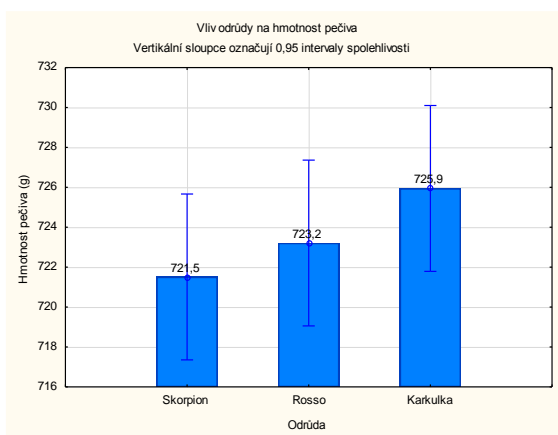


Obr. 10 Vliv odrůdy na hmotnost těsta

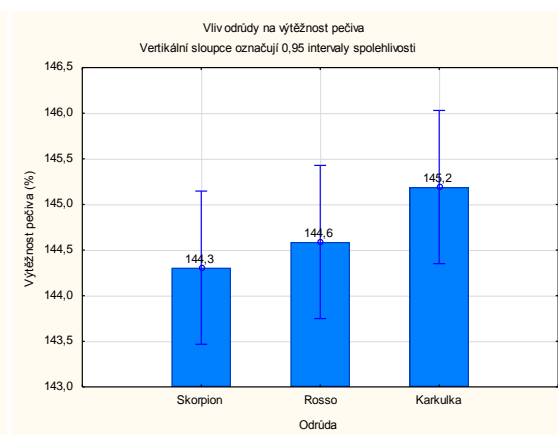


Obr. 11 Vliv odrůdy na výtěžnost těsta

Hmotnost pečiva (Obr. 13) se pohybovala od 721,5 do 725,9 g. Výtěžnost pečiva (Obr 14) vychází z jeho hmotnosti, pohybovala se v rozmezí 144,3–145,2 g. Rozdíly mezi odrůdami tedy nebyly velké. Nejvyšší hmotnost pečiva, a tedy i nejvyšší výtěžnost pečiva byla stanovena u odrůdy Rosso. Nejméně vážilo pečivo vyrobené z odrůdy Skorpion, které mělo i nejnižší výtěžnost pečiva.

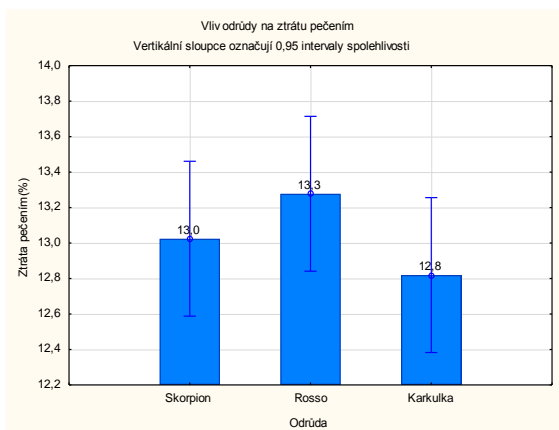


Obr. 12 Vliv odrůdy na hmotnost pečiva

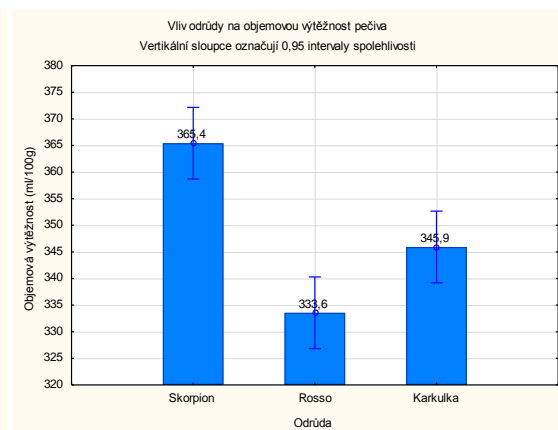


Obr. 13 Vliv odrůdy na výtěžnost pečiva

Ztráta pečením (Obr. 15) se odvíjí od hmotnosti těsta a pečiva. Nejvyšší ztráty pečením byly zaznamenány u výrobků z odrůdy Skorpion, které se vykazovaly zároveň i nejmenší hmotností pečiva. Nejnižší ztráty pečením vykazovalo pečivo vyrobené z odrůdy Karkulka. Dle DVOŘÁKOVÉ ET AL. (2005) by se ztráty výpekem měly pohybovat v rozmezí  $15 \pm 5$  %. Naše výsledky vykazovaly hodnoty ztrát výpekem nižší, pohybující se v rozmezí 12,8–13,3 %.



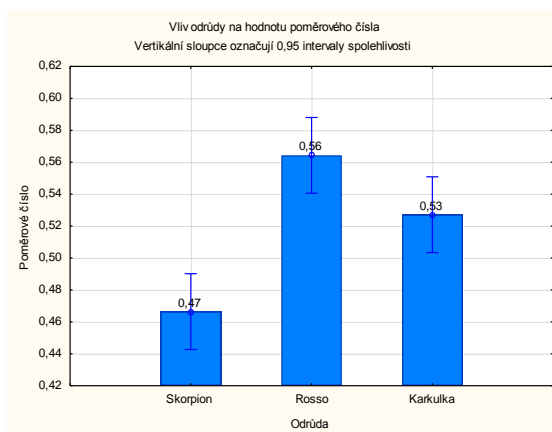
Obr. 14 Vliv odrůdy na ztrátu pečením



Obr. 15 Vliv odrůdy na objemovou výtěžnost

Na obrázku 16 je znázorněna objemová výtěžnost. Čím jsou hodnoty objemové výtěžnosti vyšší, tím je odrůda vhodnější pro pekárenské využití. Objemová výtěžnost se pohybovala od 333,6 do 365,4 ml/100 g. Přičemž nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u pečiva z odrůdy Skorpion a nejnižší u pečiva z odrůdy Rosso. HORČIČKA (2012) uvádí, že průměrná hodnota u pšenice řazené mezi kvalitní odrůdy by měla být 453 ml/100 g. Této hodnotě neodpovídá ani jedna z odrůd. Dle HRUŠKOVÉ ET AL. (2008) by se objemová výtěžnost měla u běžné pšeničné mouky pohybovat od 332 do 363 ml/100 g. V našem případě tento požadavek splňují všechny tři odrůdy.

Obrázek 17 znázorňuje výsledky stanovení poměrového čísla. Nejvyšších hodnot poměrového čísla dosahovaly odrůdy Rosso a Karkulka. Nejnižší poměrové číslo bylo zjištěno u odrůdy Skorpion. KUČEROVÁ (2010) uvádí, že optimální tvar má pečivo s poměrovým číslem 0,65. Této hodnotě neodpovídala ani jedna z odrůd. Hodnoty poměrového čísla ani u jedné z odrůd neodpovídají hodnotám pro velmi dobrou a dobrou mouku. Odrůdy Rosso a Karkulka odpovídají hodnotám pro mouku slabou, odrůda Skorpion má poměrové číslo velmi nízké a je považována za mouku nevyhovující pro pekařské účely (Tab. 5).



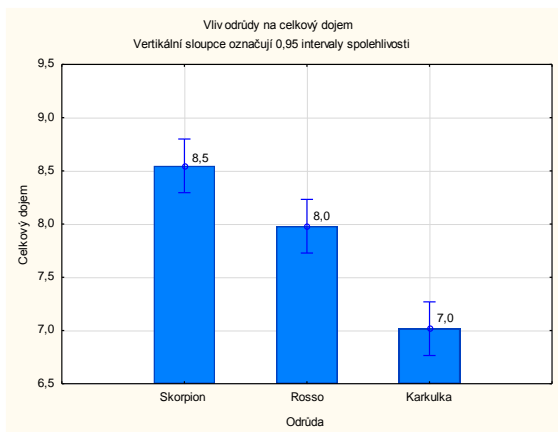
Obr. 16 Vliv odrůdy na hodnotu poměrového čísla

## 5.2 Vyhodnocení senzorní analýzy

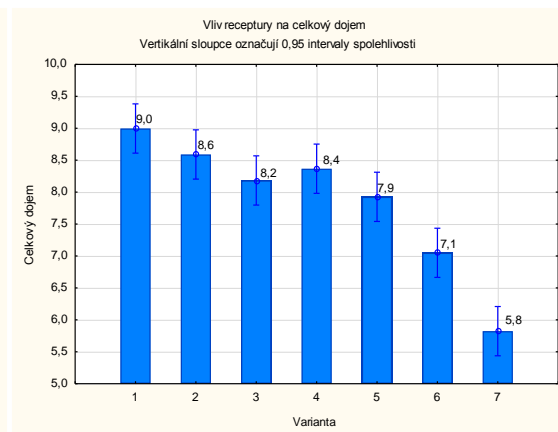
Senzorní analýza je metoda, při níž se organoleptické vlastnosti potravin posuzují zejména lidskými smysly. V rámci senzorního hodnocení se hodnotí dvě skupiny znaků, a to vnitřní a vnější. Pomocí vnějších znaků se spotřebitel rozhoduje při nákupu a hodnotí především zrakem. Jedná se o objem výrobku, vzhled, barvu a strukturu kůrky. Mezi vnitřní znaky jsou řazeny vlastnosti střídy (pórovitost, pevnost na řezu, struktura), vůně a chuť (INGR ET AL., 2007). Pečivo by mělo být správně vykynuté, pravidelného tvaru, zlatohnědé barvy. Vůně a chuť by měla být příjemná a pečivová (KUČEROVÁ, 2010).

Senzorní hodnocení bylo provedeno u každé odrůdy zvlášť. Pro podrobnější hodnocení byl vybrán deskriptor celkový dojem výrobku. Ostatní deskriptory senzorní analýzy jsou uvedeny v příloze 2. Byl zkoumán vliv odrůdy, receptury i vzájemná interakce těchto dvou vlivů na celkový dojem výrobku. Z hlediska celkového dojmu byla nejlépe hodnocena odrůda Skorpion. Následovala odrůda Rosso a Karkulka. Pečivo vyrobené z odrůdy Karkulka bylo hodnoceno nejméně pozitivně. U odrůdy Skorpion byl celkový dojem vyhodnocen jako nejlepší (Obr 18). Dle KUČEROVÉ ET AL. (2014) se pečivo z odrůdy Skorpion jeví jako senzorní přijatelnější oproti odrůdám s purpurovým perikarpem. Naše výsledky hodnocení s tímto tvrzením korespondují.





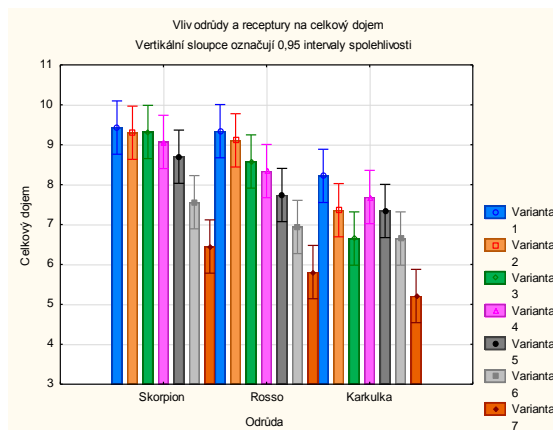
Obr. 17 Vliv odrůdy na celkový dojem



Obr. 18 Vliv receptury na celkový dojem

Celkový dojem (Obr. 19) byl nejlépe hodnocen u varianty 1, naopak nejhůře byla zhodnocena varianta 7. Z výsledků vyplývá, že přidavek otrub celkový dojem negativní zhoršoval. JANEČKOVÁ ET AL. (2015) uvádí jako únosný přidavek odrůd na hranici 10 %. Podobně MACHÁLKOVÁ ET AL. (2017) hodnotí vyšší přidavek otrub jako negativní, výrazně zhoršující sensorickou přijatelnost výrobku.

Obrázek 20 v podstatě kompletuje závěry, ve kterých je hodnocen vliv odrůdy a receptury samostatně. Interakce zde zobrazená ukazuje na stejnou dynamiku změn v kvalitě s přidavkem otrubnatých částic, rozdílná je pouze úroveň, která je nejnižší u odrůdy Karkulka, což svědčí o nejhorší sensorické kvalitě suroviny. I zde tedy platí to, že nejhorších výsledků dosahovaly u všech třech odrůd vždy varianty s nejvyšším podílem otrub.

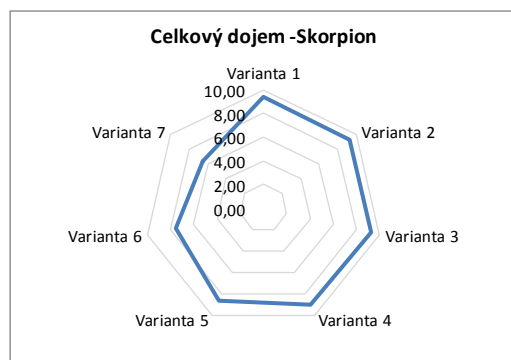


Obr. 19 Vliv odrůdy a receptury na celkový dojem

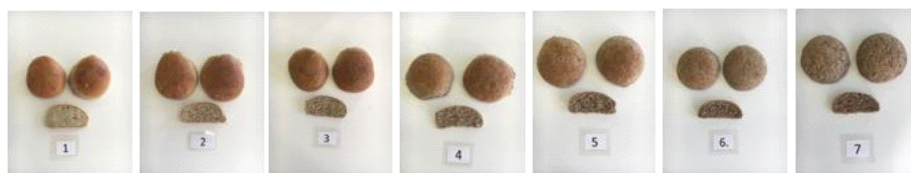
### 5.2.1 Hodnocení sensorického profilu výrobků – celkový dojem

V rámci sensorického hodnocení jsme zaměřili pouze na celkové hodnocení výrobku, které charakterizuje tzv. celkový dojem. Celkový dojem byl u všech odrůd vyhodnocen i pomocí paprskových grafů. Ty jsou zobrazeny na obrázcích 21, 23 a 25. Vzhled jednotlivých výrobků je uveden na obrázcích 22, 24 a 26. Detailní sensorické profily všech 7 receptur z každé odrůdy je uvedený v příloze 2).

Nejlepším celkovým dojmem se vyznačovala u odrůdy Skorpion varianta 1, tj. receptura bez otrub. Jako nejhorší z hlediska celkového dojmu byla vyhodnocena varianta 7, kde přídavek otrub činil 30 %.

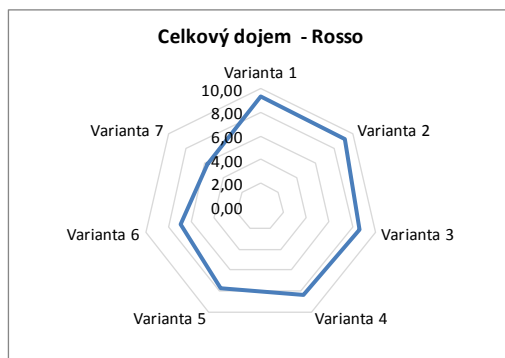


Obr. 20 Sensorický profil odrůdy Skorpion



Obr. 21 Vzhled pečiva odrůdy Skorpion

U odrůdy Rosso byly nejlépe vyhodnoceny varianty 1 a 2 (5 % otrub), naopak nejhorší hodnocení měla varianta 7 (30 % otrub). Přídavek otrub měl na celkové hodnocení i zde negativní vliv.

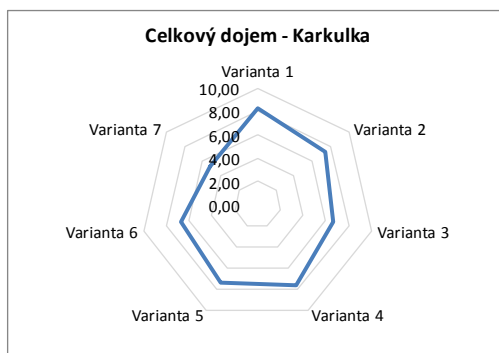


Obr. 22 *Senzorický profil odrůdy Rosso*

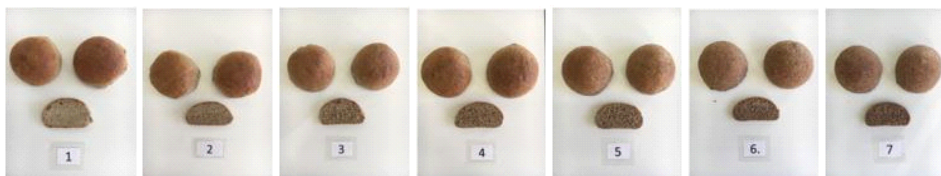


Obr. 23 *Vzhled pečiva odrůdy Rosso*

U odrůdy Karkulka byla rovněž nejlépe vyhodnocena kontrolní varianta. Varianty 2 (5 % otrub) a 3 (10 % otrub) vykazovaly ale velmi obdobné hodnocení jako varianta kontrolní. Nejhůře byla ohodnocena opět varianta s nejvyšším podílem otrub.



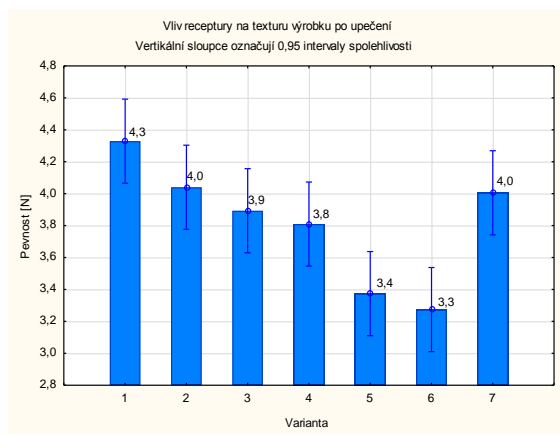
Obr. 24 *Senzorický profil odrůdy Karkulka*



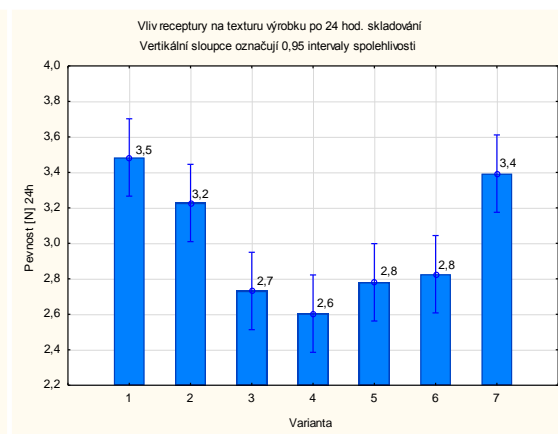
Obr. 25 *Vzhled pečiva odrůdy Karkulka*

### 5.3 Vyhodnocení pevnosti pečiva

Texturní vlastnosti potravin představují jeden z ukazatelů kvality potravin. Významnou roli hrají i při uskladnění potravin a při zhodnocení produktů proti mechanickým vlivům (NEDOMOVÁ, 2012). Mezi základní texturní vlastnosti patří tvrdost (pevnost) pečiva. Vyznačuje se jako síla potřebná k dosažení deformace výrobku (SZCZESNIAK, 2002).



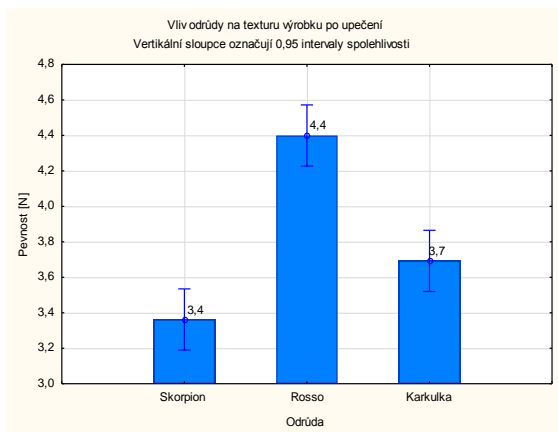
Obr. 26 Vliv receptury na texturu výrobku



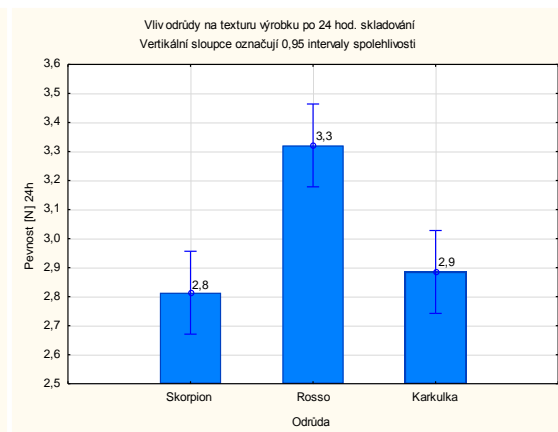
Obr. 27 Vliv receptury na texturu výrobků po 24 hod. skladování

Nejvyšší sílu bylo potřeba vynaložit u varianty 1 a to 4,3 N. Nejnižší vynaložená síla byla zjištěna u varianty 5 a 6. U většiny variant s přidavkem otrub bylo potřeba nižší síly, což oproti kontrole značí nižší pevnost pečiva. JANEČKOVÁ ET AL. (2014) uvádí, že se zvyšujícím se přidavkem otrub do těsta klesá pevnost pekařských výrobků. Naše výsledky s tímto tvrzením korespondují kromě varianty 7, která se liší (Obr. 27).

Po 24 hod. skladování (Obr. 28) byly u pevnosti pečiva pozorovány značné změny. Nejvyšší síla byla zjištěna u varianty 1 (3,5 N) a 7 (3,4 N). Tyto hodnoty jsou v porovnání s variantami, které byly hodnoceny ihned po upečení nižší. Nejnižší odpor vůči penetračnímu tělísku byl zaznamenán u varianty 4. Z grafu vyplývá, že po 24 hod. skladování v polyethylenovém sáčku se síla potřebná k proražení sondy do výrobku snižuje, a tím dochází i ke snížení pevnosti pečiva.



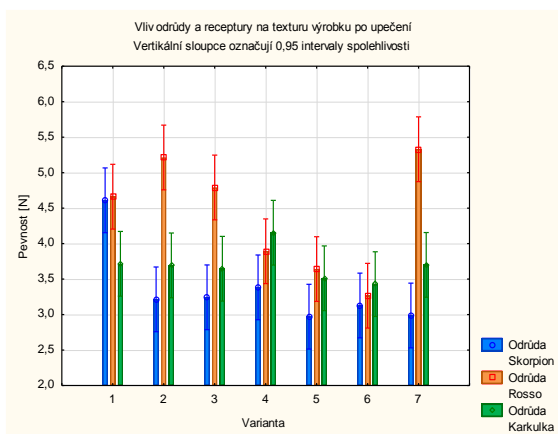
Obr. 28 Vliv odrůdy na texturu výrobků po upečení



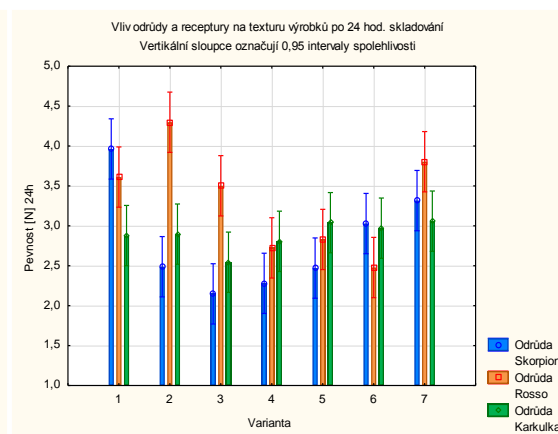
Obr. 29 Vliv odrůdy na texturu výrobku po 24 hod. skladování

Obrázek 29 znázorňuje vliv odrůdy na pevnost pečiva. Pečivo vyrobené z odrůdy Rosso vykazovalo průkazně ( $p < 0,05$ ) nejvyšší potřebnou sílu k penetraci sondy a tedy i nejvyšší pevnost pečiva. U odrůd Skorpion a Karkulka byla síla nižší. MACHÁLKOVÁ ET AL. (2017) uvádí, že obecně odrůdy pšenice s purpurovým perikarpem vykazují vyšší pevnost, zatímco odrůdy modrozrné pšenice jsou spíše měkké. Naše výsledky s tímto tvrzením korespondují.

Vliv odrůdy na pevnost pečiva po 24 hod. skladování je uveden na obrázku 30. Bylo zjištěno, že po 24 hod. skladování se pevnost pečiva snížila. Největší sílu bylo potřeba vynaložit opět u pečiva z odrůdy Rosso.



Obr. 30 Vliv odrůdy a receptury na texturu výrobků po upečení



Obr. 31 Vliv odrůdy a receptury na texturu výrobků po 24 hod. skladování

Na obrázku 31 lze vidět rozdíly ve vynaložené síle mezi jednotlivými odrůdami a jejich variantami. Odrůda Rosso vykazovala téměř u všech variant nejvyšších naměřených hodnot pro sílu. Naopak odrůda Skorpion, vyjma varianty 1, měla vynaloženou sílu nejmenší.

Na obrázku 32 jsou zobrazeny rozdíly v potřebné síle k zatlačení sondy mezi odrůdami a jejich jednotlivými variantami po 24 hod. skladování. Vynaložená síla byla u všech variant nižší oproti variantám hodnoceným ihned po upečení. Z výsledků vyplývá, že skladování potravin přispívá k vyrovnání vlhkosti ve střídě i kůrce pečiva, což se odráží ve snížení jeho pevnosti.

## 6 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala chemickým složením a technologickou kvalitou netradičně zbarvených obilek na kvalitu pekárenských výrobků. Při analýze byly použity ozimé odrůdy pšenice s modrým aleuronem Skorpion a purpurovým perikarpem Rosso a Karkulka. U vzorků byly provedeny pekařské pokusy s následným sensorickým hodnocením. Dále byla stanovena pevnost pečiva.

Byly provedeny tři pekařské pokusy. Každý pokus zahrnoval 7 variant pečiva s rozdílným přídatkem otrub (5–30 %). Jako kontrola byla vždy použita varianta 1, která neobsahovala žádné otruby. U pekařského pokusu byly sledovány následující parametry: hmotnost těsta, výtěžnost těsta, hmotnost pečiva, výtěžnost pečiva, ztráty pečením, objemová výtěžnost a poměrové číslo. Bylo zjištěno, že největší hmotnost a výtěžnost těsta měla odrůda Rosso, která se zároveň vykazovala i největšími ztrátami pečením. Hmotnost a výtěžnost pečiva byla největší u odrůdy Karkulka. Objemová výtěžnost byla nejvyšší u odrůdy Skorpion (365,4 ml/100 g). Hodnoty poměrového čísla byly nejlepší u odrůdy Rosso a Karkulka a odpovídají hodnotám pro mouku slabou. Odrůda Skorpion z hlediska hodnoty poměrového čísla nevyhovuje pekařským účelům. Bylo zjištěno, že varianty pečiva neobsahující otruby mají vyšší hmotnost i výtěžnost těsta. U variant s vyšším podílem otrub docházelo ke snížení hmotnosti a výtěžnosti těsta a zároveň dosahovaly i nejnižších ztrát pečením. Lze tedy předpokládat, že přídatek otrub do těsta by mohl snižovat ztráty pečením. Objemová výtěžnost se v rámci jednotlivých variant velmi lišila. Největší hodnoty byly zjištěny u variant 1 a 2, tedy u variant s nejmenším podílem otrub. Nejmenší objemová hmotnost byla zaznamenána u variant 6 a 7 s největším podílem otrub. Z výsledků vyplývá, že se zvyšujícím se podílem otrub pečiva se snižuje jeho objemová výtěžnost.

U jednotlivých vzorků pečiva byla provedena sensorická analýza. Pro podrobnější hodnocení byl vybrán deskriptor celkový dojem. Jako nejlepší z hlediska celkového dojmu byla vyhodnocena odrůda Skorpion. Nejlépe vyhodnoceny byly vždy varianty 1 a 2. Z výsledků vyplývá, že přídatek otrub do těsta měl na celkový dojem negativní vliv.

Pevnost pečiva byla změřena pomocí přístroje TiraTest 27025. Největší síla k proražení razidla byla zjištěna u odrůdy Rosso. Bylo zjištěno, že se zvyšujícím se přidavkem otrub do pečiva dochází ke snížení pevnosti pečiva. Po 24 hod. skladování se pevnost pečiva ještě více snížila.

Z výsledků všech hodnocení vyplynulo, že odrůdy Rosso a Karkulka jsou vhodné pro pekařské účely na rozdíl od odrůdy Skorpion. Odrůda Skorpion ale byla nejlépe vyhodnocena jako sensoricky nepřijatelnější. Pro výrobu pekařských výrobků se z hlediska obsahu otrub jako nejlepší jeví varianty pečiva s nejmenším podílem otrub.



## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABDEL-AAL E. S. M., HUCL P., 2003: *Composition and stability of anthocyanins in blue-grained wheat*. Washington: Journal of agricultural and food chemistry, 51(8), s. 2174-2180.

ABDEL-AAL E. S. M., YOUNG J. CH. RABALSKI I., 2006: *Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple and red cereal grains*. Journal of agricultural and food chemistry, 54, s. 4696-4704.

AMORIM-CARRILHO K. T., CEPEDA A., FENTE C., REGAL P., 2013: *Review of methods for analysis of carotenoids* [online]. Trends in Analytical Chemistry, 56, s. 49-73. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>

BARTL P., ALBREHT A., SKRT M., TREMLOVÁ B., OŠŤÁDALOVÁ M., ŠMEJKAL K., VOVK I., ULRIH N. P., 2015: *Anthocyanins in purple and blue wheat grains and in resulting bread: quantity, composition and thermal stability* [online]. International journal of food science and nutrition. Dostupné z: <http://www.informahealthcare.com>

BARTL P., TREMLOVÁ B., OŠŤÁDALOVÁ M., ČÁSLAVKOVÁ P., ELIÁŠOVÁ M., ŽDÁRSKÝ M., 2013: *Stanovení antokyanů v pšenicích s purpurově a modře zabarveným zrnem*. Obilnářské listy 49 (3-4). Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s r. o., s. 75-77.

BUREŠOVÁ I., PALÍK S., SEDLÁČKOVÁ I., 2003: *Hodnocení kvality pšenice a žita 2001, 2002, odhad 2003* [online]. Qualima 2003 Hradec Králové. Dostupné z: <http://www.vukrom.cz>

BUREŠOVÁ V., KOPECKÝ D., BARTOŠ J., MARTINEK P., WATANABE N., VYHNÁNEK T., DOLEŽEL J., 2014: *Variation in genome composition of blue-aleurone wheat* [online]. Dostupné z: <http://www.springer.com>

BUSTOS D. V., RIEGEL R., CALDERINI D. F., 2012: *Anthocyanin content of grains in purple wheat is affected by grain position, assimilate availability and agronomic*

*management* [online]. Journal of cereal science, 55, s. 257-264. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>

GAJDOŠOVÁ A., ŠTURDÍK E., 2004: *Biologické, chemické a nutričně zdravotné charakteristiky pekářských cereálií*. Nova biotechnologica 4 (1), s. 133-154.

GARG M., CHAWLA M., CHUNDURI V., KUMAR R., SHARMA S., SHARMA N. K., KAUR N., KUMAR A., MUNDEY J. K., SAINI M. K., SINGH S. P., 2016: *Transfer of grain colors to elite wheat cultivars and their characterization*. Journal of cereal science, 71, s. 138-144.

GONZÁLEZ J., ARAZURI S., JARÉN C., ARREGUI L. M., 2013: *Influence of temperature and r. h. during storage on wheat bread making quality* [online]. Journal of stored products research 55, s. 134-144. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>

HERNANDEZ J., HŘIVNA L., ŠOTTNÍKOVÁ V., DOSTÁLOVÁ Y., MACHÁLKOVÁ L., RUBAN A., KOUBKOVÁ H., VYHNANEK T., MRKVICOVÁ E., TROJAN V., BUREŠOVÁ I., 2016: *The use of color wheat spent grain as an ingredient for the production of bakery products*. In MendelNet 2016. Proceedings of International Ph.D. Students conference. Brno: Mendel University in Brno, s. 571-576.

HORÁKOVÁ V., DVOŘÁČKOVÁ O., MEZLÍK T., 2015: *Seznam doporučených odrůd 2015; přehled odrůd 2015*. In: Obilniny a luskoviny 2015. 1. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. ISBN 9788074011085.

HOSSEINIAN F. S., LI W., BETA T., 2008: *Measurement of anthocyanins and other phytochemicals in purple wheat* [online]. Food Chemistry, 109, s. 916-924. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>

HRUŠKOVÁ M., ŠVEC I., DVOŘÁKOVÁ J., 2008: *Statistická analýza jakosti komerční pšeničné mouky* [online]. Dostupné z: <http://www.isvav.com>

HRUŠKOVÁ M., ŠMEJDA P., 2003: *Wheat flour dough alveograph characteristics predicted by NIRSystems 6500*. In: Czech journal of food sciences, s. 28-33.

INGR I., POKORNÝ J., VALENTOVÁ H., 2007: *Senzorická analýza potravin*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 101 s. ISBN 9788073750329.

JANEČKOVÁ M., HRIVNA L., JŮZL M., NEDOMOVÁ Š., VYHNÁNEK T., TROJAN V., M MRKVICOVÁ E., 2014: *Possibilities of using purple wheat in producing bakery products*. In: Mendelnet 2014: Proceedings of International Ph.D. Students conference. Brno: Mendel University in Brno, s. 412-416.

JORDÁN V., HEMZALOVÁ M., 2001: *Antioxidanty: zázračné zbraně: vitamíny, minerály, stopové prvky, aminokyselina a jejich využití pro zdravý život*. Brno: Jota, 153 s. ISBN 8072171569.

KADLEC P., 2002: *Technologie potravin 1*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 300 s. ISBN 8070805099.

KALÁČ P., 2003: *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: DONA, 130 s. ISBN 8073220296.

KNIEVEL D. C., ABDEL-AAL E. S. M., RABALSKI I., NAKAMURA T., HUCL P., 2009: *Grain color development and the inheritance of high anthocyanin blue aleurone and purple perikarp in spring wheat (*Triticum aestivum* L.)*. Journal of cereal Science, 50(1), s. 113-120.

KOMPRDA T., 2008: *Funkční potraviny: cyklus přednášek*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, CD-ROM.

KUČEROVÁ J., 2010: *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 141 s. ISBN 9788075094421.

KUČEROVÁ J., HRIVNA L., ŠOTTNÍKOVÁ V., JANEČKOVÁ M., DOSTÁLOVÁ Y., 2014: *Pekařské pokusy z pšeničné mouky s přidávkem otrub barevných pšeníc*. Úroda 12, vědecká příloha, s. 481-484.

KVASNIČKOVÁ A., 2000: *Potravinářství IV. Přírodní antioxidanty v potravinách*. Praha: ÚZPI, ISBN 8072710036.

LACHMAN J., MARTINEK P., KOTÍKOVÁ Z., ORSÁK M., ŠULC M., 2017: *Genetics and chemistry of pigments in wheat grain – a review*. Journal of cereal science, DOI: 10.1016/j.cs.2017.02.007.

MACHÁLKOVÁ L., JANEČKOVÁ M., HŘIVNA L., DOSTÁLOVÁ Y., HERNANDEZ J., MRKVICOVÁ E., VYHNÁNEK T., TROJAN V., 2017: *Impact of added colored wheat bran on bread quality*. In: Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis 65(1), s. 99-104.

MARTINEK P. & VYHNÁNEK T., 2014: *Barevné zrno pšenice jako zdroj antioxidantů*. Úroda, 7, s. 68-70.

MARTINEK P., ŠKORPÍK M., CHRPOVÁ J., FUČÍK P., SCHWEIGER J., 2013: *Development of the new winter wheat variety skorpion with blue grain*. Czech. J. Plant Breed., 49 s. 90-94.

MARTINEK P., ŠKORPÍK M., CHRPOVÁ M., FUČÍK P., 2012: *Skorpion – odrůda ozimé pšenice s modrým zrnem*. Obilnářské listy, 20(3). Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s r. o., s. 78-79.

MARTINEK P., PODHORNÁ J., PAULÍČKOVÁ I., NOVOTNÁ P., HANUŠ V., ŠUDYOVÁ V., BALOUNOVÁ M., VACULOVÁ K., 2010: *Hodnocení genových zdrojů pšenice s rozdílným zabarvením zrna*. In *Hodnotenie genetických zdrojov rastlin pre výživu a poľnohospodárstvo*. Piešťany: Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, s. 64-68.

MARTINEK P., COUFALOVÁ O., KUREČKA R., NOVÁKOVÁ E., MIKULCOVÁ J., 2006: *Netradiční barva obilek pšenice (Triticum aestivum L.), její genetická podmíněnost a možnost využití v potravinářství*. In: *Nové poznatky z genetiky a šlachtenia poľnohospodarských rastlín: Zborník z 13. vedeckej konferencie*. Piešťany: Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, s. 95-98.

LI Y., MA D., SUN D., WANG CH., ZHANG J., XIE Y., GUO T., 2015: *Total phenolic, flavonoid content and antioxidant activity of flour, nobles and steamed bread*

*made from different Colorado wheat grains by three milling methods* [online]. The crop journal, s. 328-334. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com>.

PAMPLONA-ROGER G. D., 2005: *Encyklopedie léčivých potravin*. 1. vyd. Praha: Advent-Orion, spol., s r. o., 299 s. ISBN 8071725420.

PELIKÁN M., 2001: *Zpracování obilovin a olejnin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 148 s.

PETR J., 2001: *Pěstování pšenice podle užitkových směrů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 40 s. ISBN 8072710907.

PRUGAR J., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 327 s. ISBN 9788086576282.

PŘÍHODA J., HRUŠKOVÁ M., 2007: *Hodnocení kvality: aplikace doporučených přístrojů, metod a interpretace výsledků pro praxi*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 187 s.

PŘÍHODA J., SKŘIVAN P., HRUŠKOVÁ M., 2004: *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 202 s. ISBN 8070805307.

ROMERO-BARANZINI A. L., FLORES R., RAYAS-DUARTE P., ONWULATA C., GARCIA R. A., YANEZ-FARIAS G. A., FALCON-VILLA M. R., 2007: *Dietary fiber and beta-glucan content of extruded products prepared from barley blends with plantago and wheat bran*. AACC International Annual Meeting, October 7–10. Cereal foods world 52:A62.

RUBAN A., HRIVNA L., HERNANDEZ J., DOSTÁLOVÁ Y., MACHÁLKOVÁ L., MÜLLEROVÁ M., ŠOTTNÍKOVÁ V., MRKVICOVÁ E., VYHNÁNEK T., TROJAN V., BUREŠOVÁ I., 2016: *The use of hemp and color wheat flour as baking ingredients*. In: Mendelnet 2016: Proceedings of International Ph.D. Students conference. Brno: Mendel University in Brno, s. 639-644.

RÜCKSCHLOSS E., MATÚŠKOVÁ K., HANKOVÁ A., 2014: *Súčasný stav šľachťenia pšeníc na Slovensku*. In: Pšenice 2014 „Rez nikdy nespí“. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., s. 16-22.

SCHMIDT Š., 2011: *Antioxidanty a oxidačné zmeny tukov v potravinách*. Bratislava: Slovenská technická univerzita. ISBN 9788022734912.

SKOUPIL J., 1989: *Laboratorní příručka pro pekárny, cukrárny a pečivárny*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 344 s.

TROJAN V., MUSILOVÁ M., VYHNÁNEK T., HAVEL L., 2010: *The genetic variability of coloured grain wheat collection*. In: Mendelnet 2010: Proceedings of International Ph.D. Students conference. Brno: Mendel University in Brno, s. 845-851.

VACULOVÁ K., JIRSA O., MARTINEK P., BALOUNOVÁ M., 2010: *Hodnocení kvality zrna vybraných vzorků netradiční pšenice a bezpluchého ječmene*. Obilnářské listy 18(3). Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s r.o., s. 71-77.

VELÍŠEK J., 2002: *Chemie potravin*. 2. vyd., upr. Tábor: OSSIS, 303 s. ISBN 8086659011.

VYHNÁNEK T., TROJAN V., ŠTIASNA K., PRESINSZKÁ M., JAKUBCOVÁ Z., ŠŤASTNÍK O., KARÁSEK F., JANEČKOVÁ M., DOSTÁLOVÁ Y., MRKVICOVÁ E., HŘIVNA L., MARTINEK P., HAVEL L., 2015: *Barevné pšenice – genetika a možnosti zpracování*. In: Fulltextový sborník XLI. konference o jakosti potravin a potravinových surovin. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 331 s, ISBN 9788075092205.

ZHENG Q., LI B., LI H., LI Z., 2009: *Utilization of blue-grained character in wheat breeding derived from *Thinopyrum poticum**. Journal of genetics and genomics 36 (9), s. 575-580.

ZIMOLKA J., 2005: *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 179 s. ISBN 8086726096.

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 <i>Podélný řez pšeničným zrnem se znázorněním jeho morfologických vrstev..</i>	13
Obr. 3 <i>Přístroj TIRATEST 27025</i>	30
Obr. 4 <i>Vliv receptury na hmotnost těsta</i>	31
Obr. 5 <i>Vliv receptury na výtěžnost těsta</i>	31
Obr. 6 <i>Vliv receptury na hmotnost pečiva</i>	32
Obr. 7 <i>Vliv receptury na výtěžnost pečiva</i>	32
Obr. 8 <i>Vliv receptury na ztrátu pečením</i>	33
Obr. 9 <i>Vliv receptury na objemovou výtěžnost</i>	33
Obr. 10 <i>Vliv receptury na hodnotu poměrového čísla</i>	33
Obr. 11 <i>Vliv odrůdy na hmotnost těsta</i>	38
Obr. 12 <i>Vliv odrůdy na výtěžnost těsta</i>	38
Obr. 13 <i>Vliv odrůdy na hmotnost pečiva</i>	38
Obr. 14 <i>Vliv odrůdy na výtěžnost pečiva</i>	38
Obr. 15 <i>Vliv odrůdy na ztrátu pečením</i>	39
Obr. 16 <i>Vliv odrůdy na objemovou výtěžnost</i>	39
Obr. 17 <i>Vliv odrůdy na hodnotu poměrového čísla</i>	40
Obr. 18 <i>Vliv odrůdy na celkový dojem</i>	41
Obr. 19 <i>Vliv receptury na celkový dojem</i>	41
Obr. 20 <i>Vliv odrůdy a receptury na celkový dojem</i>	41
Obr. 21 <i>Senzorický profil odrůdy Skorpion</i>	42
Obr. 22 <i>Vzhled pečiva odrůdy Skorpion</i>	42
Obr. 23 <i>Senzorický profil odrůdy Rosso</i>	43
Obr. 24 <i>Vzhled pečiva odrůdy Rosso</i>	43
Obr. 25 <i>Senzorický profil odrůdy Karkulka</i>	43
Obr. 26 <i>Vzhled pečiva odrůdy Karkulka</i>	43
Obr. 27 <i>Vliv receptury na texturu výrobku</i>	44
Obr. 28 <i>Vliv receptury na texturu výrobků po 24 hod. skladování</i>	44
Obr. 29 <i>Vliv odrůdy na texturu výrobků po upečení</i>	45
Obr. 30 <i>Vliv odrůdy na texturu výrobku po 24 hod. skladování</i>	45

Obr. 31 <i>Vliv odrůdy a receptury na texturu výrobků po upečení .....</i>	45
Obr. 32 <i>Vliv odrůdy a receptury na texturu výrobků po 24 hod. skladování.....</i>	45



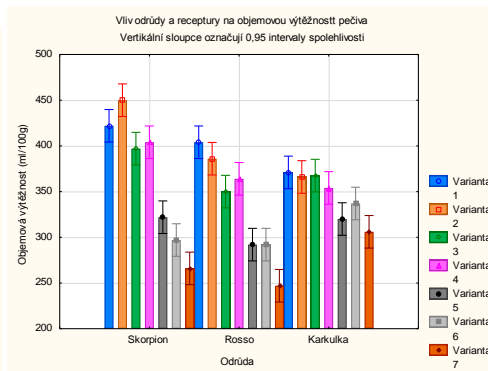
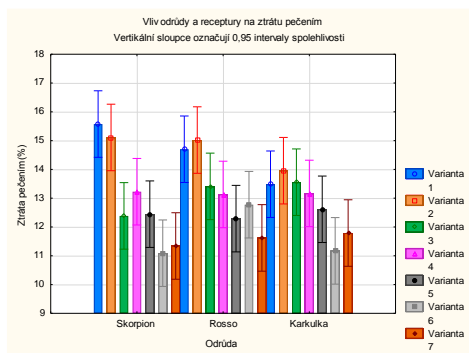
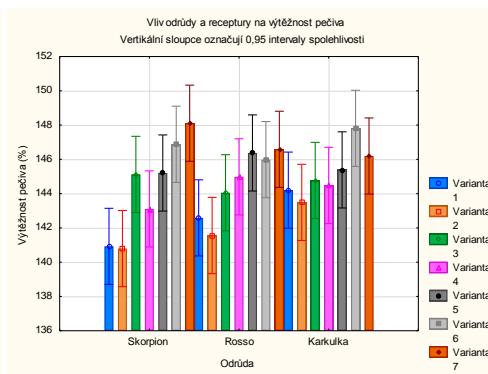
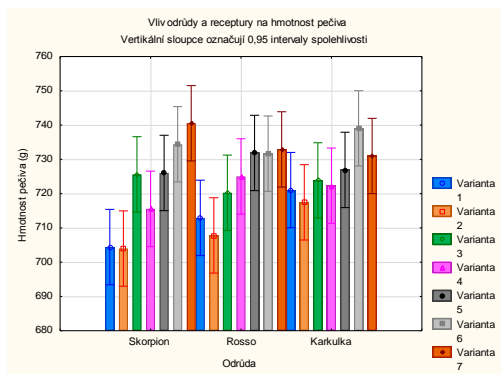
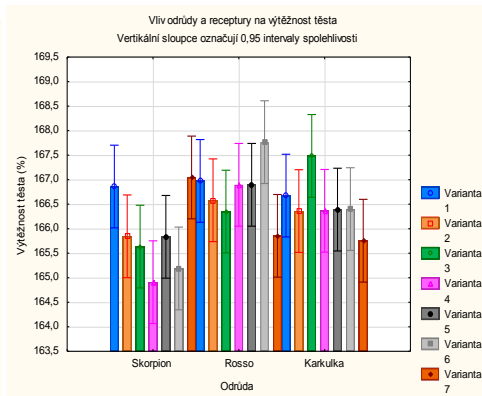
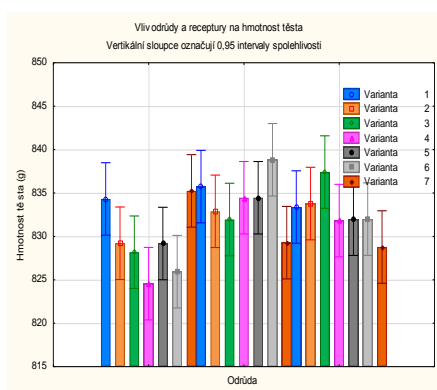
## 9 SEZNAM TABULEK

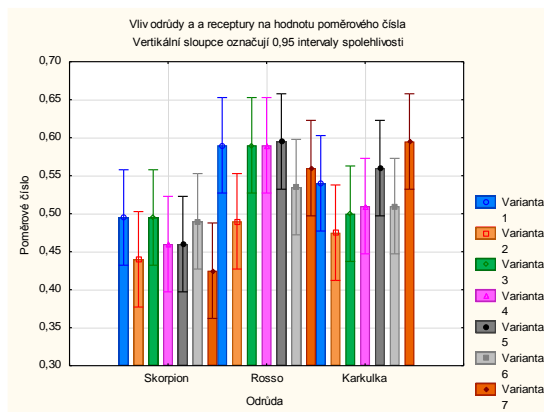
Tab. 1 <i>Jakostní parametry potravinářské pšenice</i> .....	23
Tab. 2 <i>Minimální požadavky na zařazení odrůd do skupin jakosti</i> .....	27
Tab. 3 <i>Varianty pečiva pro odrůdy Skorpion, Rosso a Karkulka</i> .....	29
Tab. 4 <i>Hodnoty poměrového čísla</i> .....	34
Tab. 5 <i>Výsledky pekařského pokusu odrůdy Skorpion</i> .....	35
Tab. 6 <i>Výsledky pekařského pokusu odrůdy Rosso</i> .....	36
Tab. 7 <i>Výsledky pekařského pokusu odrůdy Karkulka</i> .....	37

# 10 PŘÍLOHY

## PŘÍLOHA 1

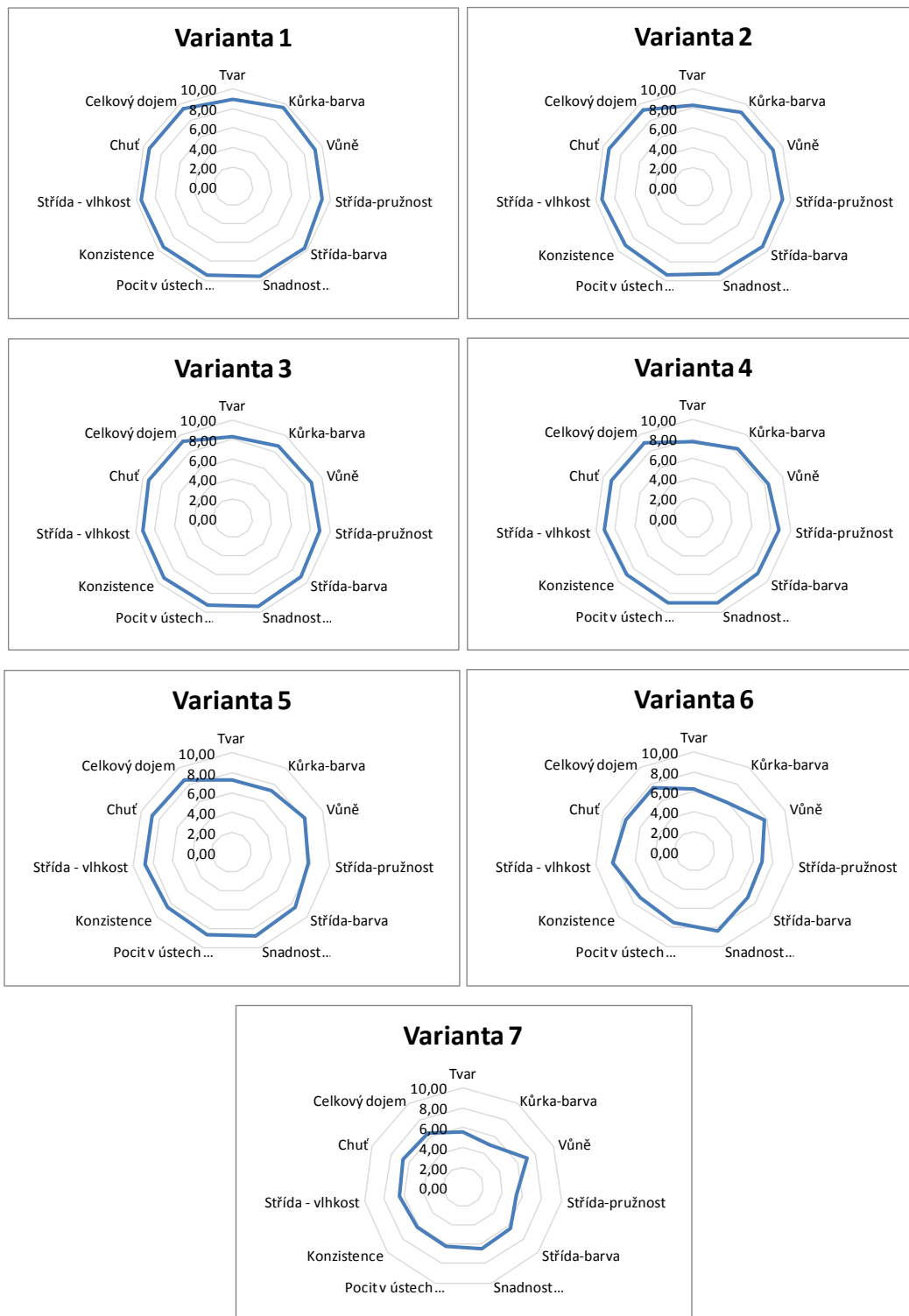
### Vliv odrůdy a receptury na výsledky pekařského pokusu



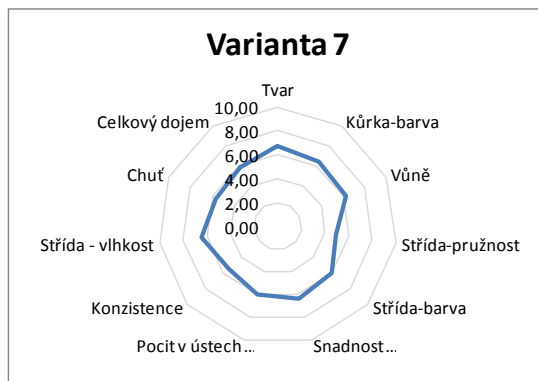
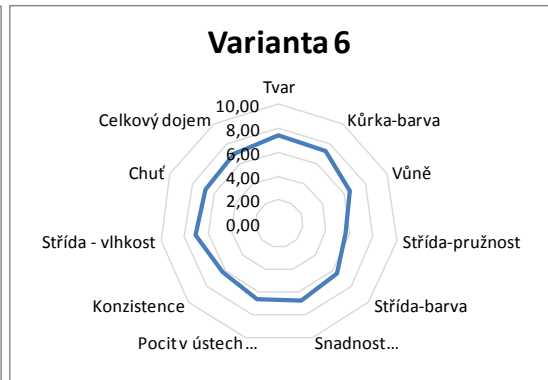
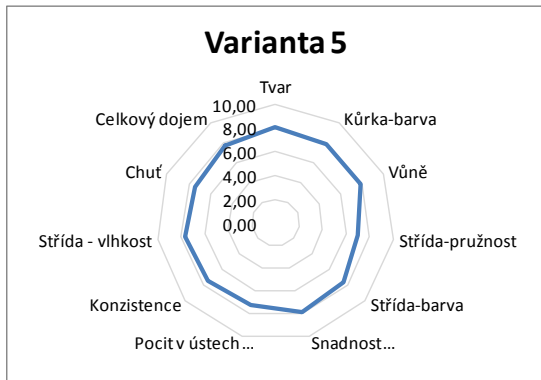
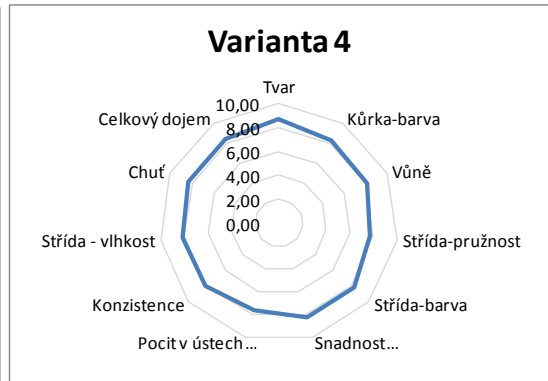
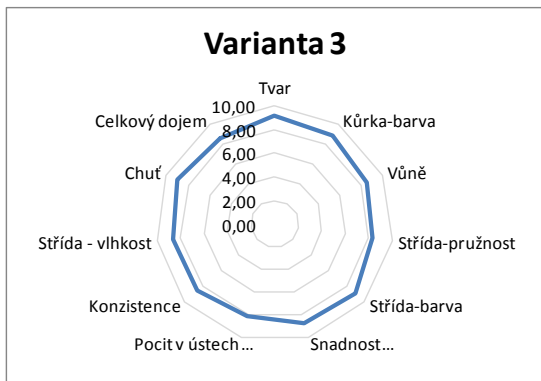
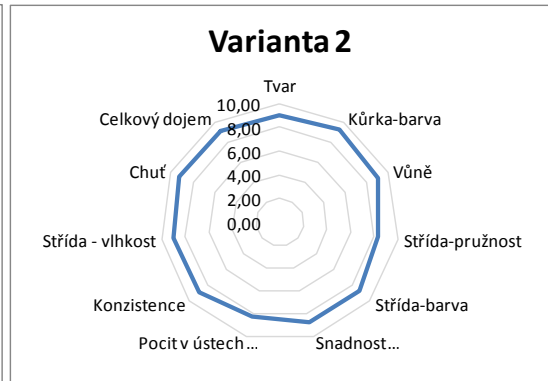
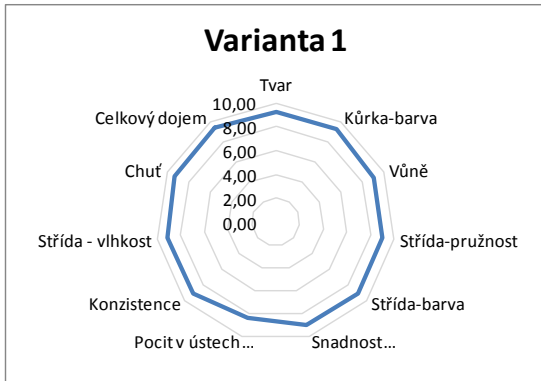


## PŘÍLOHA 2

### Senzorické profily odrůdy Skorpion



## Senzorické profily odrůdy Rosso



## Senzorické profily odrůdy Karkulka

