



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Využití netradičních druhů obilovin pro výrobu
běžného pečiva**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Viera Šottníková, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Dominika Siudová

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Využití netradičních druhů obilovin pro výrobu běžného pečiva** 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 *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Věře Šottníkové, Ph.D., za vstřícný přístup a mnohé rady, které mi poskytla během zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat také panu Ing. Radimu Kurečkovi za možnost zpracování praktické části mé diplomové práce ve firmě IREKS ENZYMA a za jeho cenné připomínky při zpracovávání praktické části.

ABSTRAKT

Hlavním cílem diplomové práce na téma Využití netradičních druhů obilovin pro výrobu běžného pečiva bylo zjistit vliv přídavku mouk z netradičních druhů obilovin na kvalitu běžného pečiva. Teoretická část se zabývá surovinami pro výrobu běžného pečiva, technologií výroby běžného pečiva a popisem, látkového složení, využití a vlastnostmi netradičních obilovin pro výrobu pečiva, jako je čirok, kukuřice, rýže a slzovka. Praktická část byla zaměřena na výrobu baget s přídavkem mouk z těchto obilovin. Kvalita výsledných baget byla posuzována na základě měření objemu, pevnosti baleného a nebaleného pečiva během prvního a druhého dne skladování. Dále také byla hodnocena barva pečiva a senzorická jakost pomocí senzorického dotazníku.

Přídavek těchto mouk v množství 5,5 % neměl zásadní negativní vliv na objem, pevnost a senzorické vlastnosti vyrobeného pečiva. Pečivo však získalo zajímavou barvu a zvýšila se jeho nutriční hodnota.

Klíčová slova: bagety, čirok, kukuřice, rýže, slzovka, senzorické hodnocení

ABSTRACT

The aim of the thesis *The usage of non-traditional cereals in baking production* was to determine the influence of the addition of flours made from unusual kinds of cereals on the quality of baking products. The theoretical part deals with ingredients and the technologies used in bread production and the description, material composition, properties and usage of unconventional cereals such as sorghum, corn, rice and Job's tears. The practical part is focused on the production of baguettes with the addition of flour from these cereals. The quality of the final baguettes was assessed by measuring the volume, firmness of packed and unpacked product during the first and the second day of storage. In addition, the colour of bread was measured and the sensory quality was evaluated.

The addition of 5,5 % of these flours into the product did not have a significant negative effect on bread volume, its firmness and sensory properties. Although bread gained interesting colour and its nutritional value has raised up.

Key words: baguettes, sorghum, corn, rice, Job's tears, sensory evaluation

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Běžné pečivo.....	10
3.1.1	Suroviny pro výrobu běžného pečiva.....	11
3.1.1.1	<i>Mouka.....</i>	<i>12</i>
3.1.1.2	<i>Voda</i>	<i>13</i>
3.1.1.3	<i>Droždí.....</i>	<i>13</i>
3.1.1.4	<i>Sůl</i>	<i>14</i>
3.1.1.5	<i>Cukr.....</i>	<i>14</i>
3.1.1.6	<i>Tuky.....</i>	<i>14</i>
3.1.1.7	<i>Vaječné suroviny.....</i>	<i>15</i>
3.1.1.8	<i>Mléčné suroviny.....</i>	<i>15</i>
3.1.1.9	<i>Zlepšující přípravky</i>	<i>15</i>
3.1.2	Technologie výroby běžného pečiva.....	16
3.1.2.1	<i>Příprava těsta</i>	<i>16</i>
3.1.2.2	<i>Mísení a hnětení.....</i>	<i>17</i>
3.1.2.3	<i>Zrání, dělení, tvarování a dokynutí.....</i>	<i>17</i>
3.1.2.4	<i>Pečení.....</i>	<i>18</i>
3.2	Plodiny	19
3.2.1	Pšenice	19
3.2.1.1	<i>Botanická charakteristika.....</i>	<i>19</i>
3.2.1.2	<i>Látkové složení.....</i>	<i>20</i>
3.2.1.3	<i>Vlastnosti a využití</i>	<i>21</i>
3.2.2	Čirok	22
3.2.2.1	<i>Botanické charakteristika.....</i>	<i>22</i>
3.2.2.2	<i>Látkové složení.....</i>	<i>23</i>
3.2.2.3	<i>Význam a využití</i>	<i>24</i>
3.2.3	Rýže	24
3.2.3.1	<i>Botanická charakteristika.....</i>	<i>25</i>
3.2.3.2	<i>Látkové složení.....</i>	<i>26</i>
3.2.3.3	<i>Vlastnosti a využití</i>	<i>26</i>
3.2.4	Kukuřice.....	27

3.2.4.1	<i>Botanická charakteristika</i>	28
3.2.4.2	<i>Látkové složení</i>	29
3.2.4.3	<i>Význam a využití</i>	29
3.2.5	Slzovka.....	30
3.2.5.1	<i>Botanická charakteristika</i>	30
3.2.5.2	<i>Látkové složení</i>	31
3.2.5.3	<i>Význam a využití</i>	31
4	MATERIÁL A METODIKA	32
4.1	Použitý materiál	32
4.1.1	Sestavení vhodné receptury	33
4.2	Použité metody	34
4.2.1	Postup výroby baget.....	34
4.2.2	Měření hmotnosti, objemu a výsledných ztrát pečením u baget.....	35
4.2.3	Měření barvy mouky, kůrky a střídý baget.....	35
4.2.4	Měření pevnosti baget	37
4.3	Senzorické hodnocení	37
4.4	Statistické zpracování	38
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	39
5.1	Hmotnost, objem a propek	39
5.2	Pevnost baget	41
5.3	Barva	43
5.3.1	Barva mouky	43
5.3.2	Barva kůrky	44
5.3.3	Barva střídý	46
5.4	Senzorické hodnocení baget	49
5.4.1	Hodnocení celkového objemu a tvaru.....	49
5.4.2	Hodnocení deskriptorů kůrky	50
5.4.3	Hodnocení deskriptorů střídý	51
5.4.4	Hodnocení celkového dojmu	54
6	ZÁVĚR	55
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
9	SEZNAM TABULEK	67
10	PŘÍLOHY	68

1 ÚVOD

Obiloviny jsou základní složkou lidské výživy. Jsou nejen důležitým zdrojem snadno využitelné energie a bílkovin, ale obsahují také řadu dalších nutričně významných látek. Pšenice, rýže a kukuřice patří mezi tři nejvíce pěstované obilniny na světě. Pšenice se každoročně vypěstuje více než 736 milionů tun a v dnešní době ji jako základní potravinu konzumuje zhruba třetina lidské populace.

Pouze pšeničná mouka má schopnost po vyhnětení s vodou vytvořit specifickou gelovitou strukturu a vytvořit tak pečivo s vláchnou střídou a křupavou kůrkou. Poslední trendy však ukazují, že si konzumenti začínají uvědomovat výživovou prospěšnost celozrnné pšeničné mouky a také mouk získaných z jiných druhů obilovin.

Pečivo, které je součástí základny výživové pyramidy, je složkou každodenního jídelníčku mnoha lidí po celém světě. Slouží jako hlavní zdroj kalorií. Jen v České republice existuje více než 700 pekáren, které každý den vyrobí desítky milionů kusů běžného pečiva. V dnešní době se pečivo také peče nebo dopéká přímo na prodejně. Mezi základní suroviny pro výrobu běžného pečiva patří voda, mouka, sůl a droždí. V současnosti se také hojně využívají zlepšující přípravky.

Podle platné legislativy se běžné pečivo vyznačuje tím, že je vyrobeno z pšeničné nebo žitné mouky a obsahuje méně než 8,2 % bezvodého tuku a méně než 5 % cukru. Běžné pečivo se dále dělí na pšeničné, žitné, vícezrnné nebo speciální pečivo. Mohou to být různé druhy rohlíků, housek, baget a dalamánků.

Současní spotřebitelé začínají mít více v oblibě celozrnné a jinak obohacené pečivo, protože si uvědomují zdravotní přínos mikronutrientů, které tyto potraviny obsahují. A tak raději sáhnou po vícezrnném, speciálním nebo celozrnném pečivu než po klasickém rohlíku. Problémem, ale často zůstává, že mnoha spotřebitelům není příjemná chuť celozrnného pečiva.

2 CÍL

Hlavním cílem diplomové práce bylo nahradit část pšeničné mouky různými druhy netradičních druhů mouk v receptuře běžného pečiva a porovnat vliv těchto bezlepkových mouk na kvalitu baget. Mezi dílčí cíle práce patří:

- prostudovat dostupnou odbornou naši i cizí literaturu a vypracovat literární rešerši (charakterizovat běžné pečivo a suroviny pro jeho výrobu, popsat technologii výroby běžného pečiva, charakterizovat různé druhy netradičních obilovin a mouk z nich vyrobených, prostudovat jejich nutriční hodnoty),
- zhodnotit různé druhy bezlepkových netradičních druhů mouk na spektrofotometru, změřit jejich barvu,
- vyrobit bagety s přidavkem různých druhů netradičních mouk ve firmě IREKS ENZYMA,
- u upečených baget provést senzorické hodnocení a změřit jejich objem, pevnost a barvu,
- naměřené výsledky graficky a statisticky zpracovat a porovnat.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Běžné pečivo

Pečivo slouží jako hlavní zdroj kalorií v potravě (MIR et al., 2016). Pekařské výrobky jsou významnou součástí našeho jídelníčku už od nepaměti, jsou základem výživové pyramidy a jsou součástí kultury a historie českého národa. V České republice je více než 700 pekáren, které každý den vyrobí desítky milionů běžného pečiva. V poslední době se pekařskou činností nezabývají pouze pekárny, ale i obchodní organizace, kde se běžně pečivo vyrábí nebo dopéká ze zmrazených polotovarů (PŘÍHODA, SLUKOVÁ a DŘÍZAL, 2013).

Pečivo se tradičně po celém světě vyrábí zejména z pšeničné mouky. Oblasti, ve kterých se pšenice nepěstuje, dováží pšenici, aby uspokojili své potřeby. Některé země však nejsou schopny dovážet pšenici, a proto se začaly používat domorodé druhy obilnin, aby nahradily část pšeničné mouky při výrobě pečiva (RAI et al., 2012).

V posledních letech také dochází k velkému rozvoji funkčních potravin. Pekařenské výrobky mohou být obohacovány různými účinnými složkami jako je vláknina, minerální látky a vitamíny a získávat tak vyšší nutriční hodnotu (MUDGIL, BARAK a KHATKAR, 2016).

Podle platné legislativy dle zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a příslušné vyhlášky č. 333/1997 Sb., o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, se pekařskými výrobky rozumí výrobky získané tepelnou úpravou těst nebo hmot, jejichž sušina je v převažujícím podílu tvořena mlýnskými obilnými výrobky s výjimkou šlehaných hmot a sněhového pečiva.

Běžným pečivem je tvarovaný pekařský výrobek vyrobený z pšeničné nebo žitné mouky anebo jiných mlýnských obilných výrobků, přísad a přídatných látek, který obsahuje méně než 8,2 % bezvodého tuku a méně než 5 % cukru, vztaženo na celkovou hmotnost mlýnských obilných výrobků.

Pšeničným chlebem nebo pšeničným pečivem se rozumí pekařský výrobek obsahující nejméně 90% podíl mlýnských výrobků z pšenice z celkové hmotnosti mlýnských výrobků, vícezrnným chlebem nebo vícezrnným pečivem pekařský výrobek, do jehož těsta jsou přidány mlýnské výrobky z jiných obilovin než pšenice a žita,

luštěniny nebo olejninu v celkovém množství nejméně 5 % z celkové hmotnosti použitých mlýnských obilných výrobků, speciálním druhem chleba nebo pečiva pekařský výrobek, který obsahuje kromě mlýnských výrobků ze pšenice a žita další složku, zejména obiloviny, olejninu, luštěniny, vlákninu, suché skořápkové plody, zeleninu, mléčné výrobky nebo brambory, v množství nejméně 10 % z celkové hmotnosti použitých mlýnských výrobků, nebo netradiční druhy chleba typu pita chléb, arabský chléb anebo obdobné druhy chleba plochého tvaru o hmotnosti nižší než 400 g, které obsahují nejméně 50% podíl mlýnských výrobků a jsou zpravidla kypřené kvasem nebo droždím.

Jako čerstvé běžné pečivo se označuje nebalené běžné pečivo, jehož celý technologický proces výroby od přípravy těsta až po upečení či obdobnou tepelnou úpravu, včetně uvedení do oběhu, nebyl přerušen zmrazením nebo jinou technologickou úpravou vedoucí k prodloužení trvanlivosti a které je zároveň nabízeno k prodeji spotřebiteli nejdéle do 24 hodin po upečení či obdobné tepelné úpravě.

Pekařské výrobky se označují názvem druhu a skupiny, s výjimkou jemného pečiva a trvanlivého pečiva. Druh běžné pečivo lze označit názvem "pečivo" (VYHLÁŠKA č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění).

3.1.1 Suroviny pro výrobu běžného pečiva

Mezi základní suroviny pro výrobu běžného pečiva patří mouka, voda, droždí a sůl. Mezi další složky patří cukr, tuk, mléčné produkty, vejce a chemická kypřidla. Tyto složky jsou nazývány jako pomocné a nejsou pro vytvoření těsta nezbytné. Mají však zásadní vliv na senzorické vlastnosti, strukturu výrobků a v neposlední řadě také zpomalují stárnutí výrobků (DELCOUR a HOSENEY, 2010; KUČEROVÁ, 2004; PŘÍHODA, 2012).

V současné době se v pekárenských technologiích používají různé zlepšující přípravky, které se cíleně kombinují do zlepšujících směsí pro jednotlivé druhy výrobků. Do speciálních výrobků se přidávají různé druhy semen, a to například len, slunečnice, mák a sezam (KUČEROVÁ, 2004; PŘÍHODA, 2012).

Poslední trendy ukazují, že si spotřebitelé začínají více uvědomovat, co konzumují a upřednostňují výrobky z celozrnných mouk, které obsahují větší množství zdravotně prospěšných látek (GRAYBOSCH et al., 2009). Celozrnné potraviny jsou zdraví

prospěšné, ale jejich senzorické vlastnosti bývají limitujícím faktorem konzumace spotřebiteli (HEINIÖ et al., 2016).

3.1.1.1 Mouka

Mouka je základní surovinou pro výrobu pečiva, v kombinaci s vodou tvoří viskoelastické těsto, které poutá plyny, a je zodpovědná za strukturu pečiva (DELCOUR a HOSENEY, 2010). Mouky z obilí obsahují cca 75 % škrobu, 10–13 % bílkovin a maximálně 14 % vody. Obsah minerálních látek je závislý na stupni vymletí. Mouky světlé jich obsahují 0,5 % a mouky tmavé až 1 %. Obsažen je zde především fosfor, železo, vápník, hořčík, draslík a zinek. Obsah vlákniny je u každé obiloviny jiný. Nerozpustná vláknina je obsažena nejvíce v celozrnných moukách. Rozpustná vláknina se vyskytuje zejména v mouce žitné, ječné a ovesné. Nejméně vlákniny je v pšeničné bílé mouce. Obiloviny obsahují také vitaminy skupiny B a vitamin E. Ve světlých moukách je pouze 10–20 % původní hodnoty vitaminů skupiny B, u tmavých je to asi 40 %. Vitamin E se nachází pouze v obilných klíčcích (PŘÍHODA, SLUKOVÁ a DŘÍZAL, 2013).

Mouka se získává z obilovin mletím a následnou úpravou krupic a šrotů. V Evropě se na mouku tradičně zpracovává především pšenice, žito, ječmen a oves. Pšeničná a žitná mouka mají dominantní postavení. Mouka kukuřičná, ječná a sójová se používají pro speciální účely. Všeobecně tvoří mouka největší podíl hmoty u většiny druhů těst, a to asi 60 % z hmotnosti těsta (KUČEROVÁ, 2004; SKOUPIL, 1994). V průběhu roku by mouka měla mít vyrovnanou kvalitu. Ta je dána především množstvím a kvalitou lepkových bílkovin, dále pak poškozením škrobových granulí, aktivitou amyláz, velikostí částic otrub, množstvím tuků a granulací částic (BUREŠOVÁ a LORENCOVÁ, 2013).

Funkčnost mouky je dána zejména obsahem bílkovin a vlastnostmi lepku. Mezi nejdůležitější vlastnosti mouky patří schopnost poutat vodu, doba vývinu těsta a stabilita těsta. Tyto vlastnosti vysoce ovlivňují kvalitu pečiva (SERENA-SALDIVAR, 2010). Pro objektivní hodnocení reologických vlastností těsta slouží přístroje jako farinograf, extenzograf a alveograf. Jejich výsledky jsou příslušné diagramy, ze kterých se dají vyčíst vlastnosti dané mouky (SKOUPIL a PELIKÁN, 1998). Obsah bílkovin v mouce je variabilní a může být ovlivněn geneticky a prostředím. Obecně se dá říct, že vyšší obsah bílkovin zvyšuje schopnost mouky vázat vodu a prodlužuje dobu míchání

těsta k docílení jeho optimálního vývinu a stability. Mezi další důležité látky v mouce patří pentozany, škrob, jednoduché sacharidy a polární lipidy. Množství škrobu je odvislé od aktivace enzymů během zrání zrna na poli a při skladování nebo od mechanického poškození při mletí. Mouky s vysoce poškozeným škrobem a aktivovanými amylázami tvoří lepivé těsto. Kvalitní mouka by měla obsahovat 0,4 % popelovin, 0,6 % pentozanů a pouze stopy polárních lipidů, její optimální vlhkost by se měla pohybovat mezi 10,5–14 %. Takováto mouka by měla při testování na farinografu pojmout 60–64 % vody, vytvořit optimální těsto za dobu 6–8 minut a jeho stabilita by měla být 10–17 minut (SERENA-SALDIVAR, 2010).

V posledním desetiletí se mění pohled na mouku a ačkoli zatím převládá výroba pšeničné bílé mouky snahou je vyrábět mouky s vyšším podílem vlákniny případně více vyrábět mouky z ostatních obilovin (GABROVSKÁ et al., 2015).

3.1.1.2 Voda

Voda patří mezi základní složky, protože tvoří prostředí pro rozpouštění ostatních látek. Aktivuje kvasinky a enzymy, hydratuje škrob a je nezbytná pro vytvoření lepkové struktury (SERENA-SALDIVAR, 2010). V těstě je vázána na polysacharidy a bílkoviny pomocí vodíkových můstků. Škrob je schopen navázat množství vody rovnající se 50–65 % své hmotnosti a bílkoviny mohou vázat až dvojnásobek své hmotnosti. Další látkou, která váže vodu v těstě, jsou pentozany, které mohou vázat až patnáctinásobek své váhy. Měkká voda zvyšuje lepivost těst, tvrdá voda zpomaluje fermentaci, voda s vyšší kyselostí fermentaci urychluje a voda alkalická fermentaci zpomaluje (BUREŠOVÁ a LORENCOVÁ, 2013). Optimální voda pro pekařství by měla být klasifikována jako středně tvrdá (SERENA-SALDIVAR, 2010).

3.1.1.3 Droždí

Droždí, jehož podstatou jsou kvasinky druhu *Sacharomyces cerevisiae* Hansen, se získává biotechnologickým postupem množení čistých kvasničných kultur a zajišťuje kypření pečiva. Dále také významně přispívá k senzorickým vlastnostem výrobku, změnám ve struktuře výrobku a v neposlední řadě zvyšuje nutriční hodnotu pečiva. V České republice se nejvíce používá droždí lisované, které má trvanlivost 7–28 dní při teplotě skladování 4–6 °C (BUREŠOVÁ a LORENCOVÁ, 2013). Mezi další typy

droždí řadíme droždí granulované, aktivní sušené droždí, instantní sušené droždí a inaktivní sušené droždí (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003). Droždí by mělo být zdravé, nezávadné a s mohutnou kypřicí schopností (BLÁHA a ŠREK, 1999). Složení lisovaného droždí je: 70 % vody, 13,5 % bílkovin, 12 % sacharidů, 2 % popelovin, 1,1 % tuku a 1,5 % celulozy. Fermentace kvasinek probíhá nejlépe při teplotě 26–30 °C a relativní vlhkosti vzduchu 85 % (SERENA-SALDIVAR, 2010).

Kvasinky zkvašují zkvasitelné cukry a produkují při tom oxid uhličitý, který nakypřuje těsto a ve vodném prostředí pozitivně ovlivňuje bobtnavost lepku. Dále také vznikají organické kyseliny a jejich estery, které pozitivně ovlivňují chuť a vůni pečiva (SKOUPIL a PELIKÁN, 1998).

3.1.1.4 Sůl

Solí se rozumí chlorid sodný, známý také jako kuchyňská sůl. Vliv soli je důležitý zejména při výrobě biologicky kypřeného těsta, kdy ovlivňuje technologické vlastnosti těsta. Přídavek soli ztužuje lepkové bílkoviny, snižuje vaznost vody, snižuje aktivitu kvasinek a prodlužuje dobu vývinu těsta. Sůl ovlivňuje chuť výrobků, její množství by však nemělo překročit 2 % k hmotnosti mouky. V mnoha zemích je maximální povolené množství soli ve výrobcích regulováno zákonem (DELCOUR a HOSENEY, 2010; PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003).

3.1.1.5 Cukr

Cukrem se rozumí sacharóza. Jeho přídavek v množství 1–2 % nemá podstatný vliv na vlastnosti těsta a slouží jako zdroj zkvasitelných cukrů pro kvasinky. Dále také ovlivňuje senzorické vlastnosti pečiva, protože spolu se solí vytváří dojem plné chuti. Má vliv na barvu pečiva, zejména pak kůrky. Cukr také přispívá k prodloužení trvanlivosti výrobků. Vysoké dávky však vedou k snižování aktivity kvasinek. Dojde totiž ke zvýšení osmotického tlaku, což vede k dehydrataci kvasničných buněk (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003; SERENA-SALDIVAR, 2010).

3.1.1.6 Tuky

Tuk se významně podílí na technologických vlastnostech těsta a charakteru výrobku. Zpomaluje stárnutí pečiva a ovlivňuje jeho senzorické vlastnosti. V pekárenství se

používá tuk živočišný i rostlinný, kapalný i pevný. Mezi nejčastěji používané tuky v pekárenské výrobě patří shortening, margarín, máslo, sádlo a řepkový olej. (KUČEROVÁ, 2004).

3.1.1.7 Vaječné suroviny

Vejce mají technologický a nutriční význam. Vaječné žloutky mají emulgační vlastnosti, zlepšují barvu pečiva a dále také stabilizují disperzní systémy. Bílky tvoří objemné a stabilní pěny, proto jsou základní složkou mechanicky kypřených těst (BUREŠOVÁ a LORENCOVÁ, 2013). Používání čerstvých vajec je značně riziková činnost, zejména z důvodu možnosti kontaminace salmonelou, proto většina výrobců používá sušené nebo zmrazené vaječné obsahy (KUČEROVÁ, 2004).

3.1.1.8 Mléčné suroviny

Tekuté mléko se používá spíše v menších provozech, kde je okamžitě spotřebováno. Jeho nevýhodou je totiž nebezpečí mikrobiologické kontaminace. Z toho důvodu se upřednostňuje mléko sušené, převážně odtučněné, se kterým se lépe manipuluje. Sušené mléko se používá jako nosič zlepšujících přípravků. Dodává pečivu příjemné mléčné aroma a chuť, nepatrně zvyšuje vaznost vody a zlepšuje barvu kůrky. Zlepšuje také nutriční vlastnosti pečiva, protože obsahuje esenciální aminokyseliny, vápník a hořčík. Dále se také používá sušená syrovátka a podmásli, které dodávají pečivu mléčné aroma a chuť. Laktóza v nich obsažená částečně nahrazuje sacharózu při vybarvovacích procesech. Surovátkové bílkoviny zlepšují strukturu těsta (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003; SERENA-SALDIVAR, 2010).

3.1.1.9 Zlepšující přípravky

Mezi zlepšující přípravky můžeme zařadit emulgátory, oxidační látky, hydrokoloidy a enzymové preparáty. Zlepšující přípravky mohou být přidávány do mouky buď přímo ve mlýně, anebo až v pekárně (DELCOUR a HOSENEY, 2010).

Zlepšující přípravky ve formě sladové moučky, vajec nebo sójové mouky jsou do mouky přidávány odedávna (PŘÍHODA, SLUKOVÁ a DŘÍZAL, 2013). V současné době se používání zlepšujících přísad stalo běžnou praxí v pekařském průmyslu. Cílem

jejich přidávání do těsta je zlepšení vlastností těsta, zlepšení kvality čerstvého pečiva a prodloužení trvanlivosti baleného pečiva (ROSELL et al., 2001).

Emulgátory podporují vznik a stabilizaci emulzí. Jejich účinkem dochází k lepšímu rozptýlení tuku v těstě, lepší zpracovatelnosti těsta, zpevnění struktury, zlepšení jemnosti a pórovitosti pečiva, zvětšení objemu a zpomalení stárnutí pečiva. Mezi nejvýznamnější emulgátory patří lecitin, monoacylglyceroly a stearoyl-2-laktáty (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003; SERENA-SALDIVAR, 2010).

Mezi oxidační látky můžeme zařadit např. kyselinu askorbovou, peroxidy, azodikarbamid a bromičnan draselný. Tyto látky se používají k bělení mouky, napomáhají rychlejšímu zrání mouky nebo mohou mít zlepšující vliv na těsto (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003).

Hydrokoloidy fungují jako stabilizátory, používají se u pečiva, ve kterém je třeba zadržet vodu. Nacházejí uplatnění při výrobě náplní a koláčů, využívají se také u předpečeného a následně zmrazeného pečiva, protože zpomalují retrogradaci škrobu. Mezi nejčastěji používané hydrokoloidy patří xanthan, karagenan, agar-agar a modifikované škroby (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003; ROSELL et al., 2001; SERENA-SALDIVAR, 2010).

Enzymy zlepšují zpracovatelnost, lepivost, pružnost a tažnost těsta, pomáhají také při kynutí a udržení objemu při pečení. Mezi enzymy zařazujeme amylázy, proteázy, hemicelulázy, peroxidázy a lipázy. Amylázy zvyšují objem výrobku, pomáhají při vybarvení kůrky, zlepšují texturu střídy a zpomalují stárnutí pečiva (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003).

3.1.2 Technologie výroby běžného pečiva

Celá technologie výroby pečiva nebo i její jednotlivé části mohou probíhat buď diskontinuálně, především v menších provozovnách, nebo kontinuálně, a to zejména ve velkých a průmyslových pekárnách (PŘÍHODA, HUMPOLÍKOVÁ a NOVOTNÁ, 2003).

3.1.2.1 Příprava těsta

Příprava těsta je nejdůležitější technologickou operací, při níž se vytváří předpoklady pro výrobu jakostních výrobků. Kvalita výrobku je ovlivněna zejména surovinami,

vytvořením těsta se správnými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi, nakypřením a tepelným zpracováním výrobků (PŘÍHODA, 2012). Těsto při výrobě běžného pečiva může být kypřeno dvěma způsoby. Buď se využívá droždí, které se zamíchá s ostatními surovinami a jde o tzv. přímé vedení těsta (na záraz), nebo se využívá nepřímého vedení, kdy se nejprve připraví pšeničný rozkvas (omládek) z droždí, vody, mouky a cukru a ten se zamíchá s dalšími surovinami (PŘÍHODA, SLUKOVÁ a DŘÍZAL, 2013). Kučerová (2004) uvádí, že v dnešní době se většina těst vyrábí metodou přímého vedení s použitím zlepšujících přípravků. Tento postup je časově méně náročný a technologicky jednodušší.

3.1.2.2 Mísení a hnětení

Mísení je základním krokem při tvorbě těsta, při kterém je mechanická energie hnětacích prvků využívána k vytvoření těsta (TIETZE, JEKLE a BECKER, 2017). Během mísení a hnětení dochází k mnoha chemickým a fyzikálním změnám. Voda přichází do styku s moukou a v té začíná bobtnat lepková bílkovina. Míchání napomáhá vodě prostupovat k dalším částem moučné částice a pomáhá hydratované části mouky vytvořit spojitý gel. Viskozita gelu se zvyšuje, čímž se zvyšuje i odpor těsta. Propojením bílkovinné sítě lepku roste pružnost těsta. Dosažením maximálního odporu končí období vývinu těsta (PŘÍHODA, HUMPOLÍKOVÁ a NOVOTNÁ, 2003).

3.1.2.3 Zrání, dělení, tvarování a dokynutí

Zrání těsta probíhá ihned po vyhnětení. Během zrání dochází k biologickému nakypřování těsta pomocí fermentace (KUČEROVÁ, 2004). Při fermentaci vzniká zejména oxid uhličitý, ale také ethanol, který z těsta uniká. V průběhu zrání klesá pH pšeničného těsta z cca 6 na 5. Dochází také ke změně pružnosti a viskozity těsta. Průběh zrání a změny těsta během zrání lze sledovat pomocí přístroje maturografu (PŘÍHODA, HUMPOLÍKOVÁ a NOVOTNÁ, 2003). Doba zrání se pohybuje okolo 30–90 minut při teplotě 30–32 °C (HRABĚ, BUŇKA a HOZA, 2007). Plně vyvinuté pšeničné těsto se vyznačuje trojrozměrnou lepkovou strukturou rozšířenou v celém objemu těsta s rovnoměrně rozloženými póry obsahujícími plyn (TIETZE, JEKLE a BECKER, 2017).

Když těsto vyzraje, dělí se na stejné díly o potřebné hmotnosti na děličkách. Běžné pečivo musí mít hmotnost do 400 g. Hmotnost jednotlivých druhů běžného pečiva si však společnosti určují samy. Během dělení dochází k ztužení těsta (PŘÍHODA, HUMPOLÍKOVÁ a NOVOTNÁ, 2003).

Tvarování na rohlíkovacím stroji zahrnuje rozválení klonku na plát, který je následně svinut pomocí dvou proti sobě jdoucích plátěných pásů nebo soustavy válců. Toto tvarování se využívá při výrobě rohlíků a také větších druhů běžného pečiva jako jsou veky a bagety (KUČEROVÁ, 2004).

Při dokynutí, které probíhá v menších pekárnách většinou na plechách vyskládaných ve vozících umístěných v kynárnách s řízenou teplotou a vlhkostí, dochází k důležité části fermentačního procesu a regenerace struktury těsta po tvarování. Dokynutí běžného pečiva obvykle trvá 20–30 minut při teplotě 26–28 °C (v praxi se často volí teploty a doba vyšší) a relativní vlhkosti minimálně 70 % (PŘÍHODA, HUMPOLÍKOVÁ a NOVOTNÁ, 2003).

3.1.2.4 Pečení

Pečení je technologická operace zajišťující konečný vzhled a sensorickou kvalitu pečiva. V jeho průběhu dochází k mnoha fyzikálním, chemickým a biochemickým dějům, které vedou ke vzniku výrobků s křupavou hnědou kůrkou a pórovitou střídou s jemnou texturou. Podílí se na vzniku aroma a chuti a je zásadní pro hygienickou bezpečnost potravin a jejich nutriční hodnotu. Pečení je provázeno tvorbou oxidu uhličitého, odpařováním a kondenzací vody, což vede k zvětšování objemu pečiva a tvorbě porézní struktury. Pokud teplota těsta stoupne nad 60 °C, začne docházet k denaturaci bílkovin a uvolňování dosud vázané vody. Současně probíhá mazovatění škrobu, který vodu přebírá. Pro vytvoření vláčné střídy je důležitý dostatek vody, která musí v pečivu z větší části zůstat. Vytvoření kůrky napomáhá zadržení vlhkosti uvnitř pečiva. Vybarvování kůrky do hněda zapříčiňují Maillardovy reakce a karamelizace. První fáze pečení probíhá při nejvyšší teplotě cca 200–240 °C a následně se teplota snižuje na 200 °C pro fázi vypékání. Pečení může probíhat v horkovzdušných, etážových, rotačních nebo pásových pecích (KUČEROVÁ, 2004; PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003; PURLIS a SALVADORI, 2008).

3.2 Plodiny

3.2.1 Pšenice

Pšenici můžeme jednoznačně zařadit mezi nejdříve a nejvíce pěstovanou zemědělskou plodinu na světě. Je všeobecně známo, že má původ v údolí řeky Eufrat a Tigris a začala být pěstována před 10 000–8 000 lety před naším letopočtem (FINNIE a ATWELL, 2016).

Patří jí druhé místo nejvíce pěstovaných plodin na světě hned po kukuřici. Roční celosvětová produkce pšenice v letech 2015–2016 byla 736 milionů tun (INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL, 2017). Tvoří základ stravy pro více než třetinu světové populace a je zkrmována hospodářským zvířatům, čímž se také druhotně podílí na výživě lidí. Její světová produkce má vzestupnou tendenci vzhledem ke stále se zvyšující spotřebě (GABROVSKÁ et al., 2015).

Tauferová et al. (2014) uvádí, že pšenici řadíme mezi nejnáročnější obilninu na půdní podmínky a živiny. Vhodné jsou půdy střední až těžké s neutrální nebo slabě kyselou reakcí. Důležitá je také předplodina, za nejvhodnější se považují jeteloviny a luskoviny. Zcela nevhodné je zařazení dvou obilnin po sobě, protože zvyšuje nebezpečí výskytu chorob.

3.2.1.1 Botanická charakteristika

Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) se řadí do čeledi lipnicovitých. Je to jednoletá nebo ozimá tráva. Dorůstá výšky 40–120 cm. Kvete v červnu a jejím květenstvím jsou klasy. Plodem je obilka (CIBULKA, 2010). Běžně se pro výrobu běžného pečiva používá především pšenice setá (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003). Ta má nelámavý klas, různě hustý a může být osinatý nebo bezosinný. Obilky jsou nahé, oblé, s mírně vystouplým klíčkem (ZIMOLKA, 2005).

Během let se z pšenice seté vyšlechtilo mnoho různých odrůd. V České republice bylo v roce 2016 registrováno 29 odrůd pšenice jarní a 127 odrůd pšenice ozimé (ÚKZUZ, 2016). Ze zpracovatelského hlediska se jako nejvýznamnější považuje třídění odrůd na tvrdé a měkké pšenice. Hlavním měřítkem kvality je pak objem získaného pečiva. Tvrdší pšenice byly obecně považovány za pekařsky kvalitnější. V současnosti se však potřeba mouk z nejtvrdších pšenic snižuje, a to zejména díky změnám

v technologii výroby pečiva a také díky možnosti použití zlepšujících přípravků, které umožňují použití slabších pšeníc do pekárenských výrobků (PŘÍHODA, NOVOTNÁ a HUMPOLÍKOVÁ, 2003). Chloupek (2008) uvádí, že odrůdy pšeníc můžeme také dělit podle pekařské kvality na:

- elitní E – velmi dobré, zlepšující,
- kvalitní A – dobré samostatně zpracovatelné,
- chlebové B – doplňkové, zpracovatelné ve směsi,
- ostatní C – málo vhodné až nevhodné.

3.2.1.2 Látkové složení

Chloupek (2008) uvádí, že se obilka pšenice skládá z 65 % ze sacharidů, které se nacházejí především v endospermu. Největší podíl zaujímá škrob, nižší cukry tvoří jen 2–4 % a část je tvořena vlákninou. Tuk je uložen zejména v klíčcích a tvoří jen 1,5–2,5 % obsahu obilky. Pšenice obsahuje olej skládající se převážně z kyseliny olejové, palmitové a linolové. Minerální látky jako vápník a fosfor se ukládají v obalových vrstvách, proto je jejich obsah v obilném šrotu asi 1,8 %, kdežto v bílé mouce už jen 0,5 %. Pšenice také obsahuje vitaminy, a to vitamin E a vitaminy skupiny B, zejména thiamin. Tabulka 1 znázorňuje látkové složení pšeničné mouky celozrnné a pšeničné mouky bílé neobohacené.

Tabulka 1 Zastoupení jednotlivých makronutrientů v pšeničné mouce [%]

	pšeničná mouka celozrnná (USDA, 2010)	pšeničná mouka bílá, neobohacená (USDA, 1989a)
tuk	2,4–2,7	1
sacharidy	72	76,8
škrob	56,7–59,8	62–66
cukry	0,35–0,45	0,3
vláknina	10–12	2,7
bílkoviny	10,8 – 14,4	10,3
minerální látky	1,6	0,5

USDA (2010) dále uvádí, že mezi nejvíce zastoupené minerální látky v celozrnné pšeničné mouce patří draslík (363 mg ve 100 g) a fosfor (357 mg ve 100 g), mezi

nejvíce zastoupené vitaminy niacin (5 mg ve 100 g), thiamin (0,5 mg ve 100 g), kyselina listová (44 mg ve 100 g) a tokoferol (2,8 mg ve 100 g). USDA (1989) řadí mezi minerální látky vyskytující se ve významnějším množství v neobohacené bílé pšeničné mouce fosfor (107 mg ve 100 g) a draslík (149 mg ve 100 g).

3.2.1.3 Vlastnosti a využití

Pšenice tvoří základ výživy nejen v evropské kultuře. Po celém světě ji jako základní potravinu konzumuje zhruba 30 % lidské populace. Její unikátnost spočívá v tom, že díky obsahu škrobu a lepkových proteinů je schopna po pomletí a smíchání s vodou vytvořit viskózně-elastické těsto. To je základem pro výrobu pečiva, těstovin, knedlíků atd. Pekařská hodnota pšenice závisí zejména na vlastnostech lepku. Lepek je bobtnavý a tažný. Díky tažnosti je schopen poutat v těstě plyny vznikající při kynutí (CHLOUPEK, 2008; CIBULKA, 2010; GABROVSKÁ et al., 2015).

Hrušková et al. (2008) zařazuje mezi nejdůležitější vlastnosti pšeničné mouky tyto:

- objemová výtěžnost – měrný objem pečiva, zajišťuje se pekařským pokusem a je v kladné korelaci se sedimentačním testem,
- obsah dusíkatých látek – má vliv na jakost pečiva a objem, může být ovlivněn hnojením, předplodinou, ročníkem a teplotními podmínkami,
- Zelenyho sedimentační test – charakterizuje kvalitu lepku, je v pozitivní korelaci s objemem pečiva a obsahem hrubých bílkovin,
- číslo poklesu – je výrazně ovlivněno průběhem počasí během dozrávání zrna a sklizně, může být ovlivněno také odrudou, je základním kritériem pro odhalení klíčení zrna v klasu a tím poškozením zásobních látek endospermu hydrolytickými enzymy,
- vaznost mouky – ovlivňuje stabilitu těsta a jeho výtěžnost, je závislá na obsahu celkových bílkovin a bobtnavého lepku.

Holubová (2002) uvádí, že pšenice je také důležitou krmnou plodinou, protože se zkrmuje nejen šrotované zrna, ale také odpad vznikající při výrobě mouky. Ze zrna se vyrábí také škrob, pivo a líh. V neposlední řadě se využívá i sláma, a to jako stelivo a součást objemných krmiv. Celozrnná pšeničná mouka obsahuje na rozdíl od bílé mnoho zdraví prospěšných fytochemických látek jako jsou flavony, fenoly, ferulová kyselina, inulin a karotenoidy (GRAYBOSCH et al., 2009).

3.2.2 Čirok

Čirok obecný (*Sorghum bicolor* L. Moench) patří k nejdéle pěstovaným kulturním plodinám na světě a zaujímá páté místo po kukuřici, pšenici, rýži a ječmeni v celosvětové produkci obilnin (HERMUTH et al., 2012). V letech 2015–2016 činila jeho celosvětová produkce 64 milionů tun (INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL, 2017).

Jeho původ nalezneme ve střední Africe, kde se začal pěstovat už před více než 4 000 lety. Nejvíce se pěstuje v USA, Mexiku, Nigérii a Indii. Jako potravina je hojně využíván v Africe a Asii (GABROVSKÁ et al., 2015). Dále se využívá také pro krmné účely a jako materiál vhodný pro výrobu bioplynu. Patří do skupiny teplomilných obilnin. V Evropě se nejvíce pěstuje ve Francii a Itálii. V České republice je pěstován pouze v zanedbatelném množství (HERMUTH et al., 2012). Počet pěstovaných odrůd v České republice činí šest čiroků a jedna súdánská tráva (ÚKZUZ, 2016). Avšak podle Petra, Capouchové a Kalinové (2008) roste v poslední době zájem o jeho pěstování i v severnějších oblastech Evropy, a to vzhledem k oteplování klimatu, šlechtění chladuvzdorných odrůd a možnosti využití čiroku pro výživu lidí trpících celiakií. Šlechtí se také na ranost a snížení množství antinutričních látek v obilkách.

Jak uvádí Tauferová et al. (2014), čirok je odolný proti suchu, je náročný na teplo a nenáročný na půdu.

3.2.2.1 Botanické charakteristika

Rod čiroků řadíme do čeledi lipnicovitých, podčeledi prosovitých a skupiny vousatkovitých. Pěstují se zejména čtyři základní variety čiroku, a to:

- čirok obecný zrnový, pěstovaný především na zrna, které se loupe a zpracovává na kroupy, dále se mele na mouky k přípravě chleba a jiného pečiva, oblíbené jsou i různé kaše z čirokových krup a mouk o různé granulaci. Ze zrnového čiroku se může vyrábět pivo a alkoholické nápoje;
- čirok obecný technický, který je vhodný pro výrobu kartáčů a košťat;
- čirok obecný cukrový se využívá pro výrobu sirupů, cukrovinek a lihových nápojů z celých rostlin a také jako silážní a krmná rostlina;
- súdánská tráva, která je vhodná pro energetické využití a jako píce (HOLUBOVÁ, 2002).

Jsou to jednoleté i víceleté statné trávy mohutného vzrůstu, které mohou dorůstat 0,8–3 m. Bývají silně olistěny. Květenstvím je lata, která je charakteristicky utvářena a její délka se pohybuje mezi 4–25 cm. Čirok je odolný vůči suchu také díky mohutnému kořenovému systému (HERMUTH et al., 2012).

Pro lidskou výživu se nejčastěji používá čirok obecný, který má vysoký obsah bílkovin a škrobů a dále také čirok cukrový. Zrna čiroku se při sklizni nevydrolují. Obilky jsou kulovité a menší než pšenice. Z pravidla se jejich velikost pohybuje okolo 2–4 mm. Hmotnost tisíce zrn bývá v rozmezí 20–30 g. Podíl endospermu je 82,3 %, klíčku 9,8 % a obalů 7,9 %. Barva obilky je dána barvou perikarpu a přítomností osemení. Může být bílá, šedá, červená nebo hnědá. Endosperm je složen z bílkovin a škrobových zrn, podle jejich poměru dělíme zrna čiroku na sklovité, polosklovité nebo moučné. Složení endospermu ovlivňuje zpracovatelnost a stravitelnost čiroku (HERMUTH et al., 2012).

3.2.2.2 Látkové složení

Obsah škrobu v čiroku je okolo 69,5 %. Bílkovin obsahuje 8–16 %, tuku 3,3 %, minerálních látek 1,9 % a vlákniny asi 1,9 %. Proteinové složení značně kolísá podle místa pěstování a hnojení. U čiroku se prolaminová frakce nazývá kafirin, ta je chudá na lysin, arginin, histidin a tryptofan, avšak obsahuje hodně prolinu a glutaminu (PETR, CAPOUCHOVÁ a KALINOVÁ, 2008). Skladba aminokyselin se podle různých autorů liší a také skladba dalších látek může být rozdílná v závislosti na místě pěstování a použitých technologiích (HERMUTH et al., 2012). Obsah lysinu v běžných genotypech čiroku pokrývá v rozvojových zemích 40 % doporučené denní dávky, existují však vysokolysinové genotypy s nutričně příznivějším složením aminokyselin a s vyšším zastoupením lysinu. Negativní je obsah antinutričních látek, především tanninu, který může nepříznivě ovlivňovat stravitelnost. Tyto látky jsou však vázány spíše na genotypy čiroku s hnědými obilkami (PETR, CAPOUCHOVÁ a KALINOVÁ, 2008). Čirok také obsahuje látky biologicky cenné zejména pro jejich antioxidační aktivitu, a to fenolické kyseliny (kyselinu protokatechnovou, hydroxybezoovou, vanilovou, kávovou a skořicovou). Minerální látky zastoupené v čiroku jsou fosfor, hořčík, železo, zinek, měď, mangan, molybden a chrom. Obsahuje také vitaminy B1 a B6, betakaroten, folacin a kyselinu panthotenovou (HERMUTH et al., 2012). V tabulce 2 je zaznamenáno složení čirokového zrna a neobohacené čirokové mouky.

Tabulka 2 Zastoupení jednotlivých makronutrientů v čiroku a čirokové mouce [%]

	čirokové zrno (HOLUBOVÁ, 2002)	čiroková mouka, neobohacená (USDA, 2014)
tuk	2–5	1,2
sacharidy	68–74	76,9
vláknina	1–3	1,9
bílkoviny	8–15	9,5
minerální látky	1,5–2	0,5

3.2.2.3 Význam a využití

Využití čiroku je všestranné. V Evropě a Americe převládá zkrmování čiroku pro dobytek ve formě zelené hmoty i zrna, zde je však potřeba brát zřetel na to, že mladé rostliny obsahují glykosid durin, ze kterého se během trávení může uvolňovat kyanovodík (HOLUBOVÁ, 2002). Obsah durinu v rostlinách stárnutím a silážováním klesá (GRULICH, 2013b). V Africe a Asii převládá jeho použití jako potravin na výrobu mouky, krupic, sirupů a alkoholických nápojů (HOLUBOVÁ, 2002).

Čirok je bezlepková potravina, která je významným zdrojem živin a biologicky cenných látek jako jsou fenolické kyseliny a látky snižující cholesterol. V několika studiích z něj byly úspěšně vyrobeny koláče, sušenky a těstoviny. Avšak vzhledem k nepříznivým pekařským vlastnostem čirokové mouky zůstává výroba čirokového bezlepkového chleba velkou výzvou. Přidatné látky jako jsou přírodní pregelatinizované škroby, hydrokoloidy, tuky, vejce a žitné pentozany, zlepšují kvalitu takto vyrobeného chleba, jeho měrný objem však zůstává nižší než u chleba s přídavkem pšeničné mouky a také se stává brzy okoralým. Čirok je také významnou plodinou využívanou pro výrobu bioetanolu a dalších průmyslových produktů. Prolaminová bílkovina kafarin a perikarpový vosk mohou díky jejich hydrofobním vlastnostem najít využití při výrobě obalů (TAYLOR et al., 2006).

3.2.3 Rýže

Rýže setá (*Oryza sativa* L.) patří mezi nejstarší kulturní plodiny na světě a je nejvíce pěstovanou obilninou, která je určena k přímé konzumaci lidmi. Je považována za základní potravinu pro více než polovinu obyvatel Země (TAUFEROVÁ et al., 2014).

V letech 2015–2016 dosáhla roční produkce rýže 472 milionů tun (INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL, 2017). Domestikována byla v Číně před 8 200–13 500 lety (GABROVSKÁ et al., 2015). Většina rýžových odrůd pěstovaných a konzumovaných po celém světě má bíle zbarvený perikarp, ale některé odrůdy tvoří zrna s hnědým, červeným, fialovým nebo černým perikarpem. Pěstování a konzumace barevných rýží je oblíbená v asijských zemích (MAU et al., 2017).

Tauferová et al. (2014) řadí rýži mezi náročné plodiny s vysokými nároky na potřebu vody. Nejvhodnější půdou pro její pěstování je půda těžká se slabě kyselou až neutrální reakcí.

3.2.3.1 Botanická charakteristika

Patří do čeledi lipnicovitých a skupiny rýžovitých (HOLUBOVÁ, 2002). Je to jednoletá 1–1,5 m vysoká rostlina s mohutným kořenovým systémem. Květenstvím je 30 cm dlouhá lata. Plodem je obilka s červenohnědým oplodím. Ta bývá 5–14 mm dlouhá a 1,9–3,7 mm široká (SVOBODOVÁ, 2011). Rýže setá má 3 poddruhy, a to japonskou, indickou

a jávskou. Rýže setá japonská se pěstuje v Japonsku, Číně, Koreji, jižní Evropě, Jižní Americe a v USA. Rýže setá indická se pěstuje především v Indii, Číně, na Filipínách a v severní Africe. Rýže setá jávská, známá také jako bulu rýže, je rozšířena hlavně v Indonésii (HOLUBOVÁ, 2002).

Z hlediska nároků na vodu se rýže dělí na rýži horskou, pěstovanou bez zavlažování, která má však nižší výnosy a rýži nížinnou, u níž lze při pěstování hladinu vody regulovat pomocí závlah. Rýže nížinná je náročnější na pěstování, avšak poskytuje vyšší výnosy (TAUFEROVÁ et al., 2014).

Rýži také můžeme podle platné legislativy (VYHLÁŠKA č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění) dělit podle tvaru zrna na rýži dlouhozrnnou, střednězrnnou a kulatozrnnou a podle stupně omletí na rýži:

- neloupanou, jejíž obilky mají celistvou vrchní slupku,
- pololoupanou (natural), obilky jsou zbaveny vrchní vrstvy (pluchy),
- loupanou, která byla zbavena všech částí oplodí osemení a částečně i klíčků.

Na trhu je většinou rýže rozdělena na tyto druhy: rýže bílá, rýže jasmínová, rýže basmati, rýže parboiled, a rýže patna (SKÝPALOVÁ, 2010).

3.2.3.2 Látkové složení

Velíšek a Hajšlová (2009) uvádějí, že složení rýžového zrna je následující: 13,1 % vody, 7,4 % proteinů, 2,4 % lipidů, 70,4 % škrobu a 1,2 % minerálních látek. Proteiny v rýži můžeme rozdělit na albuminy 10,8 %, globuliny 9,7 %, gliadiny (oryzin) 2,2 % a glutelin (oryzenin) 77,3 %. Limitující aminokyselinou je izoleucin lysin. USDA, (1989b) uvádí, že rýžová mouka také obsahuje vitaminy, a to niacin a kyselinu listovou a minerální látky fosfor (98 mg ve 100 g) a draslík (76 mg ve 100 g). Látkové složení rýžového zrna a bílé rýžové mouky je zaznamenáno v tabulce 3.

Tabulka 3 Zastoupení jednotlivých makronutrientů v rýži a rýžové mouce [%]

	rýžové zrna (HOLUBOVÁ, 2002)	bílá rýžová mouka, neobohacená (USDA, 1989b)
tuk	2,4	1,4
sacharidy	68–72	80
vláknina	10	2,4
bílkoviny	8–12	6
minerální látky	4–4,9	0,6

Některé studie uvádějí, že rýžové otruby, které obsahují bioaktivní složky, jako jsou fenolické sloučeniny, γ -orizanol, tokoferoly, tokotrienoly, kyselina fytová, antokyany a vláknina, mají antioxidační vlastnosti a vykazují mnoho pozitivních zdravotních účinků při cukrovce, rakovině a kardiovaskulárních onemocněních. Pigmentované rýže navíc obsahují barevné látky tzv. antokyany a proantokyany (MAU et al., 2017).

3.2.3.3 Vlastnosti a využití

Hlavními zdroji energie v rýži je škrob a poté bílkoviny a tuky (SUMCZINSKY a BUBELOVÁ, 2014). Rýže má nejnižší obsah bílkovin ze všech obilovin, nicméně je rýžový protein vysoce výživný a obsahuje nejvíce lysinu ze všech obilovin. Rýže je bohatá na škrob (ARENDT a ZANNINI, 2013). Téměř veškerá rýže na světě je přímo zkonsumována lidmi. Nejčastěji se konzumuje vařená jako příloha, může se také upravovat pufováním, anebo se z ní vyrábí mouka a škrob (LEEWATCHARARONGJAROEN a ANUNTAGOOL, 2016). Rýže se také zkvašuje a vyrábí se z ní

alkoholické nápoje jako arak, rýžové pivo či víno (SVOBODOVÁ, 2011). Rýži často konzumujeme loupanou a leštěnou. Takto upravená rýže je dobře stravitelná a má vysokou kalorickou hodnotu, avšak obsahuje málo vitaminů a vlákniny. Z klíčků se získává rýžový olej (HOLUBOVÁ, 2002).

Fytochemikálie v pigmentovaných rýžích jako jsou fenoly a antokyany jsou spojovány se snižováním rizika vzniku chronických onemocnění. Antokyany a proantokyany mají také mnoho pozitivních účinků na zdraví. Působí protizánětlivě, zabraňují obezitě, mají antioxidační vlastnosti a inhibují růst rakovinných buněk. Ve studii, kterou provedli Mau et al. (2017) byla prokázána přítomnost těchto látek také v následně upečeném koláči. Sumczinki et al. (2015) uvádějí, že červená rýže je oblíbenou funkční potravinou v Japonsku. Navíc jejich studie prokázala, že v páře vařené vzorky červené rýže mají z 15–20 % lepší stravitelnost než vzorky z rýže černé (SUMCZYNSKI et al., 2015). Renzetti a Arendt (2009) uvádějí, že hnědá rýže má dobré nutriční vlastnosti, protože obsahuje výrazně vyšší množství bílkovin a minerálních látek než rýže bílá. Fenolické kyseliny, zejména ferulová, kumarová a kávová, se vyskytují především ve vázané formě. Některé fenolické sloučeniny jako kyselina skořicová a gallová se vyskytují ve volné formě (SUMCZYNSKI et al., 2015).

Mezi faktory ovlivňující fyzikálně chemické vlastnosti rýžové mouky patří genotyp rýže, obsah amylózy, obsah proteinů a způsob mletí (LEEWATCHARARONG-JAROEN a ANUNTAGOOL, 2016).

3.2.4 Kukuřice

Špaldon et al. (1982) označuje jako domovinu kukuřice tropické a subtropické oblasti v Jižní a Severní Americe. Zde, konkrétně ve středním Mexiku, byla také domestikována z teosinte, což je mexická divoká travina, před 6 500–9 500 lety (HARRIGAN a VENKATESH, 2012). První prošlechtěná kukuřice pravděpodobně pochází z území dnešního Mexika (HOLUBOVÁ, 2002). Do Evropy ji přivezl Kolumbus v roce 1493. Na naše území se dostala patrně z Turecka v 17. století, proto se jí také lidově říká turecká tráva nebo „turkyně“. První hybridy se začaly pěstovat v roce 1930. Od té doby výrazně stoupl její význam, protože se stala jednou z nejprogresivnějších a nejvíce hospodářsky využívaných plodin. Díky tomu stále probíhá její šlechtění (NEDĚLNÍK, 2008). Podle údajů ÚKZUZ (2015) bylo v České republice v roce 2015 registrováno celkem 378 hybridů kukuřice, z toho 33 geneticky

modifikovaných, které jsou odolné proti zavíječi kukuřičnému. Je jednou ze tří nejvíce pěstovaných obilnin na světě. Roční celosvětová produkce kukuřice v letech 2015–2016 byla 972 milionů tun, což staví kukuřici na pozici první nejvíce pěstované obilniny na světě (INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL, 2017). V našich podmínkách se pěstuje především na siláž a zrno. Dnes se pěstuje především v USA, Číně, státech bývalého SSSR, v Brazílii a ostatních státech Jižní Ameriky (HOLUBOVÁ, 2002).

Tauferová et al. (2014) zařazuje kukuřici mezi teplomilné rostliny s vyššími nároky na vodu a půdu. Výhodou je, že nevyžaduje speciální předplodinu a zemědělci ji mohou pěstovat i několik let po sobě.

3.2.4.1 Botanická charakteristika

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) patří mezi jednoleté jednoděložné trávy z čeledi lipnicovitých. Běžně dorůstá výšky 2,5 m. Má dvě oddělená květenství, samičí tzv. palice (klas) a samčí vrcholovou latu na konci stonku. Opylování probíhá převážně pomocí větru. Klas bývá 10–25 cm dlouhý a obsahuje okolo 300–1000 obilek (NEDĚLNÍK, 2008; ROBLES-RAMÍREZ, FLORES-MORALES a MORAESCO-BEDO, 2012). Z praktického hlediska rozdělujeme kukuřice podle tvaru zrna a jejího složení na tyto poddruhy:

- kukuřice pukancová – obilky tohoto druhu kukuřice jsou menší a špičaté se sklovitým endospermem, které po zahřátí explodují a obrátí se naruby;
- kukuřice tvrdá – má oblé obilky se sklovitým endospermem a používá se pro krmné i potravinářské účely;
- kukuřice setá „koňský zub“ – má větší obilky, které jsou seshora promáčknuté, což je způsobeno nestejným vysycháním v době dozrávání. Patří mezi nejvýznamnější a nejrozšířenější druh;
- kukuřice cukrová – obsahuje málo tuků, méně škrobu a hodně bílkovin a dextrinů, využívá se jako zelenina (nezralé palice) a pro výrobu alkoholu;
- kukuřice vosková – pěstuje se především ve východní Asii;
- kukuřice škrobnatá – má matné obilky s moučnatým endospermem, využívá se především pro výrobu škrobu (HOLUBOVÁ, 2002).

3.2.4.2 Látkové složení

Velíšek a Hajšlová (2009) uvádí, že kukuřičné zrno obsahuje v průměru 62,6 % škrobu, 9,2 % proteinů, 3,8 % lipidů, 12,5 % vody a 1,3 % minerálních látek, obsažených především v obalových vrstvách. Vitaminy jsou zastoupeny provitaminem A a vitaminy skupiny B. Složení proteinů kukuřice je následující: albuminy 4 %, globuliny 2,8 %, gliadin (zein) 47,9 % a glutelin (zeanin) 45,3 %. Jako u většiny rostlinných bílkovin je deficit v obsahu esenciálních aminokyselin (NEDĚLNÍK, 2008). Nedostatkovými aminokyselinami jsou lysin a tryptofan a methionin (HARRIGAN a VENKATESH, 2012). Kukuřičné zrno obsahuje poměrně dost tuků, složených zejména z nenasycených mastných kyselin (NEDĚLNÍK, 2008). V tabulce 4 je zapsáno složení kukuřičného zrna a neobohacené kukuřičné mouky, která byla zbavena klíčků.

Tabulka 4 Zastoupení jednotlivých makronutrientů v rýži a rýžové mouce [%]

	kukuřičné zrno, žluté (USDA, 1989c)	kukuřičná mouka, neobohacená, zbavena klíčku (USDA, 1996)
tuk	4,7	1,4
sacharidy	74,2	83
vláknina	7,3	1,9
bílkoviny	9,4	5,6
minerální látky	1,2	0,46

3.2.4.3 Význam a využití

Rai et al. (2012) označuje kukuřici jako obilovinu, která poskytuje nejen energii, ale také kvalitní bílkoviny. Problémem však je oplodí, které obsahuje až 84,6 % vlákniny a je pevně spojeno s aleuronovou vrstvou. To je zodpovědné za sníženou stravitelnost a hladkost kukuřičného těsta.

Kukuřice se pěstuje na siláž jako krmení pro dobytek. Dále na zrno jako surovina pro potravinářský a zpracovatelský průmysl a také pro přímou spotřebu ve formě zeleniny. Zhruba 21 % vypěstované kukuřice na zrno se spotřebuje jako potravina. Mele se na mouky a krupice, vyrábí se z ní kukuřičné placky – tortilly, americký kukuřičný chléb, dále pochutiny typu popcorn a cornflakes. Mouka na tortilly se získává ze zrn,

která prošla procesem nixtamalizace, což je speciální postup vaření v zásaditém roztoku. To vede ke změně nutričních vlastností k lepšímu a těsto vyrobené z této mouky je tvárné. Kukuřice je vhodnou surovinou pro bezlepkovou dietu, kukuřičná mouka totiž neobsahuje lepek. Všestranné využití má v kuchyni také olej z kukuřičných klíčků, který je bohatý na kyselinu olejovou a linolovou. Uplatnění nalézá kukuřice i při výrobě škrobu, lihu, škrobového sirupu a dextrinů (NEDĚLNÍK, 2008; HOSKOVEC, 2008; SERENA-SALDIVAR, 2010).

3.2.5 Slzovka

Slzovka je rostlina, která pochází z jihovýchodní Asie. Můžeme ji znát také pod jinými názvy, a to například „Jobovy slzy“ nebo také „slzy Panny Marie“. Tento název pramení z toho, že semeno v obalech rostoucí na rostlině má tvar slzy (viz. příloha 1). Jelikož jsou semena tvrdá, odolná vůči vlhkosti a jsou ceněny pro svou symboliku slz, je velice v oblibě z nich vyrábět růžence (DHARMANADA, 2007).

V současnosti se pěstuje v subtropických a tropických oblastech po celém světě, vyskytuje se také jako planá rostlina a může mít až invazivní charakter. Nejčastěji roste podél vodních toků a v bažinatých údolích (GRULICH, 2013a). Jansen (2016) navíc tvrdí, že slzovka je méně vnímavá k různým nemocem a škůdcům a může být pěstována tam, kde je těžké ostatní plodiny pěstovat a také nevyžaduje tolik péče.

3.2.5.1 Botanická charakteristika

Slzovka obecná (*Coix lacryma-jobi*) je vysoká, jednoletá tráva z čeledi lipnicovitých. Dorůstá výšky asi 1–2 m. Stéblo je vysoké a plné, listy jsou čárkovité až čárkovitě kopinaté a mají drsný okraj. Květenstvím je lata (HOLUBOVÁ, 2002). Kvete od července do září a plodí od září do října. Plodem je obilka. Ta má vejčitý tvar a velikost v průměru asi 5 mm. Barva zrna je bílá (KUO, CHEN a CHIANG, 2011). Je to velmi rychle rostoucí rostlina s velkou tvorbou biomasy (GRULICH, 2013a). Vyskytuje se nejen volně v přírodě, ale je také kultivována lidmi. Pěstuje se především na Tchaj-wanu, v Číně a v Japonsku. (KUO, CHEN a CHIANG, 2011).

3.2.5.2 Látkové složení

Celé zrno slzovky obsahuje 10,4 % bílkovin, 5,3 % tuku, 66,5 % sacharidů a 10,5 % vlákniny. Loupané zrno obsahuje 14,8 % bílkovin 4,9 % tuku, 66,9 % sacharidů a 0,5 % vlákniny. Obsahuje také vápník, fosfor a železo a z vitaminů thiamin, riboflavin a niacin (JANSEN, 2016). Má lepší poměr bílkovin než ostatní obilovin, ve srovnání s rýží jich obsahuje až dvojnásobek (DHARMANANDA, 2007).

Studie také prokázala, že slzovka obsahuje fenolové kyseliny, lignany, flavanoidy, polyfenoly, polysacharidy a fytosteroly (MANOSROI et al., 2015).

3.2.5.3 Význam a využití

V jihovýchodní Asii se používá jako chlebovina, připravují se z ní kroupy, slouží jako náhrada prosa a také se z ní vyrábí pivo. Zelená hmota se zkrmuje (HOLUBOVÁ, 2002). Nejčastěji se konzumuje loupaná a leštěná a je prodávána pod názvem „pearl barely“. Má výraznější chuť než ostatní obiloviny (DHARMANANDA, 2007).

Je považována za funkční potravinu a je využívána v tradiční čínské medicíně. Používá se k léčbě bradavic, revmatismu, zánětlivých a nádorových onemocnění (KUO, CHEN a CHIANG, 2011). Od dávných dob se slzovka používala pro její diuretické a analgetické účinky. Pozitivní vliv má také při artritidě, žaludečních potížích a křečích. Zařazení slzovky do jídelníčku, ať už ve formě celých zrn nebo mouky, může zlepšit metabolismus lipidů a tím snížit riziko vzniku srdečních chorob. Navíc také snižuje hromadění tuku v ledvinách a chrání tělo před vznikem sloučenin, které stimulují růst nádorů. Předpokládá se, že slzovka je prospěšná pro gastrointestinální trakt a mohla by být používána jako prebiotikum, protože má modifikační účinky na některé střevní bakterie. Několik studií prokázalo protinádorový účinek slzovky. Bioaktivní sloučeniny obsažené v slzovce, zejména pak coixenolidy, inhibují vznik tumorů, předchází rakovině a chrání proti virové infekci. O emulzi z oleje slzovky obecně byla prohlášeno čínským ministerstvem veřejného zdraví, že má protirakovinné účinky. Olej ze slzovky je používán při léčbě různých typů rakoviny, včetně rakoviny prsu a plic (MANOSROI et al., 2015). V současnosti se vyloupané obilky slzovky objevují i ve specializovaných obchodech u nás pod označením hatomugi nebo yiyiren (GRULICH, 2013a). Jansen (2016) také uvádí, že kořen obsahuje coixol, který má analgetické a sedativní účinky a methanolické extrakty ze zrn mohou snižovat riziko rakoviny plic.

4 MATERIÁL A METODIKA

Diplomová práce byla navržena a zpracována ve spolupráci s firmou IREKS ENZYMA, která dodala všechny potřebné suroviny, poskytla prostory, metody a přístroje pro provádění pokusu. Zadáním bylo vyrobit pšeničné bagety, které by obsahovaly přídavek jiných nutričně zajímavých druhů obilných mouk a zlepšující koncentrát. V rámci praktické části proběhla dvě opakování celého experimentu. U hotového pečiva byl měřen jejich objem a hmotnost. Dále pak probíhalo měření pevnosti, barvy a také senzorické hodnocení baget na Ústavu technologie potravin na Mendelově univerzitě v Brně.

4.1 Použitý materiál

Pro výrobu baget s přídavkem mouky z netradičních druhů obilovin bylo navrženo několik druhů bezlepkových a nutričně nebo barevně zajímavých surovin o různých granulacích (viz. obrázek 1), v tabulce 5 jsou zaznamenány jejich nutriční hodnoty:

- širok žlutý – jemná krupice
- širok bílý – mouka hladká
- kukuřice – jemná krupice
- rýže hnědá – celozrnná mouka
- rýže černá – mouka hladká
- rýže červená – mouka hladká
- slzovka – mouka hladká



Obrázek 1 Použité druhy mouk;

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

Tabulka 5 Nutriční hodnoty na 100 g vybraných surovin podle specifikací od dodavatele

	čirok žlutý – jemná krupice	čirok bílý – mouka	kukuřice – jemná krupice	rýže hnědá – celozrnná mouka	rýže černá – mouka	rýže červená – mouka	slzovka obecná – mouka
energie [kJ]	1459	1459	1334	1515	1674	1506	1612
[kcal]	347	347	319	362	400	360	388
Tuk [g]	1,9	1,9	2,5	2,4	2,2	2,0	7,4
z toho nasycené MK [g]	0,25	0,25	0,3	0,8	0	0	1,05
sacharidy[g]	72,4	72,4	75	77,8	51,0	74,0	67,1
z toho cukry [g]	0,0	0,0	2,5	0	0,5	0	3,8
vláknina [g]	5,39	5,39	4	-	-	-	3,61
bílkoviny [g]	10,2	10,2	6,5	7,3	6,1	10,0	13,3

- hodnota nebyla uvedena ve specifikacích od dodavatele

4.1.1 Sestavení vhodné receptury

Pro sedm druhů vhodných, nutričně a barevně zajímavých mouk a kontrolu, která obsahovala pouze pšeničnou mouku, byla sestavena receptura sestávající z pšeničné mouky hladké světlé, jedlého oleje, pekařského droždí, vody a koncentrátu. Koncentrát je zlepšující směs, která se skládá z těchto složek: semena slunečnice, kukuřičná mouka, pšeničný lepek, sůl, pšeničná mouka, sušený kvas z tvrdé pšenice, enzymy, kyselina askorbová a kvasnicový extrakt.

Konečná receptura všech osmi baget je uvedena v tabulce 6.

Tabulka 6 Konečná receptura baget

číslo vzorku		1	2	3	4	5	6	7	8
speciální surovina	název	kontrola	čirok žlutý – jemná krupice	čirok bílý – mouka	kukuřice – jemná krupice	rýže hnědá – celozrnná mouka	rýže červená – mouka	rýže černá – mouka	slzovka obecná – mouka
	[g]	0	127	127	127	127	127	127	127
mouka [g]		1127	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
koncentrát [g]		373	373	373	373	373	373	373	373
olej [g]		80	80	80	80	80	80	80	80
droždí [g]		50	50	50	50	50	50	50	50
voda [g]		660	660	660	650	670	670	670	660
celková hmotnost [g]		2290	2290	2290	2280	2300	2300	2300	2290

4.2 Použité metody

4.2.1 Postup výroby baget

Bagety byly vyráběny v prostorách firmy IREKS ENZYMA. Těsto pro výrobu baget bylo připraveno přímým vedením. Firma IREKS ENZYMA disponuje čtyřmi spirálovými hnětači, a proto bylo osm druhů baget vyrobeno a upečeno ve dvou sériích po čtyřech druzích s odstupem 30 minut.

Nejprve bylo naváženo a nachystáno potřebné množství surovin vyplývající z receptury. Teplota vody musela být pokaždé stejná, a co nejnižší, aby se těsto při mísení příliš nezahřívalo.

Všechny suroviny byly nasypány a nality do mísící díže spirálového hnětače Diosna (viz. příloha 2). Poté bylo těsto míseno v režimu 4 minuty pomalého míchání a 6 minut rychlého. Během míchání byla kontrolována konzistence těsta a případně byla dolita voda, aby bylo dosaženo požadované konzistence těsta. V dalším kroku bylo naváženo těsto na požadovanou hmotnost (2250 g). Těsto bylo stočeno do presu (příloha 3), ve kterém se ponechalo zrát 15 minut. Následně bylo těsto vyděleno na třicetidílném dělicím stroji Fortuna a poté byly k sobě spojeny vždy dva klonky (75 g), aby bylo dosaženo požadované váhy bagety (150 g). Takto připravené klonky by zpracovány na rohlíkovacím stroji Rollomat. V dalším kroku byl tvar z rohlíkovacího stroje upraven,

a to zastrčením špiček dovnitř a následného vyvážení bagety. Hotové bagety byly pokládány na předem olejem postříkaný vlnitý plech a nechaly se kynout v kynárně Miwe v průměru 1 hodinu a 10 minut při teplotě 35 °C a 70% vlhkosti. Kynutí bylo nutno hlídat a zajistit, aby těsto nepřekynulo. Nakonec byly bagety pečeny v etážové peci Miwe při 240 °C v páře 16 minut. Upečené bagety byly ponechány na pleších až do úplného vychlazení.

4.2.2 Měření hmotnosti, objemu a výsledných ztrát pečením u baget

Měření hmotnosti a objemu probíhalo ve společnosti IREKS ENZYMA. Hmotnost těsta jednotlivých baget byla zjišťována po zrání, a to zvážením na váhách. Hodinu po upečení proběhlo zvážení upečených baget.

Objem baget byl zjištěn pomocí přístroje Volscan Profiler 600 (Stable Micro Systems) s laserovým senzorem. Z každého druhu byly vybrány tři bagety, které byly pomocí tohoto přístroje zváženy a změřeny, byl stanoven jejich objem a také byl získán jejich 3D obraz viz. příloha 4. Měření probíhalo při rotační rychlosti 1 otáčka za sekundu a vertikálním posunu 15 mm.

Měrný objem je důležitý ukazatel kvality pečiva a k jeho výpočtu musíme znát objemem bagety a její hmotnost (MUDGIL, BARAK a KHATKAR, 2016).

Ztráty pečením tzv. propek jsou ztráty pečiva na hmotnosti vlivem odpaření části vody během pečení. Propek byl spočítán pomocí vzorce a zjištění hmotnosti všech baget před pečením a po upečení (KUČEROVÁ, 2004).

$$Z_p = \frac{m_t - m_v}{m_t} \cdot 100 [\%]$$

m_t = hmotnost těsta [g]

m_v = hmotnost upečeného výrobku [g]

4.2.3 Měření barvy mouky, kůrky a střídý baget

Měření bylo provedeno na spektrofotometru v laboratoři na Ústavu technologie potravin na Mendlově univerzitě v Brně. Stanovení proběhlo na přístroji Konica Minolta CM-3500d. Pro měření barvy mouky byla použita štěrbina o velikosti 30 mm a pro střídu a kůrku 8 mm. Byl zvolen režim měření reflektance, režim osvětlení D 65, geometrie d/8 a SCE, který eliminuje lesk.

Při určování barvy se měří měrná světlost L^* , která nabývá hodnot 0 (černá) až 100 (bílá) a dále chromatické poloosy od a^* (červená) po $-a^*$ (zelená) a od b^* (žlutá) k $-b^*$ (modrá). Takto získáme barevný prostor CIELAB (viz. obrázek 2), který nám umožňuje vypočítat objektivní barevný rozdíl ΔE^*_{ab} . Rozdíl barev je obecně uznávaná metoda hodnocení rozdílu barev. Podle její velikosti je vytvořena stupnice, díky níž lze určit stupeň neshody dvou barev viz. tabulka 7 (ZMEŠKAL, ČEPPAN a DZIK, 2002). Rozdíl barvy byl určován vzorcem na porovnání barvy s kontrolou (vzorek 1).

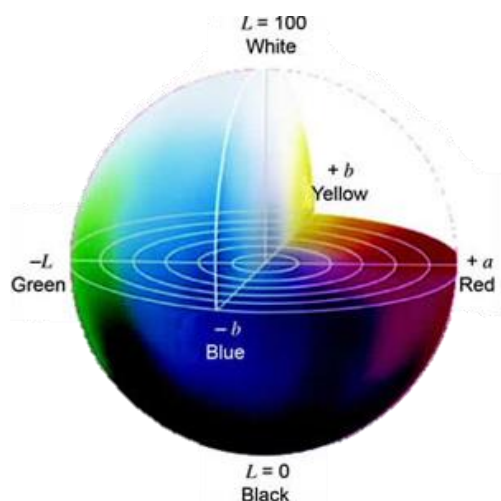
Výpočet ΔE^*_{ab} :

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Tabulka 7 Stupnice rozdílu barev ΔE^*_{ab} (ZMEŠKAL, ČEPPAN a DZIK, 2002):

ΔE^*_{ab} :	rozdíl
0,0 až 0,2	nepostřehnutelný
0,2 až 0,5	velmi slabý
0,5 až 1,5	slabý
1,5 až 3,0	jasně postřehnutelný
3,0 až 6,0	střední
6,0 až 12,0	výrazný
12,0 až 16,0	velmi výrazný
větší než 16,0	rušící

Samostatně lze hodnotit i odchylky jednotlivých složek, a to $\Delta L^* > 0$ vzorek je světlejší (a naopak), $\Delta a^* > 0$ vzorek je červenější (a naopak zelenější) a $\Delta b^* > 0$ vzorek je žlutější (a naopak modřejší).



zdroj: <https://www.colorcodehex.com/color-model.html>

Obrázek 2 Barevný prostor CIELAB

4.2.4 Měření pevnosti baget

Pevnost baget byla stanovena na přístroji TIRATEST 27025 pomocí penetrační zkoušky. K penetraci byla použita válcová sonda o průměru 4 mm. Měření probíhalo první den 4 hodiny po upečení a druhý den v době 24 h od prvního měření. Bagety byly rozděleny na nebalené a balené do mikrotenového sáčku. Nebalené bagety představovaly simulaci stárnutí pečiva v regálu v obchodě a bagety balené do běžného spotřebitelského obalu zase stárnutí pečiva u spotřebitelů doma. Měřením byly zjištěny změny pevnosti baget v průběhu skladování. Celkem bylo naměřeno 288 hodnot, které byly statisticky zpracovány. Z naměřených hodnot můžeme určit rozdíl pevnosti v jednotlivých dnech mezi druhy baget, ale také jsme schopni porovnat rozdíl, který vznikne u každé bagety v průběhu uchovávání nebaleného a baleného pečiva do druhého dne.

4.3 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení probíhalo první den 6 hodin po upečení. Pro hodnocení byl vytvořen senzorický dotazník, který obsahoval grafické nestrukturované stupnice o délce 100 mm, kde 1 mm odpovídal ohodnocení 1 bodu. Deskriptory byly hodnoceny hedonicky. Krajní a střední body stupnice byly popsány slovně. Formulář obsahoval celkem 8 deskriptorů. Hodnotící formulář je uveden v příloze 5.

Senzoricky hodnoceno byly tyto deskriptory:

- celkový objem a tvar bagety
- kůrka
 - barva
 - tvrdost a elasticita
- střída
 - vůně
 - vlhkost
 - kyprost, pružnost
 - chuť
- celkový dojem

Senzorickou analýzu jednotlivých druhů baget provádělo 11 hodnotitelů. Hodnotitelé byly proškoleni, jak mají u baget hodnotit jednotlivé deskriptory. Vzorky byly podávány při pokojové teplotě, na bílých táccích a byly označeny číslem.

4.4 Statistické zpracování

Jednotlivé výsledky byly zpracovány a vyhodnoceny pomocí programu Microsoft Excel a STATISTIKA 12. Pro výsledky v programu STATISTIKA 12 byla použita hladina významnosti $p = 0,05$. Nejprve byly vypočítány základní charakteristiky jednotlivých veličin, jako je průměr a směrodatná odchylka.

Pro výsledky byla stanovena nulová hypotéza, která byla testy v programu STATISTIKA 12 potvrzována nebo vyvrácena. Pro porovnání nezávislých výsledků bylo využito několikanásobného porovnávání více vzorků. Nejprve se musela stanovit normalita a homogenita rozptylu dat. Pokud měly data normální rozložení a jejich rozptyly byly homogenní tak se pro zjištění, jestli mezi výsledky existuje významný statistický rozdíl použil parametrický test analýzy rozptylu (ANOVA). Pokud mezi vzorky existoval významný statistický rozdíl bylo použito post-hoc porovnávání tzv. Tukeyův HSD test, který označil významně statisticky lišící se vzorky. Pokud nebyla splněna podmínka normality nebo homogenity rozptylu byl použit neparametrický Kruskal-Wallisův test a následné vícenásobné porovnávání průměrného pořadí, které určilo statisticky lišící se vzorky.

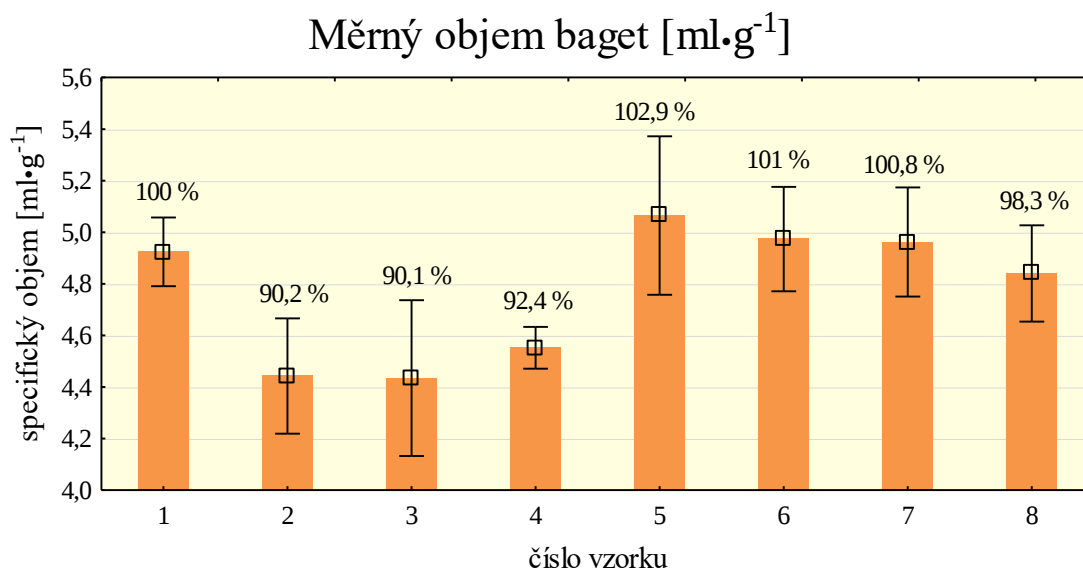
Pro porovnání závislých vzorků s normálním rozložením dat byl využit párový t-test. Výsledky jednotlivých testů jsou uvedeny v příslušných tabulkách a přílohách.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Hmotnost, objem a propek

Hmotnost jednotlivých baget po upečení se pohybovala v rozmezí 133–144 g. Jejich průměrná hmotnost, směrodatná odchylka, minimum a maximum jsou zaznamenány v příloze 6. Na základě analýzy rozptylu můžeme říct, že nebyl nalezen rozdíl v hmotnosti jednotlivých druhů baget (příloha 7).

Měrný objem jednotlivých druhů baget zobrazuje obrázek 3. U kontroly byl naměřen $4,92 \text{ ml}\cdot\text{g}^{-1}$. Nejvyšší byl naměřen u vzorku 5 rýže hnědá – celozrnná mouka, a to $5,06 \text{ ml}\cdot\text{g}^{-1}$, což činilo nárůst objemu o 2,9 %. Nejnižší byl naměřen u vzorku 3 širokové mouky bílé, a to $4,43 \text{ ml}\cdot\text{g}^{-1}$, což činilo pokles o 9,9 %. Ostatní hodnoty jsou uvedeny v příloze 8. Přídavek zlepšujícího přípravku zřejmě zmírnil negativní působení bezlepkových mouk na kvalitu vyrobeného pečiva.



Obrázek 3 Grafické znázornění průměrného měrného objemu baget;

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

Z tabulky 4 lze vyčíst, že na základě porovnávání více nezávislých vzorků pomocí Kruskal-Wallisova testu existuje mezi vzorky statisticky významný rozdíl. Měrný objem jednotlivých baget se lišil. Od kontroly se prokazatelně statisticky lišily vzorky 2, 3 a 4. Další statisticky významné rozdíly jsou označeny v tabulce 8 červeně.

Tabulka 8 Vícenásobné porovnání p hodnot pro měrný objem baget [ml·g⁻¹];

číslo vzorku	vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); měrný objem [ml·g ⁻¹] Kruskal-Wallisův test: H (7, N = 72) = 43,26687 p = 0,0000 označ. efekty jsou významnosti na hlad. p < 0,05000							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,0129	0,0305	0,0402	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	0,0129		1,0000	1,0000	0,0020	0,0084	0,0068	0,1271
3	0,0305	1,0000		1,0000	0,0052	0,0204	0,0166	0,2598
4	0,0402	1,0000	1,0000		0,0071	0,0271	0,0221	0,3260
5	1,0000	0,0020	0,0052	0,0071		1,0000	1,0000	1,0000
6	1,0000	0,0084	0,0204	0,0271	1,0000		1,0000	1,0000
7	1,0000	0,0068	0,0166	0,0221	1,0000	1,0000		1,0000
8	1,0000	0,1271	0,2598	0,3260	1,0000	1,0000	1,0000	

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

Studie, kterou provedli Mudgil, Barak a Khatrak (2016), se zabývala pevností, měrným objemem a senzorickou přijatelností pečiva. Jejich studie uvádí, že pečivo obohacené vlákninou nebo jinými druhy obilných výrobků vykazuje snížený objem. Rai et al. (2012) provedli studii, ve které vyráběli pečivo s náhradou pšeničné mouky moukou kukuřičnou a rýžovou v různých poměrech. V jejich studii vypožorovali, že přídavek rýžové i kukuřičné mouky měl negativní vliv na měrný objem pečiva, čím vyšší byl přídavek bezlepkové mouky, tím nižší byl měrný objem pečiva. Přídavek kukuřičné mouky snižoval měrný objem více než přídavek mouky rýžové.

Obdobného výsledku bylo dosaženo i v této studii, přídavek kukuřičné mouky snížil měrný objem více než přídavek rýžové mouky.

Hmotnost všech baget jednoho druhu dohromady a jejich propek je znázorněn v tabulce 9. Propek se pohyboval v rozmezí 12,98–14,58 %. Nejnižší byl u vzorku 3, který obsahoval přídavek čirokové mouky bílé, nejvyšší byl naopak u baget s přídavkem hnědé celozrnné rýžové mouky (vzorek 5). Kučerová (2004) uvádí, že by se propek u běžného pečiva měl pohybovat v rozmezí 10–13 %. Dále také popisuje, že čím je povrch pečiva větší, tím jsou ztráty během pečení vyšší. Hera, Martinez a Gómez (2013) uvádějí, že větší hmotnostní ztráty během jejich pekařského pokusu s rýžovým pečivem vykazovaly vzorky, které recepturně obsahovaly větší množství vody a měly vyšší měrný objem.

Stejného výsledku bylo dosaženo i v této studii. Nejvyšší ztráty během pečení byly u baget s přídavkem rýžové mouky (vzorek 5, 6 a 7), které recepturně obsahovaly nejvyšší podíl vody. Měřením bylo zjištěno, že měly největší měrný objem.

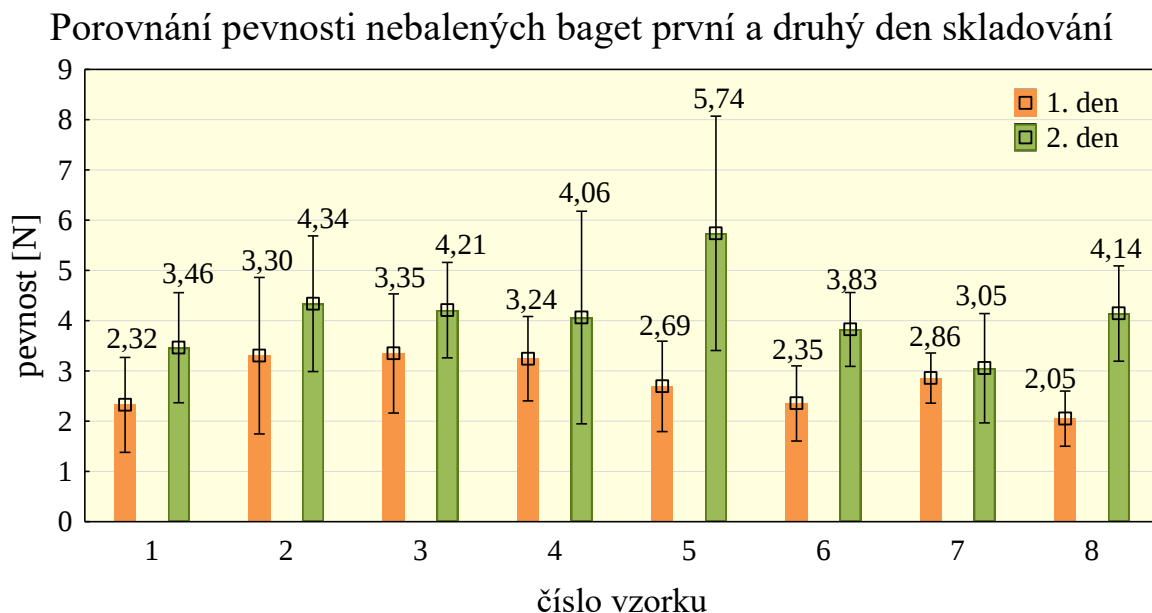
Tabulka 9 Hmotnost všech baget a jejich propek;

číslo vzorku	hmotnost (g)	propek %
1	1937,50	13,89
2	1945,50	13,53
3	1958,00	12,98
4	1949,50	13,36
5	1922,00	14,58
6	1932,50	14,11
7	1932,50	14,11
8	1940,50	13,76

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

5.2 Pevnost baget

Obrázek 4 zobrazuje grafické znázornění naměřených hodnoty pevnosti jednotlivých druhů nebalených baget první a druhý den měření.



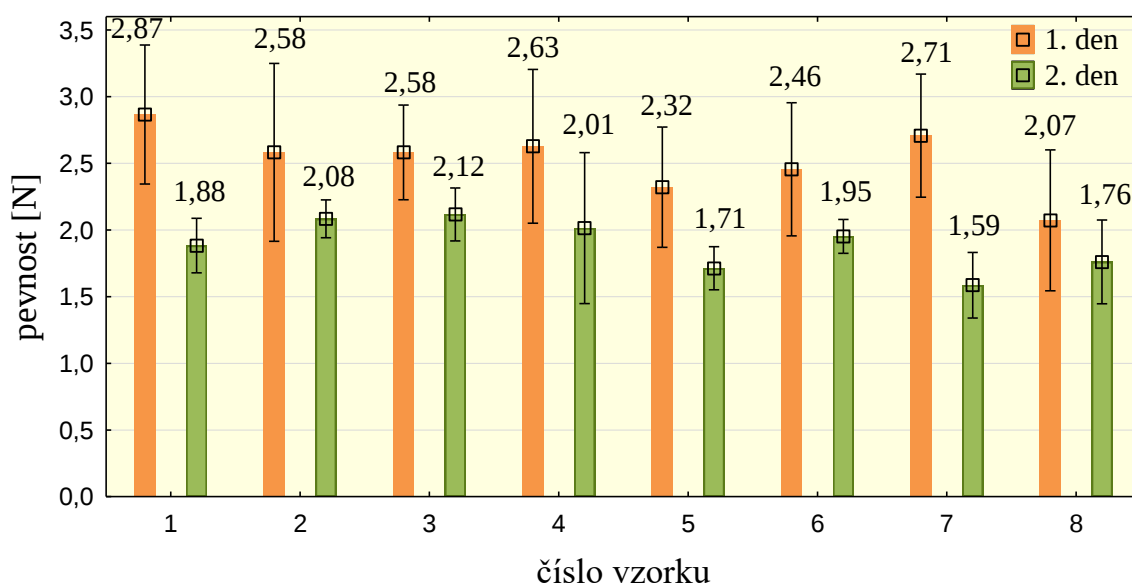
Obrázek 4 Grafické znázornění pevnosti jednotlivých druhů nebalených baget;

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

První den se pevnost jednotlivých druhů nebalených baget pohybovala v rozmezí 2,05–3,35 N, nejméně pevný byl vzorek 8 (přídavek slzovkové mouky) a nejpevnější byl vzorek 3 (přídavek čirokové mouky bílé). Druhý den pevnost vzrostla a pohybovala se od 3,05–5,74 N. Nejpevnější v tomto případě byl vzorek 5 (přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže) a nejméně pevný vzorek 7 (přídavek mouky z červené rýže). Veškeré průměrné hodnoty pevnosti a směrodatné odchylky jsou uvedeny v příloze 9.

Obrázek 5 znázorňuje porovnání pevnosti balených baget první a druhý den během skladování. První den se pevnost balených baget pohybovala v rozmezí 2,07–2,87 N, nejpevnější byla kontrola, a naopak nejméně pevná byla bageta s přídavkem mouky ze slzovky (vzorek 8). Druhý den klesla pevnost baget balených v mikrotenovém sáčku na 1,59–2,12 N. Nejpevnější v tomto případě byla bageta s přídavkem bílé čirokové mouky (vzorek 3) a nejméně pevná byla bageta s přídavkem červené mouky rýžové (vzorek 7).

Porovnání pevnosti balených baget první a druhý den skladování



Obrázek 5 Grafické znázornění pevnosti jednotlivých druhů balených baget

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

Příloha 11 zobrazuje výsledky statistického zpracování dat a můžeme z ní vyčíst, že statisticky průkazný rozdíl byl na základě t-testu pevnosti jednotlivých druhů balených baget první a druhý den skladování u vzorků 1, 2, 3, 5, 6 a 7. Pevnost balených baget v případě prvního nebyla na základě analýzy rozptylu statisticky významně odlišná. Kruskal-Wallisův test prokázal, že pevnost nebalených baget první den také nebyla

statisticky významně odlišná. V případě druhého dne však byla jak u balených pomocí Kruskal-Wallisova testu, tak i u nebalených baget pomocí analýzy rozptylu a Tukeyova testu nalezena statisticky významná odlišnost. Tato skutečnost je založena na rozdílných vlastnostech použitých přidaných mouk. Bagety s přídavkem mouky z červené rýže vykazovaly nejnížší pevnost jak v případě balených, tak nebalených baget. V případě nebalených baget docházelo k tvrdnutí vlivem vypařování vody. U baget balených do mikrotenového sáčku došlo k změknutí, vlivem zachycení vlhkosti v mikroklima sáčku.

5.3 Barva

5.3.1 Barva mouky

Barva jednotlivých druhů mouk je patrná z obrázku 1 (viz. kapitola 4.1). Pro barvu mouky byly vypočítány průměry a směrodatná odchylka, které jsou uvedeny v tabulce 10. Z tabulky můžeme vyčíst, že světlost (L^*) byla nejnížší u vzorku 1, čili u mouky pšeničné hladké světlé s hodnotou 89,8233. Nejtmavší byl vzorek 6, mouka z černé rýže, s hodnotou světlosti 62,1167.

Veličiny a^* i b^* byly naměřeny v kladných hodnotách, a proto a^* vyjadřuje podíl červené a b^* podíl žluté barvy ve vzorku. Mouka pšeničná hladká světlá také obsahovala nejmenší podíl červené barvy ($a^* = 0,3833$). Nejvíce červené barvy ($a^* = 6,9633$) obsahoval vzorek 4, což byla jemná kukuřičná krupice. Nejvyšší podíl zelené barvy b^* byl naměřen u vzorku 4, a to 40,1367, naopak nejnížší podíl zelené barvy s hodnotou 3,2267 obsahoval vzorek 6 mouka z černé rýže.

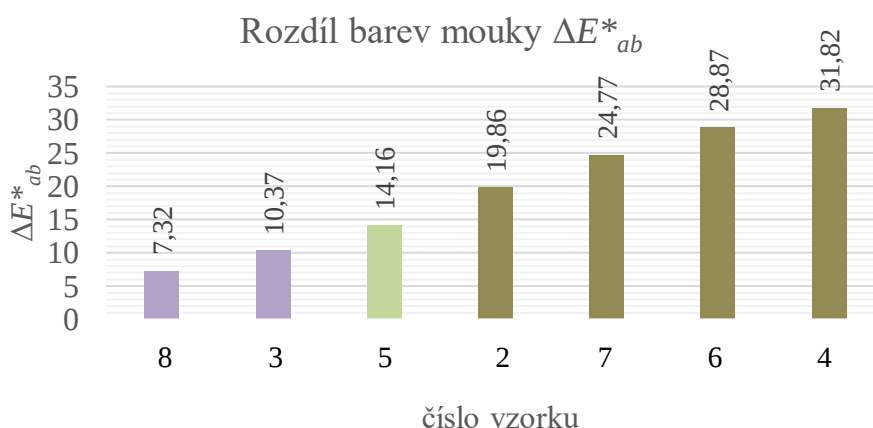
Tabulka 10 Průměrné hodnoty barvy mouky;

Číslo vzorku	$L^*(D65)$	$a^*(D65)$	$b^*(D65)$
1	89,8233 ± 0,0306	0,3833 ± 0,0058	11,0567 ± 0,1607
2	71,3767 ± 0,5493	2,8567 ± 0,1258	17,9800 ± 0,4215
3	80,6733 ± 0,2401	1,5633 ± 0,0416	15,7867 ± 0,1415
4	78,7200 ± 0,3161	6,9633 ± 0,2150	40,1367 ± 0,6207
5	76,6767 ± 0,1012	1,8433 ± 0,0503	16,1200 ± 0,0608
6	62,1167 ± 0,4302	2,5700 ± 0,0361	3,2267 ± 0,1595
7	65,8000 ± 0,4592	6,3833 ± 0,1762	10,4667 ± 0,0611
8	82,5233 ± 0,2060	0,7800 ± 0,0656	11,3133 ± 0,1026

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

Na základě Kruskal-Wallisova testu můžeme konstatovat, že v barvě mouk byl statisticky významný rozdíl. Vícenásobné porovnávání určilo, že v případě světlosti L^* se na základě p hodnoty nejvíce statisticky liší vzorek 1 a 6. Další výrazná odlišnost je u vzorků 1 a 7 a vzorků 6 a 8. Pro podíl červené barvy a^* byl nalezen největší statisticky významný rozdíl mezi vzorky 1 a 4 a v podílu žluté barvy b^* se nejvíce lišily vzorky 4 a 6. Ostatní statisticky významné odlišnosti jsou vyznačeny v příloze 12.

Na obrázku 6 můžeme vidět objektivní barevný rozdíl ΔE^*_{ab} použitých druhů mouk. Vzorky jsou uspořádány vzestupně od nejméně odlišného od kontroly k nejvíce lišícímu se. Z grafu vyplývá, že nejméně se od kontroly lišila mouka ze slzovky obecné, která měla hodnotu $\Delta E^*_{ab} = 7,32$, což spadá do kategorie středního rozdílu barev. Rušící barevný rozdíl vykazovaly vzorky 2, 7, 6 a 4 přičemž nejvyšší rozdíl byl u vzorku 4 (jemná kukuřičná krupice) a to 31,82.



Obrázek 6 Grafické znázornění rozdílu barev mouky ΔE^*_{ab} ;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

5.3.2 Barva kůrky

Průměrné hodnoty barvy kůrky jednotlivých baget jsou zaznamenány v tabulce 11. Nejnižší světlost kůrky byla u vzorku 8 bageta s přidavkem mouky ze slzovky obecné ($L^* = 63,0700$), nejtmavší byl vzorek 6 bageta s přidavkem mouky z rýže černé ($L^* = 54,1517$). Nejmenší podíl červené barvy (13,1950) obsahoval vzorek 6 přidavek černé rýžové mouky. Nejvyšší podíl červené barvy (15,4100) byl ve vzorku 5 přidavek mouky z celozrnné hnědé rýže. Podíl žluté barvy byl nejvyšší (38,2700) v případě

vzorku 3 (bageta s přídavkem mouky z bílého čiroku) a nejnižší u vzorku 6 (29,3367).
Obrázek 7 znázorňuje porovnání barvy kůrky u upečených baget.

Tabulka 11 Průměrné hodnoty barvy kůrky baget;

Číslo vzorku	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
1	62,7250 ± 2,6439	15,0417 ± 0,8147	37,3367 ± 1,1485
2	62,0367 ± 4,1030	14,1817 ± 2,1535	37,9783 ± 0,6464
3	61,6483 ± 2,1898	15,1050 ± 0,7183	38,2700 ± 1,2370
4	62,2717 ± 3,5228	14,2983 ± 1,4118	37,4317 ± 0,3667
5	58,2617 ± 2,9591	15,4100 ± 0,9796	35,8867 ± 1,7121
6	54,1517 ± 2,9062	13,1950 ± 0,7936	29,3367 ± 0,9359
7	57,7450 ± 4,3930	14,3050 ± 1,0164	34,5267 ± 1,9559
8	63,0700 ± 2,5373	14,2283 ± 0,9150	37,4850 ± 0,8400

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

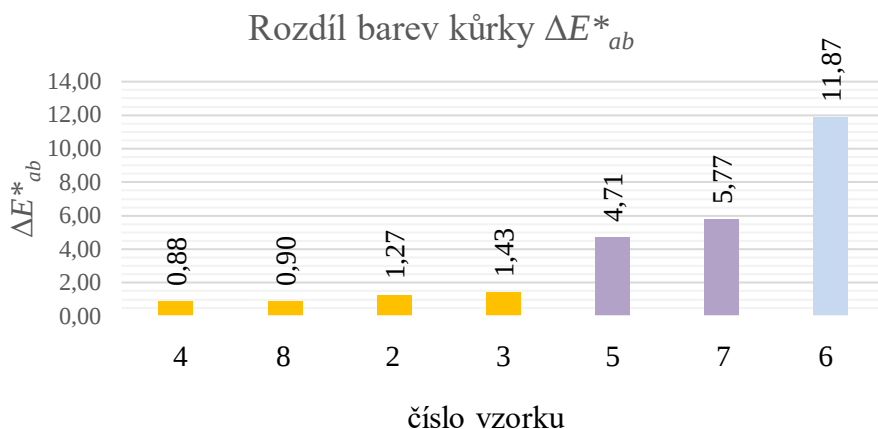


Obrázek 7 Fotografie upečených baget, porovnání barvy kůrky;

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

Z přílohy 13 můžeme vyčíst, že pro světlost byl na základě Kruskal-Wallisova testu nalezen významný statistický rozdíl mezi vzorky 1 a 6 a také 6 a 8. Statisticky významný rozdíl v podílu červené barvy byl pouze mezi vzorky 5 a 6. V případě podílu žluté barvy byl nalezen rozdíl mezi vzorky 6 a 1, 2, 3, 4 a 8 a dále pak mezi vzorky 3 a 7. Ostatní významné rozdíly jsou vyznačeny v příloze 13.

Z obrázku 8 je patrné, že rozdíl barev kůrky od kontroly byl u vzorku 4, 8, 2 a 3 slabý. Pro vzorek 6 byl rozdíl barev kůrky výrazný.



Obrázek 8 Grafické znázornění rozdílu barvy kůrky baget ΔE^*_{ab} ;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

5.3.3 Barva střídy

Z tabulky 12, ve které jsou uvedeny průměrné hodnoty barvy střídy baget, je patrné, že nejvyšší světlost střídy byla u vzorku 1 (kontrola), nejtmaší naopak byl vzorek 6. Podíl červené barvy a^* byl nejvyšší u vzorku 6 a nejnižší u vzorku 2. Nejvíce žluté barvy b^* obsahoval vzorek 4 a nejméně vzorek 6. Na obrázku 9 jsou fotografie střídy jednotlivých druhů baget.

Tabulka 12 Průměrné hodnoty barvy střídy baget

Číslo vzorku	L*(D65)		a*(D65)		b*(D65)	
1	78,3870	± 1,4521	0,4240	± 0,2090	20,0660	± 0,3518
2	74,7480	± 1,1007	0,2950	± 0,2723	24,0190	± 0,7488
3	77,2560	± 1,2850	0,9330	± 0,2255	21,7050	± 0,6213
4	76,5490	± 1,5962	1,1420	± 0,2708	22,9510	± 0,8609
5	76,7760	± 1,5030	0,5540	± 0,2915	19,8520	± 0,3651
6	59,8510	± 1,5921	4,3640	± 0,1484	9,8460	± 0,3577
7	70,6650	± 1,5286	2,9950	± 0,2522	17,0850	± 0,8597
8	76,6270	± 1,1223	0,7480	± 0,3329	20,5710	± 0,8076

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

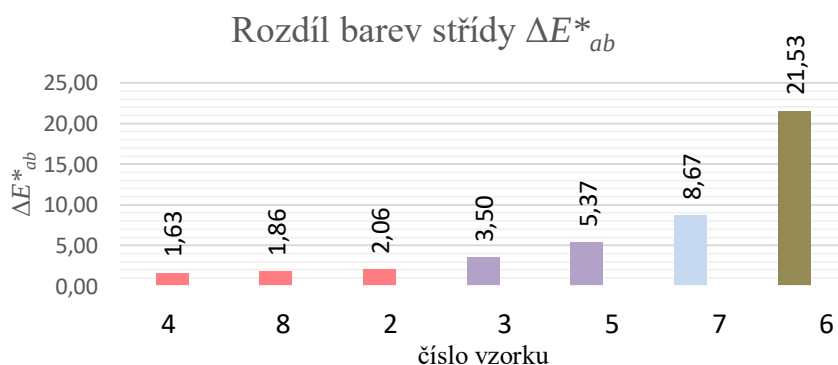
Na základě Kruskal-Wallisova testu a vícenásobného porovnávání (viz. příloha 14) můžeme říct, že mezi vzorky existoval v barvě střídy statisticky významný rozdíl. Od vzorku 6 se ve světlosti statisticky lišil vzorek 1, 3, 4, 5 a 8, od vzorku 7 se lišila 1, 3, 4, 5, 6 a 8. Statistický rozdíl byl také mezi barvou vzorku 1 a 2.



Obrázek 9 Fotografie střídy jednotlivých druhů baget;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Na obrázku 10 je uvedeno grafické znázornění rozdílu barev střídy baget ΔE^*_{ab} .



Obrázek 10 Grafické znázornění rozdílu barvy kůrky baget ΔE^*_{ab} ;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Vzorky 4, 8 a 2 vykazovaly jasně postřehnutelný barevný rozdíl od kontroly. Střída vzorku 6 vykazovala rušící rozdíl barvy. Vzorek 6 obsahoval 5,52% přídavek mouky z černé rýže. Mau et al., (2017) provedli studii, ve které se zabývali náhradou pšeničné mouky v koláčích moukou z černé rýže. Při nahrazení 10 % pšeničné mouky moukou černou rýžovou byla hodnota světlosti střídy koláče L^* 58,2 a hodnota a^* 2,08 a b^* 7,60. Jak uvádí Sui, Yap a Zhou (2015) při pečení dochází k retrogradaci anthokyanů a barva přechází z namodralého odstínu do žlutého, a to jak na kůrce, tak i ve střídě.

Obecně lze zhodnotit, že v této studii byla změna barvy při pečení více znatelná u kůrky než u střídy, a také že kůrka byla tmavší a obsahovala menší podíl červené i žluté barvy než střída.

Pokud porovnáme barevný rozdíl mouk největší barevný rozdíl ΔE^*_{ab} vykazuje vzorek 6 – mouka z černé rýže a vzorek 4 – jemná kukuřičná krupice, avšak pokud porovnááme barvu střídy, největší barevný rozdíl vykazuje i nadále vzorek 6 – bageta s přídavkem černé rýžové mouky, kdežto vzorek 4 – bageta s přídavkem kukuřičné jemné krupice vykazuje nejmenší barevný rozdíl. Studie, kterou uskutečnili Odjo et al. (2012), se zabývala vlivem tepelného ošetření na kvalitu kukuřičné mouky. Bylo zde prokázáno, že vlivem působení teploty od 60 do 130 °C se hodnota L^* snižuje, během záhřevu došlo k poklesu z hodnoty L^* 85,07 na 72,47. Podíl červené barvy (a^*) a žluté barvy (b^*) se zvyšuje. V průběhu experimentu došlo ke zvýšení hodnoty a^* z 5,15 na 12,25 a hodnoty b^* 36,12 na 48,09. Během pečení dochází především na povrchu k Maillardově reakci, při které vznikají sloučeniny žluté, oranžové a hnědé barvy.

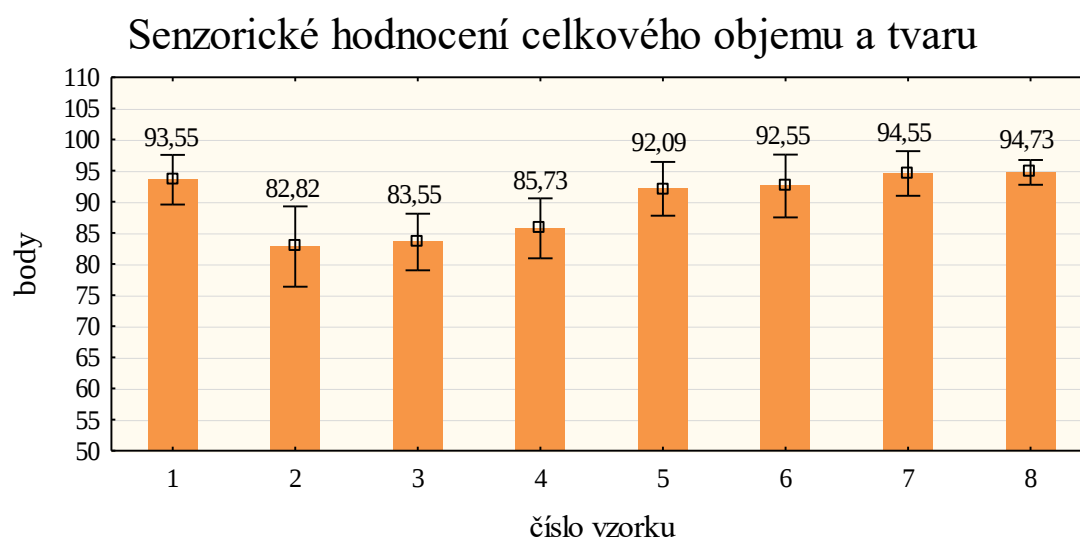
5.4 Senzorické hodnocení baget

V této studii byl přídavek netradičních druhů mouk v množství 5,5 %, a proto nebyla negativně ovlivněna senzorická jakost upečeného pečiva. Výsledky z Kruskal-Wallisova testu pro jednotlivé deskriptory jsou uvedeny v příloze 16.

K obdobnému výsledku došli také Rai et al. (2012), kteří uvádí, že optimální přídavek kukuřičné nebo rýžové mouky by měl být maximálně 25 %. Pokud pečivo obsahuje vyšší přídavek jiných druhů mouk je negativně ovlivněna jeho senzorická přijatelnost.

5.4.1 Hodnocení celkového objemu a tvaru

Obrázek 11 znázorňuje průměrné hodnoty senzorického hodnocení pro deskriptor celkového objemu a tvaru baget.



Obrázek 11 Grafické znázornění senzorického hodnocení celkového objemu a tvaru;

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

Nejlepší hodnocení měl vzorek 8 (94,73 bodů) bageta s přídavkem mouky ze slzovky. Nejhorší byl vzorek 2 (82,82 bodů) bageta s přídavkem jemné krupice ze žlutého čiroku. Výsledky senzorického hodnocení tvaru a objemu baget korelují s výsledky získanými měřeními na přístroji Volscan Profiler 600. Hodnotitelé dali nejméně bodů bagetám s přídavkem jemné krupice ze žlutého čiroku (vzorek 2),

s přidavkem mouky z bílého čiroku (vzorek 3) a bagetě s přidavkem jemné krupice z kukuřice (vzorek 4). Tyto vzorky měly nejmenší objem i v případě aparativního měření.

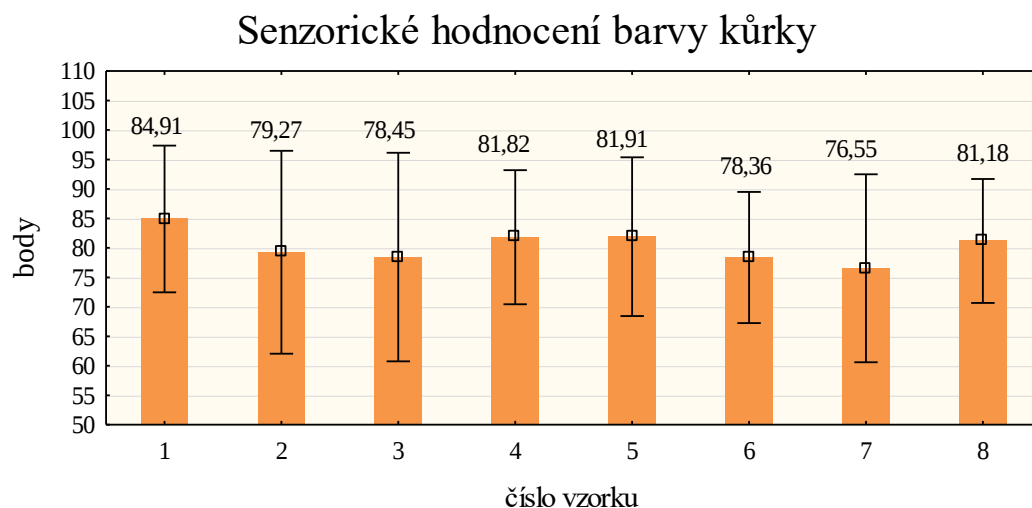
Z výsledků Kruskal-Wallisova testu a vícenásobného porovnání vyplývá, že mezi vzorky existoval statisticky významný rozdíl. Statisticky významně se od vzorku 1 lišily vzorky 2 a 3, od vzorku 2 se lišil vzorek 1, 5, 6, 7 a 8. Vzorek 3 byl odlišný od vzorku 1, 6, 7 a 8. Vzorek 4 se významně lišil od vzorku 7 a 8. Další statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny červeně v příloze 15.

5.4.2 Hodnocení deskriptorů kůrky

Hodnocení barvy kůrky

Na obrázku 12 jsou uvedeny průměrné hodnoty získané při hodnocení barvy kůrky. Nejlepší výsledek (84,91 bodů) měl vzorek 1 (kontrola), nejhůře hodnocena (76,55) byla barva kůrky u vzorku 7 (bageta s přidavkem mouky z červené rýže). Hodnotitelé obecně hodnotili barvu kůrky jako zlatavou a mírně vypečenou.

Kruskal-Wallisův test určil, že mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl. Barva kůrky jednotlivých baget hodnocena senzorickým dotazníkem se statisticky významně neliší.

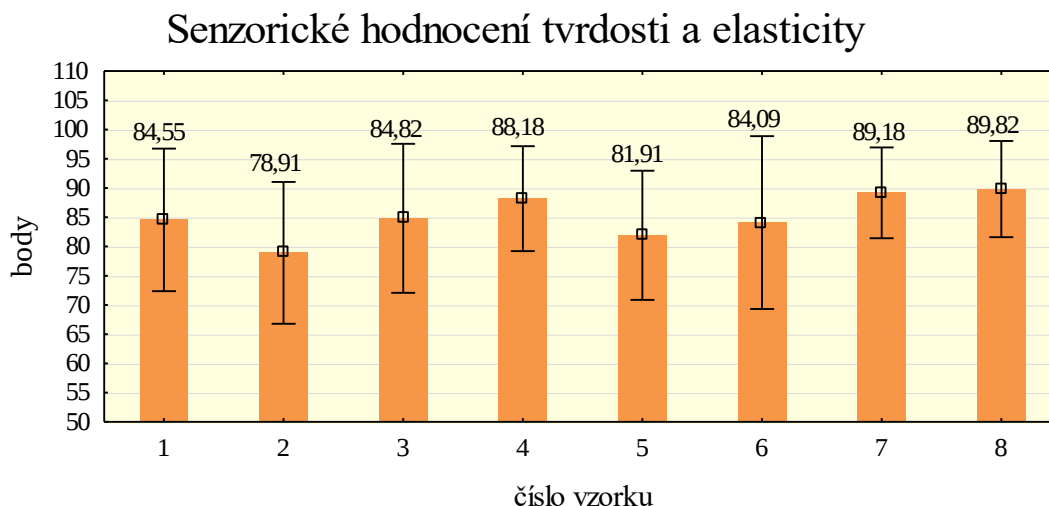


Obrázek 12 Grafické znázornění senzorického hodnocení barvy kůrky baget;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Hodnocení tvrdosti a elasticity

Průměrné hodnoty tvrdosti a elasticity baget jsou znázorněny na obrázku 13. Nejvyšší hodnotu (89,82) měl vzorek 8 (bageta s přídavkem mouky ze slzovky), nejnižší hodnotu (78,91) měl vzorek 2 (bageta s přídavkem žluté širokové krupice). Bagety byly hodnoceny spíše jako měkké a příjemně elasticke. Kruskal-Wallisův test neprokázal existenci statisticky významného rozdílu mezi vzorky.



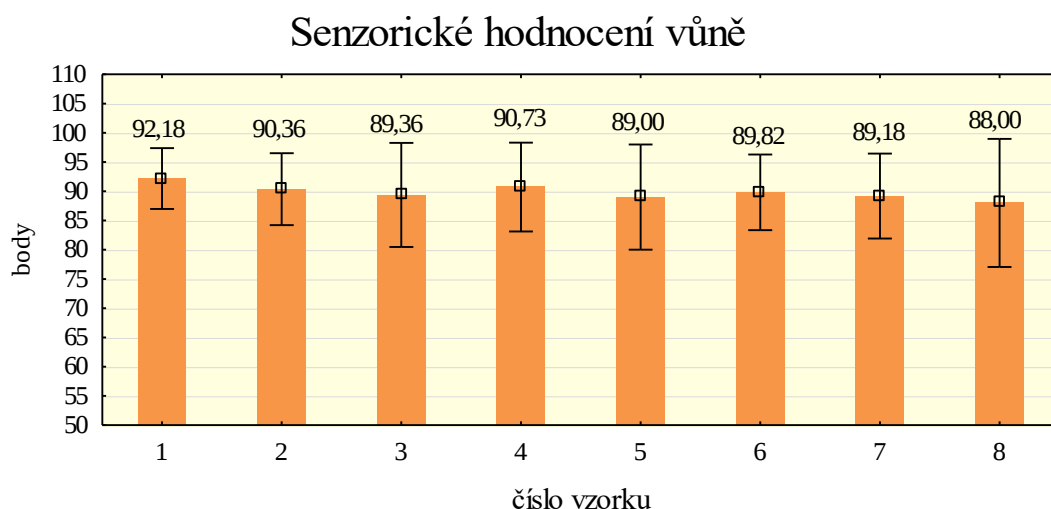
Obrázek 13 Grafické znázornění senzorického hodnocení tvrdosti baget;

1 – kontrola; 2 – přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přídavek mouky z bílého čiroku, 4 – přídavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přídavek mouky z černé rýže, 7 – přídavek mouky z červené rýže, 8 – přídavek mouky ze slzovky

5.4.3 Hodnocení deskriptorů střídy

Hodnocení vůně

Hodnocení vůně je zobrazeno na obrázku 14. Na základě Kruskal-Wallisova testu můžeme říct, že mezi vzorky nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Vůně byla nejlépe hodnocena u vzorku 1 (kontrola) a to 92,18 body. Nejméně, a to 88 bodů měla bageta s přídavkem slzovkové mouky (vzorek 8). Obecně byla vůně baget hodnocena jako výrazná a po použitých surovinách.

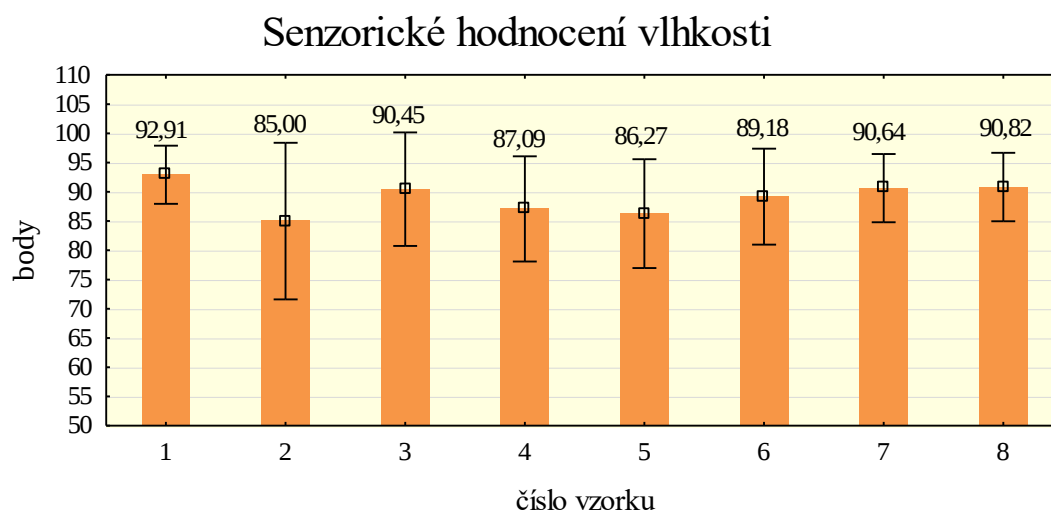


Obrázek 14 Grafické znázornění senzorického hodnocení vůně baget;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Hodnocení vlhkosti

Vlhkost (obsah vody) byla nejlépe hodnocena u vzorku 1 (kontrola) a nejhůře u vzorku 2 (bageta s přidavkem žluté čirokové krupice). Na obrázku 15 jsou znázorněny průměrné hodnoty senzorického hodnocení vlhkosti. Kruskal-Wallisův test neprokázal statisticky významný rozdíl mezi vlhkostí vzorků.

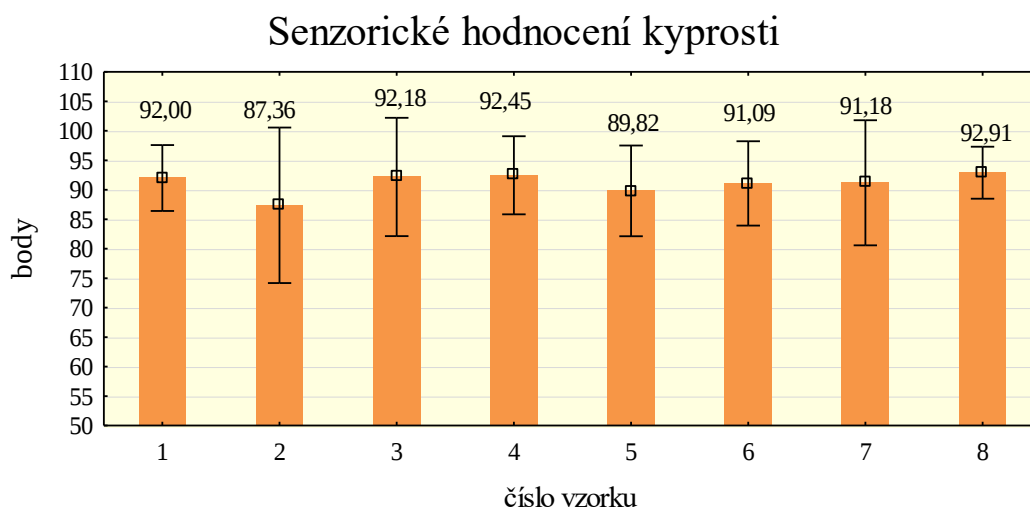


Obrázek 15 Grafické znázornění senzorického hodnocení vlhkosti baget;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Hodnocení kyprosti

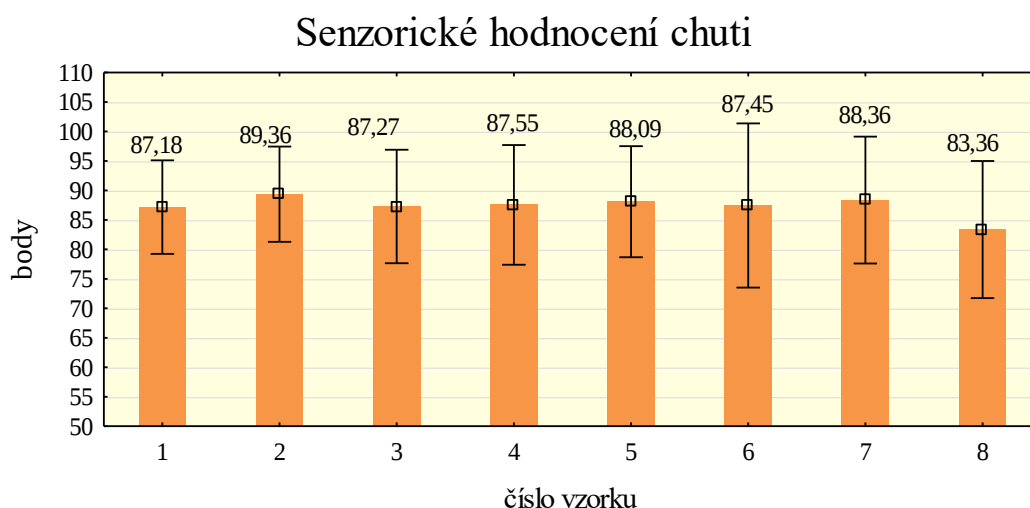
Kyprost byla nejlépe hodnocena (92,91 bodů) u vzorku 8 (bageta s přidavkem slzovkové mouky) a nejhůře (87,36 bodů) u vzorku 2 (bageta s přidavkem čirokové krupice). Průměrné hodnoty hodnocení jsou zaznamenány na obrázku 16. Mezi vzorky nebyl na základě Kruskal-Wallisova testu prokázán statisticky významný rozdíl.



Obrázek 16 Grafické znázornění senzorického hodnocení kyprosti baget;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Hodnocení chuti



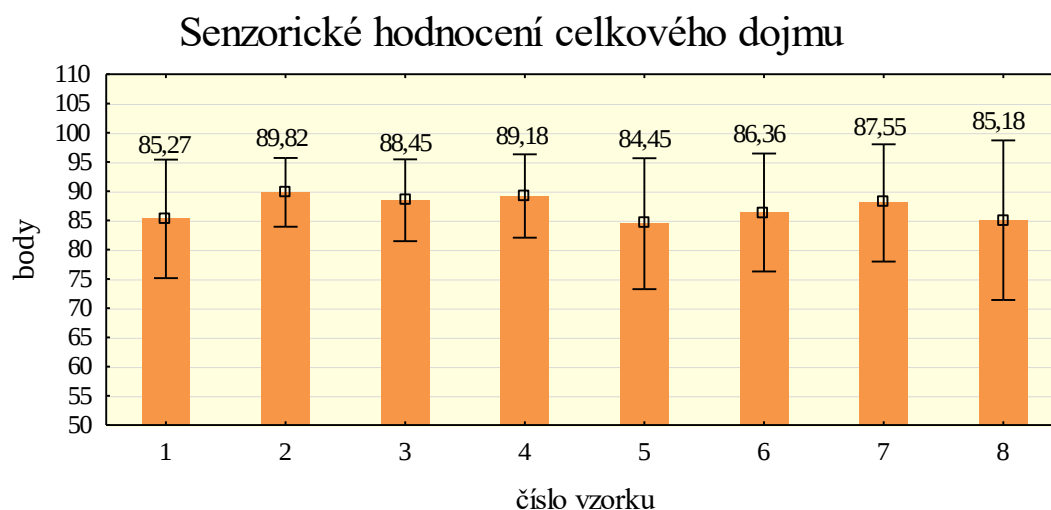
Obrázek 17 Grafické znázornění senzorického hodnocení chuti baget;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Na obrázku 17 je znázorněno grafické hodnocení chuti jednotlivých baget. Nejvíce hodnotitelům chutnal vzorek 2, což byla bageta s přidavkem žluté čirokové krupice, naopak nejméně hodnotitelům chutnala bageta s přidavkem slzovkové mouky vzorek 8. Kruskal-Wallisův test neprokázal existenci statisticky významného rozdílu mezi chutí baget. Chuť baget byla hodnocena jako velmi dobrá a charakteristická.

5.4.4 Hodnocení celkového dojmu

Na obrázku 18 jsou znázorněny průměrné hodnoty hodnocení sensorické přijatelnosti baget.



Obrázek 18 Grafické znázornění sensorického hodnocení celkového dojmu;

1 – kontrola; 2 – přidavek jemné krupice ze žlutého čiroku, 3 – přidavek mouky z bílého čiroku, 4 – přidavek jemné krupice z kukuřice, 5 – přidavek celozrnné mouky z hnědé rýže, 6 – přidavek mouky z černé rýže, 7 – přidavek mouky z červené rýže, 8 – přidavek mouky ze slzovky

Nejlépe byl v tomto případě hodnocen vzorek 2 (bageta s přidavkem žluté čirokové mouky) a nejhůře byl hodnocen vzorek 5 (bageta s přidavkem celozrnné mouky z hnědé rýže). Kruskal-Wallisův test opět neprokázal statisticky významný rozdíl v hodnocení celkového dojmu z baget.

6 ZÁVĚR

Diplomová práce na téma: Využití netradičních druhů obilovin pro výrobu běžného pečiva; zkoumala vliv přídavku mouk z různých druhů pro pekařský průmysl netradičních obilovin do baget. Bylo upečeno osm druhů různých baget. Vzorek 1 obsahoval pouze pšeničnou mouku a sloužil jako kontrola. Ostatní vzorky obsahovaly 5,5 % jiných druhů mouk. Vzorek 2 obsahoval přídavek jemné krupice ze žlutého čiroku, vzorek 3 přídavek mouky z bílého čiroku, vzorek 4 přídavek jemné krupice z kukuřice, vzorek 5 přídavek celozrnné mouky z hnědé rýže, vzorek 6 přídavek mouky z černé rýže, vzorek 7 přídavek mouky z červené rýže a vzorek 8 přídavek mouky ze slzovky. Poté u všech druhů baget proběhlo měření hmotnosti, objemu, barvy, pevnosti a senzorické hodnocení. Naměřená data byla graficky a statisticky zpracována.

Hmotnost jednotlivých baget se pohybovala v rozmezí 133–144 g. Měrný objem kontroly byl $4,92 \text{ ml} \cdot \text{g}^{-1}$. Přídavek bezlepkových mouk způsobil u bagety s přídavkem jemné krupice ze žlutého čiroku, u bagety s přídavkem mouky z bílého čiroku a u bagety s přídavkem kukuřičné mouky statisticky významný pokles měrného objemu. Přídavek čirokové krupice žluté, čirokové mouky bílé a kukuřičné krupice jemné měl negativní vliv na měrný objem baget. U vzorků s přídavkem celozrnné hnědé rýžové mouky, rýžové mouky černé a rýžové mouky červené došlo k mírnému nárůstu objemu, který však nebyl statisticky významný. Propek se u baget pohyboval v rozmezí 12,98–14,58 % a nejvyšší byl u vzorků, které obsahovaly přídavek celozrnné hnědé rýžové mouky, rýžové mouky černé a rýžové mouky červené. Tyto vzorky také měly nejvyšší měrný objem a obsahovaly recepturně nejvíce vody.

Pevnost baget byla zkoumána ze dvou různých pohledů. Pevnost baget nebalených během prvního a druhého dne skladování a pevnost baget balených do spotřebitelských obalů během prvního a druhého dne skladování. První den se pevnost pohybovala v rozmezí 2,05–3,35 N u nebalených a 2,07–2,87 N u balených. V případě druhého dne vzrostla pevnost u nebalených baget na 3,05–5,74 N. Pevnost vzrostla z důvodu vysychání pečiva. V případě balených baget došlo k poklesu pevnosti na 1,59–2,12 N.

Barva baget byla statisticky významně ovlivněna přídavkem jiných druhů mouk. Nejvíce se lišila bageta s přídavkem černé rýžové mouky, a to jak v barvě kůrky, tak i v barvě střídy.

Senzorické hodnocení baget zahrnovalo hodnocení celkového objemu a tvaru, barvy kůrky a její tvrdosti a elasticity, dále pak hodnocení vůně, vlhkosti, kyprosti a chuti střídy a jako poslední zhodnocení celkové senzorické přijatelnosti. Objem a tvar byl nejlépe hodnocen u bagety s přídavkem slzovkové mouky. Nejhůře byly hodnoceny vzorky s přídavkem jemné čirokové krupice žluté, čirokové mouky bílé a kukuřičné krupice jemné. Tento výsledek koreloval s aparativním hodnocením měrného objemu. Deskriptor barva kůrky byl nejlépe hodnocen u kontroly. Tvrdost a elasticita byla nejlépe hodnocena u bagety s přídavkem mouky ze slzovky. Vůně a vlhkost byly nejlépe hodnoceny u kontroly. Nejlepší byla bageta s přídavkem mouky ze slzovky. Hodnotitelům nejvíce chutnala bageta s přídavkem žluté čirokové krupice. Nejlepší celkový dojem zanechala také bageta s přídavkem žluté čirokové krupice. Celkově bylo senzorické hodnocení všech druhů baget velmi vyrovnané.

Z výsledků v této práci vyplývá, že všechny použité suroviny mohou být využívány jako náhrada části pšeničné mouky při výrobě běžného pečiva, protože v kombinaci se zlepšujícím přípravkem nemají zásadní vliv na měrný objem pečiva ani nijak závažně neovlivňují jeho stárnutí. Vzhledem k obsahu některých nutričně prospěšných látek zvyšují nutriční hodnotu pečiva. Negativně neovlivňují chuť ani vůni vyrobeného pečiva a dodávají mu zajímavou barvu. Z nutričního hlediska by bylo nejvhodnější použití slzovkové mouky, která má nejvyšší obsah bílkovin a tuků a obsahuje mnoho dalších zdravích prospěšných látek. Avšak vzhledem k její pořizovací ceně (asi 300 Kč za 1 kg slzovkové mouky) by i pečivo s jejím přídavkem bylo velmi drahé.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARENDT E. K. a ZANNINI E., 2013: *Cereal grains for the food and beverage industries*. [online]. Oxford: Woodhead Pub. [cit. 2017-02-22] ISBN 978-0-85709-892-4. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857094131500036>

BLÁHA L. a ŠREK F., 1999: *Suroviny pro učební obor Cukrář, Cukrářka*. Vyd. 3., aktualiz. Praha: Informatorium. ISBN 80-86073-44-0.

BUREŠOVÁ I. a LORENCOVÁ E., 2013: *Výroba potravin rostlinného původu: zpracování obilovin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-278-7.

DELCOUR J. A. a HOSENEY R. C., 2010: *Principles of cereal science and technology*. 3rd ed. St. Paul, Minn.: AACC International. ISBN 978-1-891127-63-2.

DHARMANANDA S., 2007: *COIX: FOOD AND MEDICINE*. [online]. Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon [cit. 2017-02-22] Dostupné z: <http://www.itmonline.org/articles/coix/coix.htm>

FINNIE S. a ATWELL W. A., 2016: *Wheat Flour* [online]. Elsevier, s. 49 [cit. 2017-02-13]. DOI: 10.1016/B978-1-891127-90-8.50004-8. ISBN 9781891127908. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781891127908500048>

GABROVSKÁ D., HÁLOVÁ I., CHRPOVÁ D., OUHRABKOVÁ J., SLUKOVÁ M., VAVREINOVÁ S., FAMĚRA O., KOHOUT, P., PÁNEK J. a SKŘIVAN P., 2015: *Obiloviny v lidské výživě: stručné shrnutí poznatků se zvýšeným zaměřením na problematiku lepku*. 1. vydání. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-87250-28-0.

GRAYBOSCH R. A., LIU R. H., MADL R. L., SHI Y. CH., WANG D. a WU X., 2009: New uses for wheat and modified wheat products IN: CARVER, B. F.: *Wheat: science and trade*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell. World agriculture series. ISBN 0813820243.

GRULICH V., 2013a: *COIX LACRYMA-JOBI L. – slzovka obecná* [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/coix-lacryma-jobi/>

GRULICH V., 2013b: *SORGHUM BICOLOR (L.) Moench – čirok obecný* [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/sorghum-bicolor/>

HARRINGAN G. a VENKATESH T. V., 2012: Opportunities and constraints in modifying the composition of maize grain. In: JIMÉNEZ-LÓPEZ J. C.: *Maize: cultivation, uses and health benefits*. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers, 1–14. ISBN 9781620815144.

HEINIÖ R.L., NOORT M.W.J., KATINA K., ALAM S. A., SOZER N., KOCK H. L., HERSLETH M. a POUTANEN K., 2016: Sensory characteristics of wholegrain and bran-rich cereal foods – A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 47, 25-38 [cit. 2017-04-09]. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.11.002. ISSN 09242244. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224415002575>

HERA E., MARTINEZ M. a GÓMEZ M., 2013: Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 54(1), 199-206 [cit. 2017-04-02]. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.04.019. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643813001485>

HERMUTH J., JANOVSÁ D., STRAŠIL Z., UŠŤAK S. a HÝSEK J., 2012: *Čirok obecný - Sorghum bicolor (L.) MOENCH: možnosti využití v podmínkách České republiky : metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7427-093-2.

HOLUBOVÁ K., 2002: Obiloviny. In: VALÍČEK P.: *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0939-6.

HOSKOVEC L., 2008: *ZEA MAYS L. – kukuřice setá / kukurica siata*. [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/zea-mays/>

HRABĚ J., BUŇKA F. a HOZA I., 2007: *Technologie výroby potravin rostlinného původu: pro kombinované studium*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 189 s. ISBN 9788073185206.

HRUŠKOVÁ M., BUREŠOVÁ I., CAPOUCHOVÁ I., FAMĚRA O., HANIŠOVÁ A., HORÁKOVÁ V., HORČIČKA J., HŘIVNA L., NOVOTNÝ F., PETR J. a PRUGAR J., 2008: Pšenice, In: PRUGAR J., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, s 75–96. ISBN 978-80-86576-28-2.

CHLOUPEK O., 2008: Kvalita produkce pšenice. In: HOSNEDL V. (ed.): *Pšenice – od genomu po rohlík: aktuální poznatky doktorandů získané ve výzkumných laboratořích a na pokusných pozemcích*. Vyd. 1. České Budějovice: Kurent. s 134–136. ISBN 978-80-87111-12-3.

INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL, 2017, Grain Market Report, [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://www.igc.int/downloads/gmrsummary/gmrsumme.pdf>

JANSEN P.C.M., 2006: Coix lacryma-jobi L. In: Brink M. A Belay G. (Ed.): *PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale)* [online]. Wageningen, Netherlands. [cit. 2017-03-02] Dostupné z: [http://uses.plantnet-project.org/en/Coix_lacryma-jobi_\(PROTA\)](http://uses.plantnet-project.org/en/Coix_lacryma-jobi_(PROTA))

KUČEROVÁ J., 2004: *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-811-8.

KUO C.-C., CHEN H.-H., CHIANG W., 2012: Adlay (薏苡 yì yǐ; “soft-shelled job’s tears”; the seeds of Coix lachryma-jobi L. var. ma-yuen Stapf) is a Potential Cancer Chemopreventive Agent toward Multistage Carcinogenesis Processes. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. [online]. 2(4), 267-275. [cit. 2017-03-02] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3942904/>

LEEWATCHARARONGJAROEN J. a ANUNTAGOOL J., 2016: Effects of Dry-Milling and Wet-Milling on Chemical, Physical and Gelatinization Properties of Rice Flour. *Rice Science* [online]. 23(5), 274-281 [cit. 2017-02-13]. DOI: 10.1016/j.rsci.2016.08.005. ISSN 16726308. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S167263081630035X>

MANOSROI A., SAINAKHAM M., CHANKHAMPAN C., MANOSROI W. a MANOSROI J., 2016: In vitro anti-cancer activities of Job's tears (*Coix lachryma-jobi* Linn.) extracts on human colon adenocarcinoma. *Saudi Journal of Biological Sciences* [online]. 23(2), 248-256 [cit. 2017-02-01]. DOI: 10.1016/j.sjbs.2015.03.008. ISSN 1319562x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1319562X15000662>

MAU J.-L., LEE Ch.-Ch., CHEN Y.-P. a LIN S.-D., 2017: Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake prepared with black rice as replacement for wheat flour, *LWT- Food Science and Technology* [online]. [cit. 2017-03-01]. doi: 10.1016/j.lwt.2016.09.019. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816305813>

MIR S. A., SHAH M. A., NAIK H. R. a ZARGAR I. A., 2016: Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 51, 49-57 [cit. 2017-04-09]. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.03.005. ISSN 09242244. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224416300206>

MUDGIL D., BARAK S. a KHATKAR B. S., 2016: Optimization of bread firmness, specific loaf volume and sensory acceptability of bread with soluble fiber and different water levels. *Journal of Cereal Science* [online]. 70, 186-191 [cit. 2017-04-02]. DOI: 10.1016/j.jcs.2016.06.009. ISSN 07335210. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521016301114>

NEDĚLNÍK J., 2008: Kukuřice. In: PRUGAR J.,: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČZV, s 142–146. ISBN 978-80-86576-28-2.

ODJO S., MALUMBA P., DOSSOU J., JANAS S. a BÉRA F., 2012: Influence of drying and hydrothermal treatment of corn on the denaturation of salt-soluble proteins and color parameters. *Journal of Food Engineering* [online]. 109(3), 561-570 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng. 2011.10.023. ISSN 02608774. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877411005735>

PETR J., CAPOUCHOVÁ I. a KALINOVÁ J., 2008: Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství. In: PRUGAR J.: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, s 147–162. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA J., 2012: Pekárenská technologie. In: KADLEC P., MELZUCH K. a VOLDŘICH M.: *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, s. 476–489. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.

PŘÍHODA J., NOVOTNÁ D. a HUMPOLÍKOVÁ P., 2003: *Základy pekárenské technologie*. Vyd. 1. Praha: Pekař a cukrář. Knihnice Pekaře a cukráře. ISBN 80-902922-1-6.

PŘÍHODA J., SLUKOVÁ M. a DŘÍZAL J., 2013: Chléb a pečivo. Praha: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny. Jak poznáme kvalitu? [online]. ISBN 9788087719114. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/publikace/WEB_SCS_Chleba.pdf

PURLIS E. a SALVADORI V. O., 2009: Bread baking as a moving boundary problem. Part 1: Mathematical modelling. *Journal of Food Engineering* [online]. 91(3), 428-433 [cit. 2017-03-01]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.09.037. ISSN 02608774. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877408004780>

RAI S., KAUR A., SINGH B. a MINHAS K. S., 2012: Quality characteristics of bread produced from wheat, rice and maize flours. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 49(6), 786-789 [cit. 2017-03-01]. DOI: 10.1007/s13197-011-0548-0. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s13197-011-0548-0>

RENZETTI S. a ARENDT E. K., 2009: Effect of protease treatment on the baking quality of brown rice bread: From textural and rheological properties to biochemistry and microstructure. *Journal of Cereal Science* [online]. 50(1), 22-28 [cit. 2017-04-02]. DOI: 10.1016/j.jcs.2009.02.002. ISSN 07335210. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521009000332>

ROBLES-RAMÍREZ M. C., FLORES-MORALES A. a MORA-ESCOBEDO R., 2012: Corn tortillas: physicochemical, structural and functional changes. In: JIMÉNEZ-LÓPEZ J. C.: *Maize: cultivation, uses and health benefits*. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers, s 89–111. ISBN 9781620815144.

ROSELL C. M., ROJAS J. A. a BENEDITO DE BARBER C., 2001: Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids* [online]. 15(1), 75-81 [cit. 2017-03-01]. DOI: 10.1016/S0268-005X(00)00054-0. ISSN 0268005x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X00000540>

SERNA SALDÍVAR S. O., 2010: *Cereal grains: properties, processing, and nutritional attributes*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis. Food preservation technology series. ISBN 978-1-4398-1560-1.

SKOUPIL J., 1994: *Suroviny na výrobu pečiva*. Pardubice: Kora, 1994. ISBN 80-85644-07-X.

SKOUPIL J. a PELIKÁN M., 1998: *Cukrářská výroba 3*. Praha: Podnikatel. svaz pekařů a cukrářů v ČR.

SKÝPALOVÁ J., 2010: *Stanovení vybraných chemických parametrů rýže v průběhu skladování a její stravitelnost*. [online]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Diplomová práce. [cit. 2017-03-02] Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/12881/sk%C3%BDpalov%C3%A1_2010_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SUI X., YAP P. Y. a ZHOU W., 2015: Anthocyanins During Baking: Their Degradation Kinetics and Impacts on Color and Antioxidant Capacity of Bread. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 8(5), 983-994 [cit. 2017-04-05]. DOI: 10.1007/s11947-014-1464-x. ISSN 1935-5130. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11947-014-1464-x>

SUMCZYNSKI D., KOTÁSKOVÁ E., DRUŽBÍKOVÁ H. a MLČEK J., 2016: Determination of contents and antioxidant activity of free and bound phenolics compounds and in vitro digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Food Chemistry* [online]. 211, 339-346 [cit. 2017-04-02]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.05.081. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616307610>

SUMCZYNSKI D. a BUBELOVÁ Z., 2014: Determination of Nutritional Characteristics, Fibre and Digestibility of Colour Rice Types. *Chemické listy* [online]. 109, s 147–150 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2015_02_147-150.pdf

SVOBODOVÁ, Věra, 2011: *ORYZA SATIVA L. – rýže setá / ryža siata*. [online] [cit. 2017-02-22] Dostupné z: <http://botany.cz/cs/oryza-sativa/>

ŠPALDON E., ŠIMON J. a RYBÁČEK V., 1965: *Rastlinná výroba*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, Veda na pomoc poľnohospodárskej veľkovýrobe. Vysokoškolské učebnice.

TAUFEROVÁ A., 2014: *Rostlinná produkce*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, ISBN 978-80-7305-716-9.

TAYLOR J. R. N., SCHOBERT T. J. a BEAN S. R., 2006: Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science* [online]. 44(3), 252–271 [cit. 2017-02-01]. DOI: 10.1016/j.jcs.2006.06.009. ISSN 07335210. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521006000828>

TIETZE S., JEKLE M. a BECKER T., 2017: Development of wheat dough by means of shearing. *Journal of Food Engineering* [online]. 201, 1-8 [cit. 2017-03-01]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.01.001. ISSN 02608774. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877417300018>

USDA, 1989a: *Statistics Report: 20481, Wheat flour, white, all-purpose, unenriched*. [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6622?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Stats&new=&measureby=&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=&ing>

USDA, 1989b: *Statistics Report: 20061, Rice flour, white, unenriched*. [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6525?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Stats&new=&measureby=&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>

USDA, 1989c: *Statistics Report: 20014, Corn grain, yellow*. [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6485?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Stats&new=&measureby=&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>

USDA, 1996: *Statistics Report: 20018, Corn flour, yellow, degermed, unenriched*. [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6489?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Stats&new=&measureby=&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>

USDA, 2010: *Statistics Report: 20080, Wheat flour, whole-grain*. [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6543?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Stats&new=&measureby=&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>

USDA. 2014: *Statistics Report: 20650, Sorghum flour, refined, unenriched*. [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6645?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Stats&new=&measureby=&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>

ÚKZUZ, 2015: *Kukuřice 2015*. [online] ISBN 978-80-7401-116-0. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/434775/PO_Kukurice_2015.pdf.

ÚKZUZ, 2016: *Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2016*, Věstník ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského [online] [cit. 2017-02-22] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/408615/_32016.pdf.

VELÍŠEK J. a HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-17-6.

VYHLÁŠKA MZe č. 333/1997 Sb. v aktuálním znění, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 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 [online]; [cit. 2017-1-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-333#oddil1>

ZIMOLKA J., 2005: *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press. ISBN 80-86726-09-6.

ZMEŠKAL O., ČEPPAN M. a DZIK P., 2002: Barevné prostory a správa barev. *Barevné prostory a správa barev (10/2002)* [online]. Brno: Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: http://www.fch.vut.cz/lectures/imagesci/download/stud06_rozn02.pdf

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Použité druhy mouk	32
Obrázek 2	Barevný prostor CIELAB.....	36
Obrázek 3	Grafické znázornění průměrného měrného objemu baget.....	39
Obrázek 4	Grafické znázornění pevnosti jednotlivých druhů nebalených baget	41
Obrázek 5	Grafické znázornění pevnosti jednotlivých druhů balených baget	42
Obrázek 6	Grafické znázornění rozdílu barev mouky ΔE^*_{ab}	44
Obrázek 7	Fotografie upečených baget, porovnání barvy kůrky	45
Obrázek 8	Grafické znázornění rozdílu barvy kůrky baget ΔE^*_{ab} ;	46
Obrázek 9	Fotografie střídy jednotlivých druhů baget	47
Obrázek 10	Grafické znázornění rozdílu barvy kůrky baget ΔE^*_{ab} ;	47
Obrázek 11	Grafické znázornění sensorického hodnocení celkového objemu a tvaru.....	49
Obrázek 12	Grafické znázornění sensorického hodnocení barvy kůrky baget	50
Obrázek 13	Grafické znázornění sensorického hodnocení tvrdosti baget	51
Obrázek 14	Grafické znázornění sensorického hodnocení vůně baget.....	52
Obrázek 15	Grafické znázornění sensorického hodnocení vlhkosti baget.....	52
Obrázek 16	Grafické znázornění sensorického hodnocení kypřivosti baget	53
Obrázek 17	Grafické znázornění sensorického hodnocení chuti baget	53
Obrázek 18	Grafické znázornění sensorického hodnocení celkového dojmu	54

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Zastoupení jednotlivých makronutrientů v pšeničné mouce [%]	20
Tabulka 2	Zastoupení jednotlivých makronutrientů v čiroku a čirokové mouce [%]	24
Tabulka 3	Zastoupení jednotlivých makronutrientů v rýži a rýžové mouce [%]	26
Tabulka 4	Zastoupení jednotlivých makronutrientů v rýži a rýžové mouce [%]	29
Tabulka 5	Nutriční hodnoty na 100 g vybraných surovin podle specifikací od dodavatele	32
Tabulka 6	Konečná receptura baget	34
Tabulka 7	Stupnice rozdílu barev ΔE^*_{ab}	36
Tabulka 8	Vícenásobné porovnání p hodnot pro měrný objem baget [$\text{ml} \cdot \text{g}^{-1}$]	40
Tabulka 9	Hmotnost všech baget a jejich propek	41
Tabulka 10	Průměrné hodnoty barvy mouky	43
Tabulka 11	Průměrné hodnoty barvy kůrky baget	45
Tabulka 12	Průměrné hodnoty barvy střidy baget	46

10 PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Slzovka obecná – rostlina a semena
- Příloha 2 Mísící díže spirálového hnětače Diosna (IREKS ENZYMA)
- Příloha 3 Těsto stočeno do presu (IREKS ENZYMA)
- Příloha 4 3D obraz bagety získaný na přístroji Volscan Profiler 600
- Příloha 5 Senzorický dotazník pro hodnocení baget
- Příloha 6 Průměrná hmotnost jednotlivých baget (g)
- Příloha 7 Výsledky statistického zpracování dat – měrný objem a hmotnost baget
- Příloha 8 Průměrný měrný objem jednotlivých baget [ml·g⁻¹]
- Příloha 9 Průměrná pevnost nebalených baget první a druhý den skladování
- Příloha 10 Průměrná pevnost balených baget první a druhý den skladování
- Příloha 11 Výsledky statistického zpracování dat – pevnost baleného a nebaleného pečiva v průběhu skladování, test normality, t-test, ANOVA, Kruskal-Wallisův test
- Příloha 12 Výsledky statistického zpracování dat – Kruskal-Wallisův test
- Příloha 13 Výsledky statistického zpracování dat – Kruskal-Wallisův test, barva kůrky
- Příloha 14 Výsledky statistického zpracování dat – Kruskal-Wallisův test, barva střídy
- Příloha 15 Vícenásobné porovnání p hodnot pro senzorické hodnocení celkového objemu a tvaru baget
- Příloha 16 Výsledky Kruskal-Wallisova testu u deskriptorů senzorického hodnocení baget



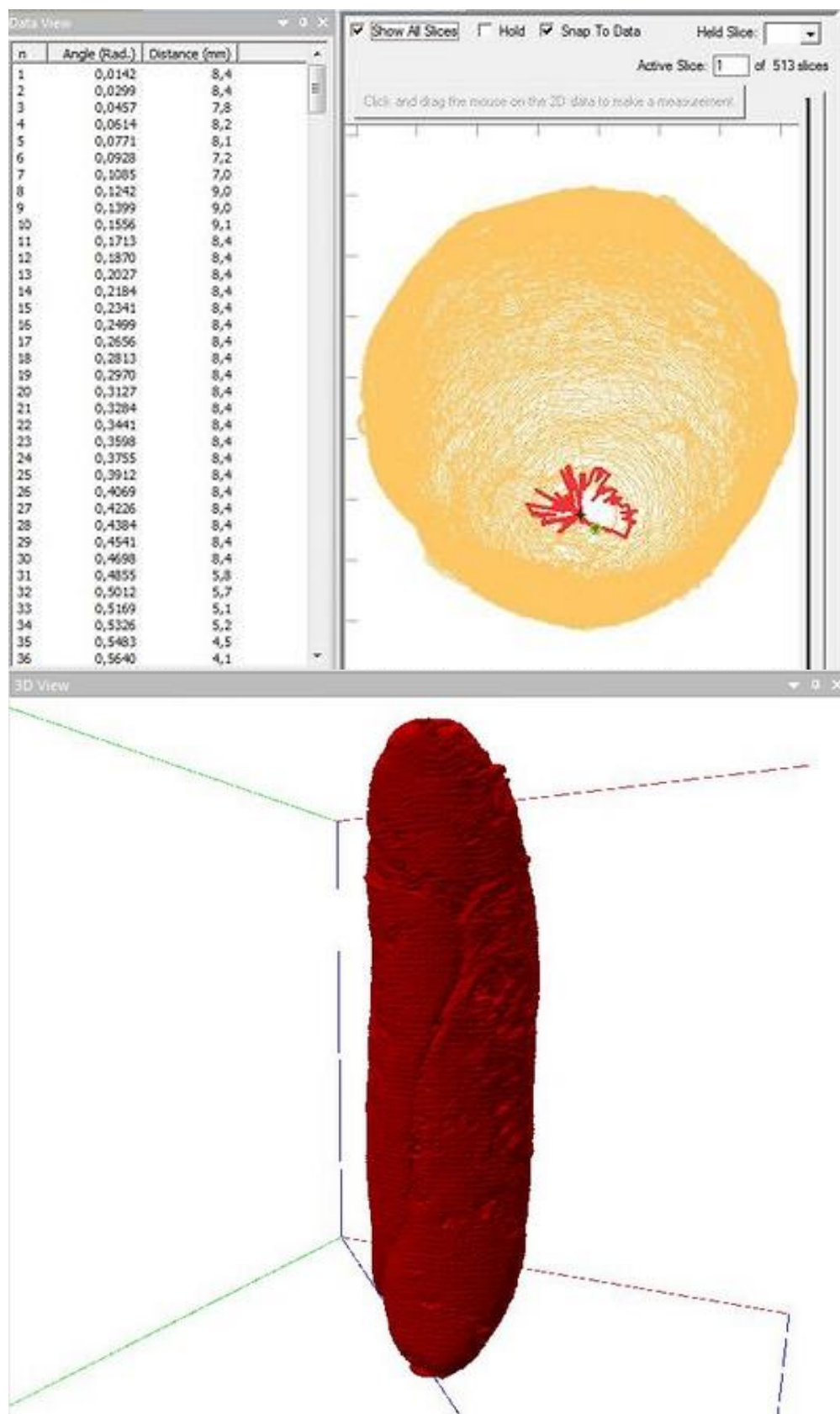
Příloha 1 Slzovka obecná – rostlina a semena Zdroj: <https://www.mdidea.com/products/new/r062/CoixLacrymajobi08.jpg>



Příloha 2 Mísící díže spirálového hnětače Diosna (IREKS ENZYMA)



Příloha 3 Těsto stočeno do presu (IREKS ENZYMA)



Příloha 4 3D obraz bagety získaný na přístroji Volscan Profiler 600

Senzorické hodnocení baget

CELKOVÝ OBJEM A TVAR BAGETY

Vzorek 1	I-----I-----I
Vzorek 2	I-----I-----I
Vzorek 3	I-----I-----I
Vzorek 4	I-----I-----I
Vzorek 5	I-----I-----I
Vzorek 6	I-----I-----I
Vzorek 7	I-----I-----I
Vzorek 8	I-----I-----I

velký, pravidelný, klenutý
(správně vykynutý)
 střední, méně pravidelný,
nepřiměřeně vysoký
 malý, nízký,
neklenutý, propadlý

KŮRKA

Barva:

Vzorek 1	I-----I-----I
Vzorek 2	I-----I-----I
Vzorek 3	I-----I-----I
Vzorek 4	I-----I-----I
Vzorek 5	I-----I-----I
Vzorek 6	I-----I-----I
Vzorek 7	I-----I-----I
Vzorek 8	I-----I-----I

světle hnědá, zlatavá,
mírně vypeklá
 středně hnědá,
dostatečně vypeklá
 tmavě hnědá,
vypeklá

Tvrdost a elasticita:

Vzorek 1	I-----I-----I
Vzorek 2	I-----I-----I
Vzorek 3	I-----I-----I
Vzorek 4	I-----I-----I
Vzorek 5	I-----I-----I
Vzorek 6	I-----I-----I
Vzorek 7	I-----I-----I
Vzorek 8	I-----I-----I

měkká, příjemná,
elastická
 středně tvrdá, tužší
méně elastická
 tvrdá, tuhá

STŘÍDA

Vůně:

Vzorek 1	I-----I-----I
Vzorek 2	I-----I-----I
Vzorek 3	I-----I-----I
Vzorek 4	I-----I-----I
Vzorek 5	I-----I-----I
Vzorek 6	I-----I-----I
Vzorek 7	I-----I-----I
Vzorek 8	I-----I-----I

výrazná, po surovinách

málo výrazná, neúplná

Vlhkost:

Vzorek 1	I-----I-----I
Vzorek 2	I-----I-----I
Vzorek 3	I-----I-----I
Vzorek 4	I-----I-----I
Vzorek 5	I-----I-----I
Vzorek 6	I-----I-----I
Vzorek 7	I-----I-----I
Vzorek 8	I-----I-----I

stejněměrná, příjemná,
vlhká

vlhký střed

nerovnoměrná,
málo vlhká až suchá

Kyprost, pružnost:

Vzorek 1	I-----I-----I
Vzorek 2	I-----I-----I
Vzorek 3	I-----I-----I
Vzorek 4	I-----I-----I
Vzorek 5	I-----I-----I
Vzorek 6	I-----I-----I
Vzorek 7	I-----I-----I
Vzorek 8	I-----I-----I

kyprá, pružná

méně kyprá, méně pružná

drobivá, rozpadavá,
málo pružná

Chuť:

Vzorek 1	I-----I-----I
Vzorek 2	I-----I-----I
Vzorek 3	I-----I-----I
Vzorek 4	I-----I-----I
Vzorek 5	I-----I-----I
Vzorek 6	I-----I-----I
Vzorek 7	I-----I-----I
Vzorek 8	I-----I-----I

velmi dobrá, charakteristická,
příjemná

dobrá charakteristická,
bez příchutí

netypická,
málo chutná

CELKOVÝ DOJEM – senzorická přijatelnost

Vzorek 1	I-----I-----I		
Vzorek 2	I-----I-----I		
Vzorek 3	I-----I-----I		
Vzorek 4	I-----I-----I		
Vzorek 5	I-----I-----I		
Vzorek 6	I-----I-----I		
Vzorek 7	I-----I-----I		
Vzorek 8	I-----I-----I		
	Vynikající, velice dobrý	dobrý, příjemný	neuspokojivý, nepříjemný

Příloha 6 Průměrná hmotnost jednotlivých baget (g)

číslo vzorku	průměrná hmotnost	směrodatná odchylka	minimum	maximum
1	136,8889	± 2,5221	134	142
2	138,7778	± 1,7159	136	141
3	137,6667	± 3,0822	133	141
4	137,3333	± 2,7386	133	142
5	137,2222	± 1,8559	135	141
6	136,7778	± 2,3863	134	141
7	138,6667	± 2,9580	133	143
8	139,2222	± 2,6822	136	144

Příloha 7 Výsledky statistického zpracování dat – měrný objem a hmotnost baget

proměnná	testy normality; označ. efekty jsou význ. na hlad. p <0,05000		
	číslo vzorku	W	p
hmotnost (g)	1	0,906284	0,290729
měrný objem [ml·g ⁻¹]	1	0,931734	0,498031
hmotnost (g)	2	0,950554	0,696151
měrný objem [ml·g ⁻¹]	2	0,978349	0,955246
hmotnost (g)	3	0,896741	0,233713
měrný objem [ml·g ⁻¹]	3	0,901638	0,261644
hmotnost (g)	4	0,964946	0,848395
měrný objem [ml·g ⁻¹]	4	0,952416	0,716583
hmotnost (g)	5	0,905906	0,288259
měrný objem [ml·g ⁻¹]	5	0,860387	0,096818
hmotnost (g)	6	0,935097	0,531336
měrný objem [ml·g ⁻¹]	6	0,859970	0,095813
hmotnost (g)	7	0,952771	0,720481
měrný objem [ml·g ⁻¹]	7	0,940729	0,589591
hmotnost (g)	8	0,929341	0,475093
měrný objem [ml·g ⁻¹]	8	0,935538	0,535792

proměnná	leveneův test homogenity rozptylů označ. efekty jsou významnosti na hlad. p <0,0500							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
hmotnost (g)	11,270	7	1,6100	118,91	64	1,8579	0,866570	0,537695
měrný objem [ml·g ⁻¹]	0,294	7	0,0420	0,80	64	0,0125	3,373902	0,003986

proměnná	analýza rozptylu; označ. efekty jsou význ. na hlad. p <0,0500							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
hmotnost (g)	55,542	7	7,9345	411,11	64	6,4236	1,2352	0,2970

Příloha 8 Průměrný měrný objem jednotlivých baget [ml·g⁻¹]

popisné statistiky – měrný objem [ml·g ⁻¹]			
vzorek	průměr	minimum	maximum
1	4,9242	4,7563	5,1903
2	4,4429	4,0612	4,7787
3	4,4346	4,0905	4,9045
4	4,5521	4,4331	4,6657
5	5,0649	4,7606	5,6693
6	4,9739	4,7116	5,3319
7	4,9623	4,6224	5,2270
8	4,8404	4,5121	5,0579

Příloha 9 Průměrná pevnost nebalených baget první a druhý den skladování

vzorek	1. den nebalené		2. den nebalené	
	průměr	směrodatná odchylka	průměr	směrodatná odchylka
1	2,3244	± 0,9442	3,4633	± 1,0948
2	3,3044	± 1,5575	4,3389	± 1,3504
3	3,3489	± 1,1859	4,2111	± 0,9487
4	3,2433	± 0,8396	4,0633	± 2,1155
5	2,6944	± 0,8991	5,7389	± 2,3320
6	2,3544	± 0,7488	3,8256	± 0,7352
7	2,8578	± 0,4982	3,0544	± 1,0880
8	2,0522	± 0,5486	4,1433	± 0,9479

Příloha 10 Průměrná pevnost balených baget první a druhý den skladování

vzorek	1. den balené		2. den balené	
	průměr	směrodatná odchylka	průměr	směrodatná odchylka
1	2,8667	± 0,5211	1,8833	± 0,2045
2	2,5822	± 0,6676	2,0844	± 0,1420
3	2,5822	± 0,3552	2,1167	± 0,1984
4	2,6278	± 0,5765	2,0144	± 0,5662
5	2,3211	± 0,4515	1,7133	± 0,1616
6	2,4556	± 0,4991	1,9522	± 0,1270
7	2,7078	± 0,4615	1,5856	± 0,2461
8	2,0722	± 0,5287	1,7611	± 0,3142

Příloha 11 Výsledky statistického zpracování dat – pevnost baleného a nebaleného pečiva v průběhu skladování, test normality, t-test, ANOVA, Kruskal-Wallisův test

proměnná	testy normality			
	vzorek	N	W	p
1. den nebalené	1	9	0,887308	0,187167
2. den nebalené	1	9	0,960917	0,807868
1. den balené	1	9	0,966268	0,861069
2. den balené	1	9	0,936855	0,549215
1. den nebalené	2	9	0,912369	0,332808
2. den nebalené	2	9	0,948612	0,674830
1. den balené	2	9	0,870375	0,124097
2. den balené	2	9	0,945140	0,636918
1. den nebalené	3	9	0,974078	0,927180
2. den nebalené	3	9	0,871031	0,126118
1. den balené	3	9	0,938474	0,565934
2. den balené	3	9	0,957893	0,776026
1. den nebalené	4	9	0,982200	0,974628
2. den nebalené	4	9	0,864954	0,108505
1. den balené	4	9	0,962117	0,820201
2. den balené	4	9	0,900988	0,257777
1. den nebalené	5	9	0,967742	0,874755
2. den nebalené	5	9	0,884467	0,174876
1. den balené	5	9	0,907266	0,297204
2. den balené	5	9	0,942804	0,611705
1. den nebalené	6	9	0,898126	0,241336
2. den nebalené	6	9	0,836376	0,052627
1. den balené	6	9	0,955497	0,750219

2. den balené	6	9	0,940354	0,585633
1. den nebalené	7	9	0,924510	0,430878
2. den nebalené	7	9	0,939751	0,579282
1. den balené	7	9	0,968857	0,884785
2. den balené	7	9	0,963513	0,834283
1. den nebalené	8	9	0,933540	0,515766
2. den nebalené	8	9	0,925590	0,440517
1. den balené	8	9	0,985147	0,985462
2. den balené	8	9	0,969109	0,887005

proměnná	t-test pro závislé vzorky – Pevnost nebalených baget 1. a 2. den označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < 0,05000$					
	vzorek	Průměr	Sm.odch.	Rozdíl	t	p
1. den nebalené	1	2,3244	0,9442			
2. den nebalené	1	3,4633	1,0948	-1,1389	-2,4809	0,0381
1. den nebalené	2	3,3044	1,5575			
2. den nebalené	2	4,3389	1,3504	-1,0344	-1,6082	0,1465
1. den nebalené	3	3,3489	1,1859			
2. den nebalené	3	4,2111	0,9487	-0,8622	-1,6995	0,1277
1. den nebalené	4	3,2433	0,8396			
2. den nebalené	4	4,0633	2,1155	-0,8200	-1,2107	0,2606
1. den nebalené	5	2,6944	0,8991			
2. den nebalené	5	5,7389	2,3320	-3,0444	-3,8017	0,0052
1. den nebalené	6	2,3544	0,7488			
2. den nebalené	6	3,8256	0,7352	-1,4711	-4,3254	0,0025
1. den nebalené	7	2,8578	0,4982			
2. den nebalené	7	3,0544	1,0880	-0,1967	-0,4083	0,6938
1. den nebalené	8	2,0522	0,5486			
2. den nebalené	8	4,1433	0,9479	-2,0911	-6,6875	0,0002

proměnná	t-test pro závislé vzorky – Pevnost balených baget 1. a 2. den označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < 0,05000$					
	vzorek	Průměr	Sm.odch.	Rozdíl	t	p
1. den balené	1	2,8667	0,5211			
2. den balené	1	1,8833	0,2045	0,9833	5,2110	0,0008
1. den balené	2	2,5822	0,6676			
2. den balené	2	2,0844	0,1420	0,4978	2,3237	0,0486
1. den balené	3	2,5822	0,3552			

2. den balené	3	2,1167	0,1984	0,4656	3,1895	0,0128
1. den balené	4	2,6278	0,5765			
2. den balené	4	2,0144	0,5662	0,6133	2,2270	0,0566
1. den balené	5	2,3211	0,4515			
2. den balené	5	1,7133	0,1616	0,6078	4,0632	0,0036
1. den balené	6	2,4556	0,4991			
2. den balené	6	1,9522	0,1270	0,5033	3,3143	0,0106
1. den balené	7	2,7078	0,4615			
2. den balené	7	1,5856	0,2461	1,1222	7,5514	0,0001
1. den balené	8	2,0722	0,5287			
2. den balené	8	1,7611	0,3142	0,3111	1,3567	0,2119

proměnná	Leveneův test homogenity rozptylů označ. efekty jsou významné na hlad. $p < 0,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
1. den nebalené	5,928	7	0,8468	16,298	64	0,2547	3,3251	0,0044
2. den nebalené	10,990	7	1,5700	46,991	64	0,7342	2,1383	0,0519
1. den balené	0,567	7	0,0811	5,251	64	0,0821	0,9880	0,4480
2. den balené	0,526	7	0,0751	1,935	64	0,0302	2,4853	0,0254

proměnná	analýza rozptylu označ. efekty jsou významné na hlad. $p < 0,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
2. den nebalené	38,9903	7	5,5700	131,67	64	2,0573	2,7074	0,0160
1. den balené	3,7676	7	0,5382	16,97	64	0,2652	2,0298	0,0647

závislá: 1. den nebalené	vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); 1. den nebalené Kruskal-Wallisův test: $H(7, N = 72) = 14,45789$ $p = 0,051$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1,0000	1,0000	0,9994	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	1,0000		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,7106
3	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,2774
4	0,9994	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000	1,0000	0,2024
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000	1,0000
6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000
7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000		1,0000
8	1,0000	0,7106	0,2774	0,2024	1,0000	1,0000	1,0000	

vzorek	Tukeyův HSD test; proměn.:2. den nebalené označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < 0,05000$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,8975	0,9533	0,9863	0,0268	0,9995	0,9987	0,9720
2	0,8975		1,0000	0,9999	0,4447	0,9946	0,5563	1,0000
3	0,9533	1,0000		1,0000	0,3318	0,9991	0,6805	1,0000
4	0,9863	0,9999	1,0000		0,2237	1,0000	0,8088	1,0000
5	0,0268	0,4447	0,3318	0,2237		0,1057	0,0044	0,2789
6	0,9995	0,9946	0,9991	1,0000	0,1057		0,9452	0,9998
7	0,9987	0,5563	0,6805	0,8088	0,0044	0,9452		0,7424
8	0,9720	1,0000	1,0000	1,0000	0,2789	0,9998	0,7424	

závislá: 2. den balené	vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); 2. den balené Kruskal-Wallisův test: $H(7, N = 72) = 29,34368$ $p = 0,0001$ označ. efekty jsou významné na hlad. $p < 0,05000$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	1,0000		1,0000	1,0000	0,0255	1,0000	0,0025	0,2774
3	1,0000	1,0000		1,0000	0,0188	1,0000	0,0017	0,2165
4	1,0000	1,0000	1,0000		1,0000	1,0000	0,5444	1,0000
5	1,0000	0,0255	0,0188	1,0000		0,8565	1,0000	1,0000
6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8565		0,1594	1,0000
7	1,0000	0,0025	0,0017	0,5444	1,0000	0,1594		1,0000
8	1,0000	0,2774	0,2165	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	

Příloha 12 Výsledky statistického zpracování dat – Kruskal-Wallisův test

mouka	vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.) L^* , a^* , b^* Kruskal-Wallisův test, Označ. efekty jsou významné na hlad. $p < 0,0500$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		$L^* a^*$	-	$a^* b^*$	-	L^*	$L^* a^*$	-
2	$L^* a^*$		-	-	-	b^*	b^*	-
3	-	-		a^*	-	L^*	-	-
4	$a^* b^*$	-	a^*		-	b^*	b^*	a^*
5	-	-	-	-		b^*	-	-
6	L^*	b^*	L^*	b^*	b^*		-	L^*
7	$L^* a^*$	b^*	-	b^*	-	-		$L^* a^*$
8	-	-	-	a^*	-	L^*	$L^* a^*$	

Příloha 13 Výsledky statistického zpracování dat – Kruskal-Wallisův test, barva kůrky

kůrka	vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.) L*, a*, b* Kruskal-Wallisův test označ. efekty jsou významné na hlad. p <0,0500							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		-	-	-	-	L* b*	-	-
2	-		-	-	-	b*	-	-
3	-	-		-	-	b*	b*	-
4	-	-	-		-	b*	-	-
5	-	-	-	-		a*	-	-
6	L* b*	b*	b*	b*	a*		-	L*
7	-	-	b*	-	-	-		-
8	-	-	-	-	-	L* b*	-	

Příloha 14 Výsledky statistického zpracování dat – Kruskal-Wallisův test, barva střídy

střída	vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.) L*, a*, b* Kruskal-Wallisův test označ. efekty jsou významné na hlad. p <0,0500							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		L* b*	-	-	-	L* a*	L* a*	-
2	L* b*		-	a*	b*	a* b*	a* b*	-
3	-	-		-	-	L* a* b*	L* b*	-
4	-	a*	-		b*	L* b*	L* b*	-
5	-	b*	-	b*		L* a*	L* a*	-
6	L* a*	a* b*	L* a* b*	L* b*	L* a*		-	L* a* b*
7	L* a*	a* b*	L* b*	L* b*	L* a*	-		L* a*
8	-	-	-	-	-	L* a* b*	L* a*	

Příloha 15 Vícenásobné porovnání p hodnot pro senzorické hodnocení celkového objemu a tvaru baget

číslo vzorku	vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); celkový objem a tvar Kruskal-Wallisův test: $H(7, N = 88) = 50,18264$ $p = 0,0000$ označ. efekty jsou významnosti na hlad. $p < 0,05000$							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,0054	0,0063	0,0696	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	0,0054		1,0000	1,0000	0,0437	0,0164	0,0004	0,0004
3	0,0063	1,0000		1,0000	0,0504	0,0191	0,0005	0,0005
4	0,0696	1,0000	1,0000		0,3915	0,1757	0,0085	0,0081
5	1,0000	0,0437	0,0504	0,3915		1,0000	1,0000	1,0000
6	1,0000	0,0164	0,0191	0,1757	1,0000		1,0000	1,0000
7	1,0000	0,0004	0,0005	0,0085	1,0000	1,0000		1,0000
8	1,0000	0,0004	0,0005	0,0081	1,0000	1,0000	1,0000	

Příloha 16 Výsledky Kruskal-Wallisova testu u deskriptorů senzorického hodnocení baget

Deskriptory senzorického hodnocení	Výsledky Kruskal-Wallisova testu
objem a tvar	$p = 0,0000$
barva kůrky	$p = 0,9087$
Tvrdost a elasticita	$p = 0,3884$
vůně	$p = 0,9827$
vlhkost	$p = 0,5238$
kyprost	$p = 0,8711$
chuť	$p = 0,9211$
celkový dojem	$p = 0,9477$