

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2015

Šárka Kubová



Možnosti modifikace výroby chleba a pečiva
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna

Vypracovala:
Šárka Kubová

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Možnosti modifikace výroby chleba a pečiva

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

.

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu prof. Dr. Ing. Lud'ku Hřivnovi za odborný dohled, vstřícný přístup a cenné rady, které mi poskytl při zpracování této bakalářské práce. Moje poděkování patří i Ing. Marii Janečkové, za konzultaci a pomoc při zpracování praktické části bakalářské práce.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce na téma „Možnosti modifikace výroby chleba a pečiva“ bylo prostudovat dostupnou literaturu a vypracovat literární přehled a provést experimentální pokus na dané téma.

Práce se zabývá studiem surovin vhodných pro výrobu běžného pečiva i chleba, technologií výroby a využitím pšenic s netradičním zabarvením obilky. V rámci praktické části bakalářské práce byl proveden pekařský pokus, kdy bylo zhodnoceno pečivo s přídavkem sladu z barevných pšenic. Pro výrobu sladu byly použity odrůdy barevných pšenic Konini a Skorpion. Slad byl použit ve formě odkličkovaného nebo neodkličkovaného sladu. Před použitím do těsta byl slad pošrotován nebo pomlet na mouku. Varianty pokusu zahrnovaly různé kombinace takto upraveného sladu. Hotové výrobky byly následně sensoricky zhodnoceny zkušenými hodnotiteli. Výsledky byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

Klíčová slova:

pečivo, pekařské suroviny, technologie výroby, barevné pšenice

ABSTRACT

My bachelor thesis deals with the study of ingredients suitable for the production of bread and bakery products, production technologies and the use of wheat caryopsis with an unusual color. In the practical part of the thesis was carried out the experiment of baking, in which was reviewed pastry with the addition of colored wheat malt. The malting varieties were used colored wheat Konin and Skorpion. Malt was used with or without sprout. Before using the dough was milled into coarse-grained grain, or flour. Variants of the experiment included various combinations of such modified malt. The finished products were then evaluated by experienced sensory evaluators. The results were statistically processed and evaluated.

Key words:

bakery products, basic ingredients, technology, colored wheat

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
2.1	Suroviny pro pekárenskou výrobu	12
2.1.1	Mouka	12
2.1.1.1	Mouka pšeničná	12
2.1.1.2	Mouka žitná	14
2.1.2	Voda.....	15
2.1.3	Droždí	16
2.1.4	Sůl	17
2.1.5	Cukr	17
2.1.6	Tuky	18
2.1.7	Vaječné suroviny	18
2.1.8	Mléčné suroviny	18
2.1.9	Přídavné látky	19
2.2	Technologie výroby chleba a běžného pečiva	19
2.2.1	Příprava pšeničného těsta.....	19
2.2.1.1	Nepřímé vedení pšeničného těsta	20
2.2.1.2	Přímé vedení těsta.....	21
2.2.2	Příprava těsta se žitnou moukou	21
2.2.2.1	Kvas a jeho výroba	21
2.2.3	Hnětení a mísení těst.....	23
2.2.4	Zrání těsta	24
2.2.5	Dělení a tvarování.....	24
2.2.6	Pečení.....	25
2.2.7	Chlazení	25

2.3	Druhy chleba a běžného pečiva.....	26
2.4	Výroba chleba a pečiva z netradičních surovin.....	27
2.4.1	Pseudocereálie	27
2.4.1.1	Amarant	27
2.4.1.2	Quinoa	28
2.4.1.3	Pohanka	28
2.4.2	Olejniny	28
2.4.2.1	Len setý	28
2.4.2.2	Mák setý	29
2.4.2.3	Slunečnice roční	29
2.4.2.4	Sezam indický	29
2.5	Využití pšenice s netradičním zbarvením obilky pro výrobu chleba a pečiva ..	29
3	MATERIÁL A METODIKA.....	32
3.1	Materiál	32
3.1.1	Charakteristika pšenice odrůdy Konini.....	32
3.1.2	Charakteristika pšenice odrůdy Skorpion.....	32
3.1.3	Charakteristika použitého sladu.....	32
3.2	Metodika	33
3.2.1	Senzorické hodnocení pečiva.....	34
3.2.2	Metody vyhodnocení výsledků.....	34
4	VÝSLEDKY A DISKUSE	35
4.1	Vyhodnocení pekařského pokusu	35
4.2	Vyhodnocení senzorické analýzy.....	36
5	ZÁVĚR	44
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
7	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
8	SEZNAM TABULEK	52

9	PŘÍLOHA	53
----------	----------------------	-----------

1 ÚVOD

Chléb a běžné pečivo patří mezi základní potraviny ve výživě člověka. Jsou základem výživové pyramidy a důležitou součástí našeho jídelníčku. Podle nejstarších pramenů byl první kvašený chléb vyroben již před 6000 lety ve Starém Egyptě. Nekynuté chlebové placky byly známy ještě dávno předtím.

Sortiment pekařských výrobků je dnes velmi rozmanitý. Vedle klasických druhů pečiva jsou i druhy obsahující vyšší podíl celozrnné mouky nebo jsou na jejich přípravu použity netradiční suroviny. Pečivo z běžné pšenice je však chudé na zdraví prospěšné látky. V posledních letech se lidé čím dál tím víc zajímají o své zdraví a snaží se konzumovat kvalitní a prospěšné potraviny. Díky tomu dochází k vyšší spotřebě vícezrnného pečiva i pečiva obsahujícího pseudocereálie či jiné suroviny. Nejedná se však o vysoký nárůst, jelikož ještě nebyla vypěstována žádná plodina, která by měla tak příznivé vlastnosti jako pšenice setá a která by ji mohla zcela nahradit. Proto v posledních několika letech dochází k výzkumu pšenice s netradičním zbarvením obilok. Tyto zvláštní odrůdy obsahují řadu látek s antioxidačními účinky a zároveň si zachovávají pekařské vlastnosti pšenice seté. Jedná se především o pšenice s modrým aleuronem a purpurovým perikarpem.

Předkládaná bakalářská práce se zaměřuje na problematiku výroby chleba a běžného pečiva. Značná pozornost je věnována problematice kvality surovin včetně hodnocení jejich jakosti. Jsou zde popsány v současnosti standardně používané technologie výroby včetně možností využití netradičních surovin. K nim bezesporu patří i pšenice s barevným perikarpem. Většina doposud publikovaných prací hovoří především o možnostech uplatnění mlýnských výrobků získaných právě zpracováním barevných pšenic. Barevné pšenice lze využít i v pivovarských technologiích, kde je můžeme uplatnit ve formě pšeničného sladu. V pekárenství se standardně používá ječný slad, využití sladů pšeničných je spíše ojedinělé. Informace o možnostech uplatnění sladů z barevných pšenic v pekárenství se nám nepodařilo získat. Proto jsme této problematice věnovali pozornost v naší bakalářské práci.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Suroviny pro pekárenskou výrobu

Mezi základní suroviny pro pekárenskou výrobu patří mouka, voda, droždí a sůl. Pomocnými surovinami jsou tuky, cukry, vaječné suroviny, mléčné suroviny. Dále se při výrobě používají přídatné látky jako povrchově aktivní látky – emulgátory, chemické kypřicí prostředky, chemické zlepšovací prostředky, hydrokoloidy, enzymové preparáty, konzervační látky (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Mezi základní suroviny pro výrobu běžného pečiva patří pšeničné a žitné mouky, voda, sůl, tuky. Jako přísady se používá droždí, cukry a zlepšující přísady, především emulgátory. Na ozdobení povrchu výrobku se využívá např. mák, kmín a ostatní semínka. Základními surovinami pro výrobu chleba jsou žitné a pšeničné mouky, voda a sůl. Jako přísady slouží, droždí, kmín a další technologicky významné látky (DOSTÁLOVÁ A KOL., 2014).

2.1.1 Mouka

Mouka je nejdůležitější surovinou pro pekařské účely. Většinou tvoří 60 a více % z hmotnosti výrobku (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Pšeničné a žitné mouky, které považujeme za základní, mají různý stupeň vymletí. Mouky z jiných obilovin nebo luskovin jsou považované jen jako přísady, jedná se např. o mouku kukuřičnou či sójovou (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.1.1.1 Mouka pšeničná

Používá se především pšenice obecná, ze které se vyšlechtilo mnoho odrůd. Z pěstitelského hlediska můžeme rozlišit pšenici jarní a ozimou. Z hlediska výrobců mouk rozlišujeme pšenici na měkkou a tvrdou (ZIMOLKA, 2005). Všeobecně je uznáváno, že tvrdší pšenice jsou pekařsky kvalitnější. Za hlavní ukazatel pekařské kvality se považuje objem získaného pečiva (ŠEDIVÝ A KOL., 2013).

Za základní typ pšeničné mouky pro pekárenskou výrobu považujeme hladkou mouku T 530, která má obsah popela do 0,6 % v sušině. Pro průmyslové zpracování se používají mouky pšeničné chlebové typu T 700 (chlebová světlá) a T1050, T 1000

(chlebová tmavá). Kromě základních typů mouk se vyrábí ještě řada speciálních mouk (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. rozdělujeme mouky do podskupin hladká, polohrubá, hrubá a celozrnná. Tyto podskupiny se rozlišují dle granulace mouky a s výjimkou hladkých mouk i dle obsahu popela (VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ Č. 333/1997 SB. V PLATNÉM ZNĚNÍ).

Hodnocení kvality pšeničné mouky

K hlavním ukazatelům pekařské kvality mouky patří dlouhodobě tyto tři ukazatele: schopnost tvorby kypřících plynů, pekařská síla a barva mouky (SKOUPIL, 1994). S postupem času přibyl další ukazatel – granulární spektrum mouky, tento faktor se však sleduje málo (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Schopnost tvorby kypřících plynů je podmíněna přítomností zkvasitelných cukrů v mouce. Pšeničná mouka má méně zkvasitelných cukrů než žitná, proto se do kynutých pšeničných těst přidává malé množství cukru (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Mezi zkvasitelné cukry patří glukosa, fruktosa a maltosa, které mohou být přítomny už v těstě nebo mohou vznikat působením amylolytických enzymů (KUČEROVÁ, 2004).

Za optimální mouku je považována mouka s malým podílem předem narušených škrobových makromolekul a se stabilní produkcí CO₂ (PŘÍHODA A KOL., 2003). Pro správnou schopnost tvorby plynu je důležitý dobrý stav amylo-škrobového komplexu v mouce (SKOUPIL, 1994).

Pekařská síla mouky je dána kvalitou a množstvím lepku. Obsah lepkové bílkoviny v mouce má nejvýznamnější vliv na objem pšeničného pečiva (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Hodnoty obsahu mokrého lepku jsou v rozmezí 21 – 36 % v sušině (PŘÍHODA A KOL., 2003). Kromě obsahu lepku má význam i jeho kvalita. Jedním z ukazatelů kvality lepku je jeho bobtnavost. Bobtnavost se provádí v roztoku kyseliny mléčné, kde se sleduje nárůst objemu mokrého lepku (HOSENEY, 1994). Další metodou ověřování kvality lepku je tzv. lepkový index. Lepkový index se vyjadřuje v procentech zbylého lepku na sítku k celkovému množství lepku. S lepkovým indexem souvisí tažnost těsta. Tažnost těsta může být měřena extenzograficky nebo ručně zjišťováním maximální délky lepku do jeho přetržení (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Nejvíce se ke stanovení kvality bílkoviny využívá metoda sedimentačního testu (Zeleného test). Tato metoda pracuje na principu sedimentace, kdy mouka s vyšším podílem a s kvalitnější bílkovinou rychleji sedimentuje a má větší objem bobtnání (ŠEDIVÝ A KOL., 2013).

Nejlepší přehled o pekařské síle mouky dává pokusné pečení. Toto pečení musí proběhnout za přesně definovaných podmínek. K ukazatelům kvality při tomto stanovení patří objem výrobku a smyslová hodnocení (EDWARDS, 2007).

Posuzování barvy mouky mělo v minulosti větší význam než nyní, kdy se velmi rozšířil přídavek celozrnných mouk nebo šrotů, což velmi ovlivňuje barvu střídy pečiva (PŘÍHODA A KOL., 2003). Pokud má mouka našedlý odstín může to ukazovat na tzv. zadní mouku, která má vyšší obsah poškozeného škrobu a horší pekařskou zpracovatelnost (HOSENEY, 1994). Barvu mouky dále ovlivňuje původní barva pšenice, která může být žlutá, modrá, bílá nebo i červená (ZIMOLKA, 2005). V některých zemích docházelo k bělení mouk např. chlorovými sloučeninami, u nás je bělení zakázáno (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Granulace mouky může mít vliv na vlastnosti mouky při zpracování. Semílání zrna na jemné částice má vliv na stupeň poškození škrobu (CAUVAIN, 2006). Čím více je zrna semíláno, tím více je škrob poškozen. Poškozený škrob snáze podléhá působení amylolytických enzymů a zkvasitelných cukrů (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Pro hladké mouky je podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. požadován podíl částic menších než 267 μm nejméně 96 % a podíl částic menších než 162 μm nejméně 75 %. Většina hladkých mouk ale obsahuje podíly částic ještě menší velikosti (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.1.1.2 Mouka žitná

Žito má oproti pšenici větší podíl pentosanů, které jsou hlavní příčinou odlišné pekárenské kvality mouky při zpracování (MAINTZ, 2002). Žitné zrna obsahuje také méně bílkovin a vlastnosti žitné bílkoviny se podstatně liší od pšeničné bílkoviny. U žitné mouky není bílkovina schopna po nabobtnání s vodou vytvořit souvislý lepek (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. rozlišujeme hladkou mouku na žitnou světlou (výrazkovou), která odpovídá přibližně typu T 600 a žitnou tmavou (chlebovou) odpovídající typu T 900. Tyto dva typy mouk

jsou hlavními žitnými moukami používané pro pekárenskou výrobu (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Hodnocení kvality žitné mouky

Ukazatele určující kvalitu žitné mouky jsou do určité míry odlišné od ukazatelů určujících kvalitu pšeničné mouky. Odlišnost je především v žitné bílkovině, která nedokáže vytvořit souvislou strukturní prostorovou síť, což je způsobeno hlavně působením pentozanů (ŠAROV, 2007). Důležitou roli při tvorbě struktury střídy hotového výrobku hraje i škrob (SKOUPIL, 1994).

Při hodnocení kvality žitné mouky je nejdůležitější stav amylaso-škrobového komplexu (KUČEROVÁ, 2004). Tento komplex pracuje na principu působení amylas na složky škrobu. Nadměrná aktivita amylolytických enzymů nebo poškozené granule škrobu způsobují vytvoření řady produktů hydrolýzy a kvalita mouky se zhoršuje (EDWARDS, 2007). Jestliže dojde k fermentaci brzy po vyhnětení těsta a kvasinky se rychle vyčerpají, ve finále výrobek ztrácí objem nebo se úplně po klepnutí propadne (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Ke zjištění stavu amylaso-škrobového komplexu používáme amylograf (KUČEROVÁ, 2004).

U žitné mouky můžeme předpokládat vyšší podíl poškozeného škrobu, protože mletí mouky se provádí za drsnějších podmínek než u mouky pšeničné, proto žitný škrob dříve mazovatí (ŠAROV, 2007). Žitný škrob obsahuje oproti škrobu pšeničnému více amylopektinu a méně amylosy. Amylosa je hlavní příčinou tvrdnutí pšeničného pečiva, z čehož vyplývá, že žitný chleba tvrdne pomaleji (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.1.2 Voda

Další důležitou surovinou v pekárenství je voda (SKOUPIL, 1994). Pro potravinářské účely se používá pouze voda pitná. Jedním z ukazatelů kvality je tvrdost vody, která představuje obsah rozpuštěných vápenatých a hořečnatých složek (MAINTZ A KOL., 2002). Při mimořádné tvrdosti vody se doporučuje buď zvýšit dávky droždí, nebo ji snížit v kombinaci s přísadkou sladové moučky (PŘÍHODA A KOL., 2003). Dalším ukazatelem kvality je kyselost a alkalita vody. Tyto dvě složky mohou mít vliv i na vedení těsta (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Dle zkušeností můžeme říct, že měkká voda dává

volnější a lepkavější těsto se sníženou vazností vody, tvrdá voda zpomaluje fermentaci a příliš ztužuje lepek a alkalická voda zpomaluje fermentaci (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.1.3 Droždí

Kvasinky se při výrobě chleba používají více než 5000 let. Podle platné legislativy jsou považovány za pekařské droždí kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae* Hansen. Tyto kvasinky jsou získané biotechnologickým postupem množení čistých kvasničných kultur (ŠMAHEL, 2007). Tyto kultury jsou vypěstované na cukerných substrátech, které jsou obohacené živinami a pomocnými látkami, které jsou schopné způsobit kynutí těsta (PŘÍHODA A KOL., 2003). V pekárenské technologii můžeme využívat i jiné druhy kvasinek. Tyto kvasinky mají některé vlastnosti lišící se, a proto je využíváme pro specifické technologické účely. Např. *Saccharomyces rosei* se využívá u mrazených těst, protože tyto kvasinky jsou osmotolerantní a také odolné vůči zmrazení.

Droždí má v pekárenské výrobě tyto tři hlavní funkce:

- Zvýšení objemu těsta pomocí kypřících plynů a to především oxidem uhličitým,
- Změny ve struktuře těsta,
- Ovlivnění sensorických vlastností pečiva (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Droždí lze v jeho funkci kypřící složky v některých případech nahradit kypřícími prášky, ale v sensorických vlastnostech je stále nenahraditelné (ŠMAHEL, 2007). Za vedlejší funkci droždí můžeme považovat to, jak ovlivňuje nutriční hodnotu výrobků a to hlavně v obsahu bílkovin a vitaminů (RYCHTERA A KOL., 1991).

Princip výroby se u jednotlivých druhů droždí neliší. Rozdíly jsou ve výběru vhodného kmene kvasinek, kultivačních podmínkách a finální úpravě (SKOUPIL, 2003).

Lisované droždí je v pekárenském průmyslu nejvíce využíváno. (ŠMAHEL, 2007). Vyrábí se v liberkách, které mají hmotnost mezi 500 a 100 g (SKOUPIL, 2003). Droždí musíme uchovávat při teplotě 4-6°C, jinak ztrácí svou aktivitu a jeho trvanlivost dle výrobce by měla být 7-28 dní (PELIKÁN, 2004).

Granulované droždí je především pro velkoodběratele (PŘÍHODA A KOL., 2003). Vlastnosti jsou stejné jako u lisovaného droždí, liší se mezi sebou pouze v konečné

úpravě a ve způsobu manipulace. V pekárnách v České republice není tento typ droždí rozšířený (ŠEDIVÝ A KOL., 2013).

Na výrobu aktivního sušeného droždí se používají speciální kmeny kvasinek, které jsou odolnější vůči zátěži spojenou s dehydratací a následnou dehydratací (SKOUPIL, 2003). Aktivní sušené droždí má oproti lisovanému mnohem delší životnost a odolnost vůči nepříznivým podmínkám (ŠMAHEL, 2007). Před použitím musíme droždí aktivovat v teplé vodě (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Výhoda instantního sušeného droždí je, že před použitím ho nemusíme aktivovat a je připraveno k okamžitému použití. Při práci s instantním droždím musíme dávat pozor na kontakt s vodou, ledem nebo stěnami chladírny. Instantní droždí se dávkuje asi 1/3 oproti lisovanému droždí. (RYCHTERA A KOL., 1991)

Pro zlepšení sensorických vlastností pečiva se používá inaktivní sušené droždí, kde je tepelným ošetřením odstraněna fermentační aktivita. Využíváme toho, že kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* mají vysoký obsah glutationu (SKOUPIL, 2003). Dochází ke zvýšení tažnosti těsta. Tento typ droždí se používá jako chuťová a aromatická složka (ŠEDIVÝ A KOL., 2013).

2.1.4 Sůl

Sůl v pekárenských technologiích má vliv především na reologické vlastnosti těsta (ŠMAHEL, 2007). Po přidavku soli se ztuzuje konzistence bílkoviny a současně se snižuje vaznost mouky. Dále se prodlužuje doba vývinu těsta (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Přidáním vyššího obsahu soli dochází k ovlivnění chuti výrobků, kdy nejde jen o dosažení slané chuti, ale v kombinaci s cukrem o dosažení plné chuti výrobků (PŘÍHODA A KOL., 2003). Dalším významným vlivem je negativní působení přidání soli na fermentaci těsta, čímž se snižuje aktivita kvasinek (ŠMAHEL, 2007). Přídavek soli také podporuje přiměřené zbarvení kůrky během pečení. U nesoleného těsta může docházet k překynutí a těsto se roztéká, přesolené těsto naopak špatně kyne (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.1.5 Cukr

Malé množství přidaného cukru nemá podstatný vliv na reologické vlastnosti těsta, na rozdíl od stejného množství přidané soli. Cukr má význam jak ve směru technologickém, tak i z hlediska sensoriky (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Přídavek cukru slouží při technologickém postupu výroby těsta kynutým droždím jako zdroj zkvasitelných cukrů pro kvasinky (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Množství přidaného cukru je u běžného pečiva asi 1 – 3 % na zpracovanou mouku, u jemného pečiva je to až 13 %, což ovlivňuje už i chuť výrobku a vytváří dojem plné chuti, dále zjemňuje pórovitost střídy a zvýrazňuje barvu kůrky. Vysoký přídavek cukru naopak snižuje aktivitu kvasinek a brzdí kvašení (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.1.6 Tuky

Tuk se řadí k důležitým pekařským surovinám na výrobu jak běžného pečiva, tak i jemného pečiva a cukrářských výrobků (SKOUPIL, 1994). Tuk ovlivňuje zpracovatelské vlastnosti těsta a charakter výrobků a to hlavně z hlediska sensorického hodnocení (PŘÍHODA A KOL., 2003). Tuky jsou charakterizovány jako triacylglyceroly, což jsou estery glycerolu a mastných kyselin (KADLEC, 2002). Nejběžněji se používají tuky, kde jsou nejvíce zastoupeny kyseliny olejová, palmitová, stearová (SKOUPIL, 1994).

V pekárenské výrobě se používají tuky živočišné i rostlinné, v kapalné i pevné formě. Z tuhých tuků se používají shorteningy, margaríny, máslo a někdy i sádlo (ŠEDIVÝ A KOL., 2013).

2.1.7 Vaječné suroviny

V pekárenství se využívají především vejce slepičí (SKOUPIL, 1994). Protože používání čerstvých vajec je rizikové z hlediska možnosti kontaminace salmonelou, jsou používány sušená nebo zmrazená vejce. Vaječné produkty sušené či zmrazené se dodávají pasterované (ŠEDIVÝ A KOL., 2013). Vejce mají zlepšující účinek, obsahují plnohodnotné bílkoviny, čímž zvyšují výživnou hodnotu výrobku (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.1.8 Mléčné suroviny

Pro běžnou výrobu se používají především produkty z kravského mléka (SKOUPIL, 1994). Mléčné produkty jsou pro zpracování dodávány hlavně v sušené formě. Jedná se o sušené mléko, sušené podmásli, sušenou syrovátku a sušený sýr. V menší míře se využívá sušený jogurt a sušený tvaroh (PŘÍHODA KOL., 2003).

2.1.9 Přídavné látky

Podle zákona o potravinách č. 110/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů rozumíme přídavnými látkami látky, bez ohledu na jejich výživovou hodnotu, které se nepoužívají samostatně nebo jako potravina ani jako charakteristická potravní přísada. Tyto látky se přidávají do potraviny při výrobě, balení, přepravě nebo skladování, čímž se mohou stát součástí potraviny. Při výrobě běžného pečiva se můžeme setkat s těmito přídavnými látkami (PŘÍHODA A KOL., 2003):

- Povrchově aktivní látky - emulgátory (látky umožňující tvorbu stejnorodé směsi dvou nebo více nemísitelných kapalných fází nebo které tuto směs udržují), pěnotvorné látky, které umožňují vytváření stejnorodé disperze plynné fáze (KUČEROVÁ, 2004).
- Chemické zlepšovací prostředky - látky zlepšující mouku přidávané do těsta za účelem zlepšení pekařské kvality (ŠEDIVÝ A KOL., 2013).
- Hydrokoloidy – látky schopné pevně a stabilně vázat velké množství vody (zahušřovadla, modifikované škroby, želírující látky, stabilizátory), (PŘÍHODA A KOL., 2003).
- Enzymy - látky zlepšující mouku, ale protože nejsou uvedeny ve vyhlášce, mohou se používat pouze se souhlasem Ministerstva zdravotnictví. Pro pekařské účely je uveden jen enzym invertasa (KUČEROVÁ, 2004).
- Chemické kypřící prostředky - kypřící látky nebo směsi látek, které vytváří plyny a tím zvyšují objem těsta (SKOUPIL, 1994).
- Konzervační látky - látky prodlužující údržnost potravin a chrání je proti zkáze (EDWARDS, 2002). Podle vyhlášky č. 53/2002 Sb. jsou povolené jako konzervanty kyselina sorbová, oxid siřičitý a jeho sloučeniny a kyselina propionová a její soli (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.2 Technologie výroby chleba a běžného pečiva

2.2.1 Příprava pšeničného těsta

Příprava těsta je jeden z nejdůležitějších technologických kroků výroby pečiva. V tomto kroku se vytváří základní jakostní vlastnosti výrobku. Jejich kvalita závisí na několika základních faktorech: suroviny, tvorba správného koloidně-chemického

systemu těsta, fyzikální a mechanické vlastnosti, správné nakypření a finální úprava výrobku. (PŘÍHODA A KOL., 2003)

Nejdříve dochází k homogenizaci všech složek těsta, jejichž množství je dáno recepturou. Během hnětení dochází k zintenzivnění bobtnání a dochází k řadě chemických reakcí a k vytvoření trojrozměrné sítě bílkoviny (lepku), která je nosnou strukturou těsta (CAUVAIN, 2006). Při přípravě těsta tradiční cestou se na pružnosti a pevnosti struktury podílí hlavně pšeničná bílkovina (PŘÍHODA A KOL., 2003). Schopnost vytvořit pevnou a pružnou strukturu ovlivňuje podíl gliadinu a gluteninu v pšeničné bílkovině (KUČEROVÁ, 2004).

Na přípravě pšeničných těst se podílí i škrob. Ten se nachází v hydratované formě (PŘÍHODA A KOL., 2003). Množství vody, která se na škrob naváže, ovlivňuje vláčnost těsta a následně i vláčnost finálního výrobku (ŠEDIVÝ A KOL., 2014). Faktory ovlivňující míru zmazovatění škrobu jsou teplota, objem vody a kvalita škrobu (MAINTZ, 2002). Je známo, že žitný škrob mazovatí snadněji než pšeničný, ten potřebuje teplotu až nad 60°C (KADLEC A KOL., 2012).

2.2.1.1 Nepřímé vedení pšeničného těsta

Jedná se o přípravu předstupně na rozkvašení přidávaného droždí ještě před tím, než dojde k vymísení konečného těsta (KUČEROVÁ, 2004). Složení kvasného předstupně a jeho příprava se v jednotlivých zemích i pekárnách liší. (PŘÍHODA A KOL., 2003)

Tradičním typem kvasného předstupně je omládek (ŠEDIVÝ A KOL., 2014). Omládek se připravuje z mouky, vody a droždí. Dříve se často přidával i ječný slad (sladová mouka, extrakt). Z těchto surovin se vytvoří řídká směs, která se nechá 1 hodinu zrát (MAINTZ, 2002). Konzistence směsi se může u jednotlivých pekáren lišit, vždy ale byl omládek řídkší než těsto (PŘÍHODA A KOL., 2003). Na konzistenci a složení omládku má také vliv receptura a také to, jak silná mouka byla použita. Podobným kvasným předstupněm jako omládek byl v minulosti poliš (KUČEROVÁ, 2004). Doba zrání poliše se pohybuje okolo dvou hodin, teplota je stejná jako u omládku, tedy 30-32°C. Při přípravě je důležité, aby všechny složky byly důkladně rozšlehané. (HOLÝ, JANÍČEK, 1967). V současnosti se kvasné předstupně u běžného pečiva používají velmi málo, v průmyslové výrobě skoro vůbec (ŠEDIVÝ A KOL., 2014).

2.2.1.2 Přímé vedení těsta

Rozšířenější metodou přípravy pšeničného těsta je metoda přímého vedení těsta tzv. “na záraz” (KUČEROVÁ, 2004). Na rozdíl od nepřímého vedení se zde všechny složky dávkuje současně a ihned se vymíchává a vyhnete těsto (PŘÍHODA A KOL., 2003). Současné výrobní technologie kladou důraz na přípravu těst bez kvasných předstupňů s použitím zlepšujících přípravků. Hlavním důvodem je zkrácení času přípravy, kdy se zkracuje nebo zcela vypustí čas pro zrání těsta za přídavku většího množství droždí. Proto je tento způsob z hlediska času a pracnosti méně náročný (ŠEDIVÝ A KOL., 2014).

2.2.2 Příprava těsta se žitnou moukou

V pekárenské výrobě u nás převažuje výroba pšeničnožitného chleba nad chlebem žitnopšeničným, který obsahuje větší podíl žitné mouky (KADLEC A KOL., 2012). Z největší části se používá tradiční technologický postup přípravy těsta, které je kypřeno žitným kvasem. Menší část pečiva se vyrábí na záraz a je kypřena přímo droždím (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Žitná mouka oproti pšeničné obsahuje větší podíl podobalových složek z vnějšího endospermu, má proto vyšší obsah nerozpustných i rozpustných polysacharidů, které obsahují pentosany (VAVŘENA, 1951).

Při tvorbě těsta z žitné mouky dochází při smíchání mouky s vodou k nabobtnání bílkoviny a pentozanových polysacharidů (ŠEDIVÝ A KOL., 2014). Přestože žitná bílkovina bobtná, není schopna vytvořit souvislou lepkovou strukturu na rozdíl od bílkoviny pšeničné, která vytváří souvislou strukturu (ŠAROV, 2007). Základem struktury žitného chleba je viskózní gel s menší pružností než má pšeničné těsto (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.2.2.1 Kvas a jeho výroba

Kvasem rozumíme řídké těsto, které je připravené z žitné mouky a vody a je zkvašené přirozenou mikroflórou žitné mouky (KADLEC, 2012). Nejčastěji používáme mouku žitnou typu T 930 (PŘÍHODA A KOL., 2003). Při smíchání vody s moukou dochází ke vzniku těsta a za tepla začíná fermentace, která probíhá díky mikroorganismům přítomných v mouce, jako kvasinky a bakterie mléčného kvašení (ŠEDIVÝ A KOL., 2014).

Působení kvasinek zajišťuje kvasu a později i těstu produkci etanolu a oxidu uhličitého. Při kvašení vzniká velké množství vedlejších produktů, jako jsou aldehydy a organické kyseliny, které spolu vytváří chlebové aroma. Ve vyzrálém kvasu se počet kvasinek pohybuje v hodnotách 30-70 milionů v 1 g kvasu (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Kyselost chlebovému těstu zajišťují bakterie mléčného kvašení (KUČEROVÁ, 2004). Rod *Lactobacillus* způsobuje mléčné kvašení a přeměňuje jednoduché cukry na kyselinu mléčnou a octovou a vedlejší produkty, jako jsou alkoholy a aldehydy, které dodávají typickou vůni a aroma (MAINTZ, 2002). Úroveň zakyselení ovlivňuje optimální nabobtnání bílkovin a škrobu, což se promítá do kvality chleba i jeho trvanlivosti. Čím je chléb kyselejší, tím je odolnější proti plesnivění a hnilobě (ŠEDIVÝ KOL., 2014).

Pro výrobu chleba obsahující žitnou mouku můžeme použít:

- klasický způsob
- výroba kvasů v kvasomatech
- použití kvasových koncentrátů

Klasický způsob výroby chleba spočívá ve vyvádění kvasů v dížích a mísení těsta za použití kvasů (KUČEROVÁ, 2004).

Tradiční technologií je třístupňové vedení kvasu. Základem je tzv. zákvasek (zahuštěný kvas třetího stupně), ke kterému se přidá voda a vytvoří se směs (PŘÍHODA A KOL., 2003). První stupeň je důležitý hlavně pro pomnožení kvasinek a směs zraje 4 až 5 hodin při teplotě 23 - 25°C. Druhý stupeň získáme přidáním vody a žitné mouky. Zrání probíhá asi 4 hodiny při teplotě 26-28°C. Tento stupeň je vhodný pro zrání mléčných bakterií. Třetí stupeň získáme přidáním další vody a mouky. Směs kvasí asi 4 hodiny při teplotě 30°C, zde společnou činností kvasinek a mléčných bakterií dochází k alkoholovému kvašení a mléčnému kysání (ŠEDIVÝ A KOL., 2014). Na přípravu těsta se odeberou 2/3 a zbývající třetina se použije na opakování kvasu třetího stupně (DRDÁK A KOL., 1996).

V poslední době se velmi rozšířil způsob přípravy kvasů zkráceným postupem, s dodáním startovací kultury (ŠEDIVÝ A KOL., 2014). Jedná se o předfermentovanou kulturu mléčných bakterií, které smícháme s moukou a vodou přímo na takový objem kvasu, který potřebujeme (KUČEROVÁ, 2004). Tento způsob přípravy neumožňuje

takový rozvoj kvasinek a jsou produkovány organické kyseliny, hlavně kyselina mléčná a octová (MAINTZ, 2002). Při samotné výrobě těsta se přidává droždí, aby došlo k nakypření. Pro takto vyráběné těsto se používají speciální nádrže zvané kvasomaty. Po chuťové stránce se takto vyrobený chléb nejvíce podobá chlebu vyrobenému klasicky (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Kvasové koncentráty jsou získávány zahuštěním přirozeného žitného kvasu. Taková směs může být tekutá nebo suchá. Základ kvasu tvoří kyselina octová, citronová, mléčná, vinná a jablečná, dále barviva, které způsobují typický vzhled střídy (KUČEROVÁ, 2004). Do kvasu je možné přidat i zlepšující prostředky obsahující i stabilizátory a látky prodlužující čerstvost chleba. Takto vyrobené výrobky mají podobnou chuť jako výrobky vyrobené klasickým způsobem (ŠEDIVÝ A KOL., 2014).

2.2.3 Hnětení a mísení těst

Při hnětení těsta dochází k mnoha chemickým a fyzikálním změnám. Voda se dostává při hnětení do kontaktu pouze s povrchem moučného zrna a k ostatním složkám se dostává pozvolna pomocí difúze. Na začátku je voda v přebytku a do středu zrna by se dostávala velmi dlouho. Ale během mechanického míchání těsta se odstraňuje hydratovaný povrch a voda může snáz pronikat k dalším složkám. Dalším promícháním vznikne z hydratované části spojitý gel. Dochází ke snížení přebytku vody a ke zvýšení koncentrace gelu a jeho viskozity a tím se zvyšuje odpor těsta vůči napínání. Zvyšuje se také pružnost těsta. Celý tento proces nazýváme vývin těsta, dokud se nedosáhne maximálního odporu. Okamžik, kdy je vyhnětení optimální, je dosažení úplné hydratace všech složek bílkovin a škrobu. Před dosažením optima složky ještě mohou přijímat vodu, pak už vodu nepřijímají, a pokud pokračujeme v hnětení, dochází ke snížení viskozity těsta a uvolnění části vody a dochází k přehnětení (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Rozlišujeme tři způsoby mísení a hnětení těst:

- Diskontinuální příprava těst, kdy se do mísících nádrží nadávkují suroviny, smísí se v hnětači a vytvoří se homogenní těsto, které pak zraje.
- Polokontinuální příprava těst pracuje na principu přípravy těsta v dížích, které jsou umístěny na otáčivém karuselu, díže jsou nastavovány do

různých pozic podle toho, jaká technologická část výroby se právě provádí.

- Kontinuální příprava těst, kdy je hnětač doplněn o dávkovací zařízení zajišťující plynulost výroby a mouka je přiváděna z denních zásobníků.

2.2.4 Zrání těsta

Po vyhnětení těsta se nechá těsto zrát a probíhá nakypření těsta. Způsoby nakypření těsta mohou být biologické, chemické či mechanické. U biologického nakypření, které probíhá pomocí mikroorganismů, dochází k alkoholovému kvašení, kdy kvasinky působí na zkvasitelné cukry a produkty tohoto procesu jsou oxid uhličitý a etanol. U chemického kypření můžeme jeho průběh regulovat výběrem kypřícího prostředku a prostředí, ve kterém bude působit. Chemicky kypřená těsta nevyžadují delší dobu zrání, a protože zde nedochází k fermentaci, výrobkům chybí chuťové složky. Při mechanickém kypření musí být těsto rychle zpracováno a nedochází ke zrání (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.2.5 Dělení a tvarování

Po procesu zrání dochází k dělení a tvarování těsta. Při dělení je těsto rozděleno na stejné díly o hmotnostech, které závisí na vyráběném výrobku. Aby se nastavila správná hmotnost výrobku, musíme znát, jaké budou ztráty při pečení (výpek) a také odpaření po upečení výrobku. Dělení může probíhat buďto ručně, což se provádí převážně v malých pekárnách. V průmyslových pekárnách dělení probíhá ve vsádkových děličkách, kontinuálních nebo pístových děličkách. Mezi dělením a tvarováním dochází ještě k předkynutí těsta, kdy se těsto uloží do kynárny, kde je řízená teplota a vlhkost (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Tvarování těst může probíhat ručně nebo strojově. Ruční tvarování se využívá u malého množství chlebových výrobků a pečiva běžného. Ručně se zpracovává pouze chleby s podílem žitné mouky více než 70 %, tyto těsta jsou velmi lepivá a strojně špatně zpracovatelná (ŠEDIVÝ A KOL., 2014). U běžného pečiva se využívá ručního zpracování hlavně při výrobě vánoček (MÜLLEROVÁ, 1993). Při mechanickém tvarování je těsto buď rozváleno na tenký plátek a srolováno, to se využívá u rohlíků a vek nebo se vytvoří bochánek těsta a do něj se shora vyrazí tvar (KUČEROVÁ, 2004). Při tvarování chleba se využívají skulovací nebo vyvalovací stroje. U skulovacích strojů se těsto

homogenizuje a získává pravidelný tvar, tento stroj dává tvar bochníků. Vyvalovacími stroji získáme tvar vek, tedy válcovitý tvar těsta (ŠEDIVÝ A KOL., 2014). U mechanického tvarování běžného pečiva pracujeme hlavně s pšeničným těstem o menší hmotnosti. Vytvarované výrobky pak putují do kynárny, kde je řízená teplota a vlhkost a kde dle druhu vyráběného pečiva kynou po určitý čas, než dojde k pečení (KUČEROVÁ, 2004). U kontinuální výroby se používají automatické pásové kynárny, kdy na jednu stranu vložíme klonek těsta a na druhé straně nám vyjde upečený výrobek. V malých pekárnách se výrobky dají do vozíku a převezou do kynárny a pak do pece (MÜLLEROVÁ, 1993).

2.2.6 Pečení

Pečení je jeden z nejdůležitějších technologických procesů, má velký vliv na finální kvalitu výrobku. Během pečení dochází k chemickým a koloidním změnám a to k činnosti amylolytických enzymů a fermentační činnosti kvasinek (MAINTZ, 2002). Aby byla střída vláčná, musí být přítomen dostatek vody pro škrob. Při pečení dochází ke tvorbě typických aromatických a chuťových složek, jejichž nejvýznamnějšími zdroji jsou cukry, které pocházejí ze škrobu a dalších polysacharidů (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Pečení můžeme rozdělit na několik fází. Nejdříve probíhá zapékání, kdy je teplota pečení nejvyšší, u chleba 240-280°C a u běžného pečiva 200-240°C. Postupně se teplota snižuje až na teplotu kolem 200°C a poté probíhá poslední část, tzv. dopékání (PŘÍHODA A KOL., 2003).

Dle způsobu výroby rozdělujeme pece na diskontinuální a kontinuální. U diskontinuálních (periodických) pecí probíhá pečení v cyklech a řadíme mezi ně pece etážové, boxové a pásové. Etážové pece pracují na principu sálavého tepla a používají se cyklotermické i termoolejové pece. Kontinuální (průběžné) pece pracují na principu průchodu výrobku celou pecí pomocí pohyblivého pásu. Tyto pece se liší dle používaného druhu pásu (MÜLLEROVÁ, 1993).

2.2.7 Chlazení

Po vytažení chleba z pece nastává další technologický proces a to vypékání. Dochází ke chladnutí výrobku a ke stabilizaci střídy. Teplota kůrky se po vytažení

pohybuje okolo 170°C a teplota střídky do 100°C. Proces chlazení je důležitý, aby nedošlo k zapaření a proto se výrobky umisťují do chladíren (PŘÍHODA A KOL., 2003).

2.3 Druhy chleba a běžného pečiva

Druhy chleba jsou v souladu s platnou legislativou dle obsahu mouk definovány následovně:

- pšeničný chléb, který obsahuje nejméně 90% podíl pšeničných mlýnských obilných výrobků (pšeničných mouk) z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků a tedy jen zanedbatelné množství mouk žitných (max. 10% na celkovou hmotnost mouk),
- žitný chléb, obsahující nejméně 90% podíl mlýnských obilných výrobků ze žita (žitných mouk) z celkové hmotnosti,
- žitnopšeničný chléb je pekařský výrobek, obsahující nadpoloviční množství žitné mouky (tedy více než 50 %) v poměru k mouce pšeničné, které musí být více než 10 % z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků,
- pšeničnožitný chléb je pekařský výrobek, obsahující nejméně 50% pšeničných mlýnských obilných výrobků (pšeničných mouk) a podíl mlýnských obilných výrobků ze žita musí být více, než 10% z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků,
- celozrnným chlebem se rozumí pekařský výrobek, jehož těsto musí obsahovat z celkové hmotnosti mlýnských obilných výrobků nejméně 80 % celozrnných mouk nebo jim odpovídající množství upravených obalových částic z obilky
- vícezrnný chléb je pekařský výrobek, do jehož těsta jsou přidány mlýnské výrobky z jiných obilovin než pšenice a žita, luštěniny nebo olejniny v celkovém množství nejméně 5 %,
- speciálním druhem chleba nebo pečiva se rozumí pekařský výrobek, který obsahuje kromě mlýnských výrobků ze pšenice a žita další složku jako obiloviny, olejniny, luštěniny, nebo brambory v množství nejméně 10 % z celkové hmotnosti mlýnských výrobků.

Druhy běžného pečiva jsou charakterizovány stejně jako u chleba. K nejčastěji vyráběným druhům patří pečivo z pšeničné mouky hladké světlé nebo polosvětlé. Mezi pšeničné pečivo patří rohlík tukový, houska ražená, chlebičková veka, banketka, bageta a pletýnka. Dalamánek nebo chlebánek jsou pšeničnožitné výrobky a k vícezrnnému pečivu řadíme šestizrnnou bagetu nebo kornrohlík (VYHLÁŠKA Č. 33/1997 SB.).

2.4 Výroba chleba a pečiva z netradičních surovin

2.4.1 Pseudocereálie

Nejčastěji se chléb a pečivo vyrábí z pšeničné nebo žitné mouky. Lze však použít i jiné druhy mouk z tzv. alternativních plodin, které jsou často určeny pro speciální výživu. Mezi alternativní plodiny (pseudocereálie) patří pohanka, proso, quinoa a amarant. Používají se i příměsi mouk kukuřičných, ovesných, sojových nebo ječných. Převážně se tyto mouky prodávají v obchodech se zdravou výživou. Jejich cena je poměrně vyšší a je to dáno hlavně nižší osevní plochou a složitějším technologickým procesem. Z hlediska botanického je neřadíme mezi obiloviny, ale jsou jako obiloviny používány. Tyto plodiny jsou významné především z hlediska nutričního a zdravotního.

2.4.1.1 Amarant

Amarant neboli laskavec má oproti tradičním obilovinám více proteinů a vlákniny. Semena jsou také dobrým zdrojem vitaminů a minerálních látek, zejména hořčíku, vápníku a draslíku a také obsahují vyšší obsah železa. Tuk, který je v amarantu obsažen, má především nenasycené mastné kyseliny, které mají příznivý účinek pro naše zdraví. V tuku nachází velmi důležitá látka skvalen, která zabraňuje syntéze cholesterolu a také je antioxidantem (KOPÁČOVÁ, 2007).

Amarant se může upravovat pražením nebo vařením, semena se také melou na mouku. Amarantová mouka se přidává hlavně k mouce pšeničné nebo kukuřičné, sama na pekařské výrobky být zpracována nemůže. Zlepšuje reologické vlastnosti těsta a neobsahuje lepek, má vliv barvu výrobku, především kvůli obsahu barviv anthokyanů (KALINOVÁ, DADÁKOVÁ, 2009).

2.4.1.2 Quinoa

Quinoa neboli Merlík chilský patří mezi bezlepkové potraviny. Semena je možno využít celá nebo se melou na mouku a krupici (KOPÁČOVÁ, 2007). Quinoa je významná hlavně díky své vysoké stravitelnosti, nutriční hodnotě a má také příjemnou chuť. Oproti pšenici má vyšší obsah proteinů, lipidů, vlákniny i vitaminů a minerálních látek (MAHONEY A KOL., 1975). Nevýhodou je vysoký obsah saponinů a taninů, které mají hořkou chuť a negativně ovlivňují pekárenské zpracování. Hořké chuti se zbavíme promytím semen ve studené tekoucí vodě (RUALES, NAIR 1992). Quinoová mouka se přidává k moukám pšeničným, kukuřičným a lze z nich vyrobit chléb, sušenky i těstoviny. Pokud je přídavek mouky více jak 30 %, lze očekávat hořkou chuť výrobku (LORENZ, 1990).

2.4.1.3 Pohanka

Obsah bílkovin, tuků, sacharidů i bílkovin je v pohance nutričně velmi příznivý. Ve srovnání s ostatními obilovinami má pohanka optimální zastoupení esenciálních aminokyselin. Pohanka má také vysoký obsah nenasycených mastných kyselin, důležitý je také obsah vlákniny. Velmi hodnotnou potravinou jsou pohankové otruby, jelikož obsahují velké množství vitaminů, hlavně vitaminy skupiny B a E. V pohance najdeme také přírodní antioxidanty, především rutin (PRUGAR, 2008). U nás je produkováno asi 40 výrobků z pohanky, které většinou mají označení bio. Jedná se především o mouku či krupici, lámanku nebo kroupy (MOUDRÝ A KOL., 2005).

2.4.2 Olejníny

Olejníny se v pekárenství využívají především na ozdobu povrchů různých druhů pečiva a to v podobě celých zrn. Lze je však přidat i do těsta. Na posypy pečiva se často používají lněná semínka, zrna sezamu, máku nebo slunečnicová semínka.

2.4.2.1 Len setý

V pekárenském průmyslu se využívají semena celá nebo mletá. V podobě celých zrn se používají jako přídavek do rohlíků, těstovin nebo vícezrnných chlebů. Používají se přímo do těsta nebo jako posyp na povrch výrobku. Mletá zrna se mohou používat jako náhrada tuku nebo mouky (ZUKALOVÁ A KOL., 2012). Len je dobrým zdrojem fytoestrogenů a alfa-linolové kyseliny, které příznivě působí na lidský organismus.

Snižují riziko onemocnění diabetes, ale také snižují vznik rakoviny prsu a působí příznivě na játra a ledviny (FITZPATRICK, 2007).

2.4.2.2 Mák setý

Mák se používá především jako náplň do sladkého pečiva, buchet a koláčů, ale také na ozdobení povrchu běžného pečiva.

2.4.2.3 Slunečnice roční

Slunečnice obsahuje vysoké množství nenasycených mastných kyselin a málo antinutričních látek, což má příznivý účinek na lidský organismus. (ZUKALOVÁ, 2012). Také vynikají svým obsahem kvalitních bílkovin a tuků a mají vysokou energetickou hodnotu. Semena také obsahují vitaminy, především vitamin E, který je antioxidant a také vitaminy skupiny B. Slunečnicová semena můžeme použít jako posyp na pečivo, také se přidávají do těst při přípravě vícezrnných chlebů (PETR, 1998).

2.4.2.4 Sezam indický

Semena sezamu obsahují až 50 % oleje a mají vysoký obsah bílkovin. Také jsou semena bohatá na vitamin E a nenasycené mastné kyseliny, které působí příznivě na náš organismus. Semena se používají buď na olej nebo na zdobení povrchu různých druhů pečiva nebo se mohou přimíchat k těstu (ZUKALOVÁ, 2012). Poslední dobou se stále častěji vyrábějí vícezrnné pečárenské výrobky, kdy součástí směsi jsou i semena sezamu, které dávají výrobku oříškovou chuť (INDRANI A KOL., 2010).

2.5 Využití pšeníc s netradičním zbarvením obilky pro výrobu chleba a pečiva

Zrno těchto pšeníc je uznáváno jako dobrý zdroj zdraví prospěšných látek, jako jsou dietní vláknina, fenolické látky, tokoferoly a karotenoidy. V současnosti se vědci věnují výzkumu pšenice s netradičním zbarvením obilky. Tyto odrůdy pšenice mají vlastnosti pšenice seté, ale zároveň obsahují i látky prospěšné organismu, antokyany (ABDEL-ALL A KOL., 2003).

Antokyany jsou biologicky aktivní látky, které jsou významné především kvůli jejich antioxidačnímu účinku. Mají vliv na dormanci a klíčení obilky, ale jsou účinné i proti biotickému i abiotickému stresu a mají blahodárny vliv na zdraví (LACHMAN A

KOL., 2003). Zmírňují riziko oxidačního poškození, preventivně působí proti kardiovaskulárním onemocněním (WALLACE, 2011).

Jedná se o odrůdy s modrým aleuronem a purpurovým perikarpem a také se žlutým endospermem. Pšenice s netradičně zbarvenou obilkou je bohatá na přírodní pigmenty, proteiny, vitamíny, aminokyseliny (CHŇAPEK, 2010). Odrůdy pšenice s netradičním zbarvením zrna mohou významně rozšířit sortiment potravin a mohly by se stát funkční potravinou (MARTINEK, 2010). Využití barevných pšenic, s modrým aleuronem a purpurovým perikarpem, se předpokládá v celozrnných moukách a to především proto, že se pigmenty nachází v povrchových vrstvách, na rozdíl od karotenoidů, které jsou více v endospermu (ŠTIASTNA A KOL., 2014).

Nejvyšší obsah antokyanů byl zjištěn v modré pšenici, následuje pšenice s purpurovým a červeným zbarvením obilky. Separací antokyanů pomocí kapalínové chromatografie bylo zjištěno, že každá pšenice má odlišné zastoupení antokyanů (ABDEL-AAL, 2003). V modré pšenici převažuje delphinidin-3-O-rutinosid, delphinidin-3-O-glukosid a malvidin-3-O-glukosid. V pšenici s purpurovým zbarvením obilky je to kyanidin-3-O-glukosid, peonidin-3-O-galaktosid a malvidin-3-O-glukosid. Z celkového počtu antokyanů zbývá strukturálně identifikovat 40 – 70 % (FICCO A KOL., 2014).

Červené zbarvení obilky se vyskytuje u většiny běžných odrůd pšenice. Obsahují hořké fenolické látky, které pozitivně působí na odolnost odrůdy proti prorůstání. Sloučeniny fenolu mohou oxidovat na polyfenoly (tanin a lignin), které chrání proti chorobám (MARTINEK A KOL., 2014). Odrůdy s bílým zrnem mají nižší obsah fenolických látek, pšenice je tedy náchylnější k prorůstání, zrna je sladší, čehož je možné využít v cukrářství (MARTINEK A KOL., 2012). Pšenice s purpurovým perikarpem se vyznačuje přítomností antokyanů v povrchové vrstvě obilky. Genové zdroje jsou jarní a ozimé, k jarním se řadí i odrůda Konini (MARTINEK A KOL., 2010). Odrůda pšenice s modrým aleuronem byla vyšlechtěna v první polovině 20. stol. Šlechtění probíhalo mezidruhovým křížením i příbuznými druhy. Původně se odrůda šlechtila především pro odolnost proti chorobám a dobrý výnos (SYED JAAFAR A KOL., 2013). Genové zdroje jsou jarní a zimní, k zimním patří i odrůda Skorpion (VYHNÁLEK A KOL., 2013).

Ačkoliv se modré a purpurové odrůdy pšenice zatím zřídka využívají pro výrobu pečiva, pšenice s černým zbarvením obilky se využívá pro výrobu chleba a to díky vysokému podílu vysokomolekulárních gluteninů, které příznivě ovlivňují technologické vlastnosti těst. Pšenice má vysoký obsah dusíkatých látek oproti běžným odrůdám, síla lepku je ale slabší (PREEDY A KOL., 2011).

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Materiál

Pro pekařský pokus byly použity odrůdy barevných pšenic Konini a Skorpion.

3.1.1 Charakteristika pšenice odrůdy Konini

Konini je odrůda jarní pšenice, která má purpurové zbarvení perikarpu obilky. Nejvíce antokyanů se u Konini nachází v povrchové vrstvě obilky. Obsah antokyanů je dán především kyanidin 3-glukosidem a peonidin 3-glukosidem (KNIEVEL ET AL 2009). Zrno odrůdy Konini má dobrou kvalitu a její použití je vhodné především ve formě celozrnných mouk, ale i jako standardně mletá pšenice.

3.1.2 Charakteristika pšenice odrůdy Skorpion

Skorpion je odrůda ozimé pšenice s modrým zbarvením zrna a byla vyšlechtěna českými šlechtiteli. V roce 2011 byla zaregistrována v Rakousku. Modré zbarvení zrna způsobuje zbarvení šrotu i mouky. Díky svému neobvyklému zbarvení je určena pro speciální využití v potravinářství (MARTINEK A KOL., 2013). Antokyaniny, které jsou významnými antioxidanty schopné redukovat volné radikály u živočichů, způsobují modré zbarvení aleuronu (KNIEVEL A KOL., 2009). Odrůda Skorpion má v porovnání s většinou ostatních evropských odrůd nižší výnos. Pekařská jakost odrůdy Skorpion se pohybuje na úrovni kvality B.

Skorpion se řadí mezi středně pozdní až pozdní odrůdy, středně vysokého vzrůstu, středně až méně odnožující. Výtěžnost mouky je střední, bobtnavost lepku střední až vysoká, číslo poklesu velmi nízké. Stabilita těsta je velmi nízká a tažnost těsta velmi vysoká. Lepivost těsta je vyšší kvůli nízké stabilitě a nízkému číslu poklesu. Nevýhodou této odrůdy jsou nevyrovnané technologické parametry, které mohou způsobovat problémy u větších pekáren. Odrůda Skorpion je doporučována pro výrobu celozrnných rohlíčků (MARTINEK A KOL., 2012).

3.1.3 Charakteristika použitého sladu

Z těchto odrůd byl v mikroskladovně na Ústavu technologie potravin vyroben slad. Postup výroby sladu byl následující:

- Máčení dvoudenní se třemi namáčkami.
- Klíčení šestidenní s pravidelnou kontrolou proti srůstání.
- Hvozďení sladu dvoudenní se třemi teplotními režimy dotahovací teplotou 80°C.

Slady byly použity pro tvorbu receptur.

3.2 Metodika

Slad z barevných pšenic byl před použitím těsta upraven. Polovina sladu z každé odrůdy byla nejprve zbavena klíčků. Poté byla vždy polovina odkličkovaného i neodkličkovaného sladu pošrotována na šrotovníku Romill MS 100 a 2. polovina pomleta na laboratorním mlýnu Chopin. Následující tabulka č. 1 uvádí jednotlivé varianty pokusu.

Tab. 1 Složení směsí dle použitých surovin

Var.	Receptura	Mouka hladká pšeničná (%)	Slad (%)
1	Kontrolní varianta	100	
2	Varianta Konini - šrot - odkličkovaný slad	95	5
3	Varianta Konini - šrot - neodkličkovaný slad	95	5
4	Varianta Konini - mouka - odkličkovaný slad	95	5
5	Varianta Konini - mouka neodkličkovaný slad	95	5
6	Varianta Skorpion - šrot - odkličkovaný slad	95	5
7	Varianta Skorpion - šrot - neodkličkovaný slad	95	5
8	Varianta Skorpion - mouka - odkličkovaný slad	95	5
9	Varianta Skorpion - mouka neodkličkovaný slad	95	5

U uvedených směsí byl proveden pekařský pokus (Rapid Mix Test) dle receptury (Tab. 2). Těsto bylo připraveno na záraz ze všech surovin, hnětení probíhalo v rychlohnětači po dobu cca 1 minuty. Po vyhnětení těsta následovalo kynutí po dobu 20 minut v laboratorní kynárně při teplotě 32 ± 1 °C a relativní vlhkosti vzduchu 80 ± 5 %. Po 20 min. zrání se těsto zvažilo a ručně vytvarovalo do klonků o hmotnosti 80 g a následně vložilo do kynárny k dokynutí na dobu 25 min. Potom následovalo pečení v zapárené peci (přídavek 50ml vody na začátku pečení) po dobu 20 min. při teplotě 230 – 240 °C. Hodnocení výrobků proběhlo 1 hodinu po upečení. Stanoven byl měrný objem pečiva a další parametry jako výtěžnost těsta a výtěžnost pečiva, ztráta pečením, objemová výtěžnost, výška, šířka a poměrové číslo.

Tab. 2 Receptura pekařského pokusu

Surovina	Navážka (g)
Mouka + slad	500
NaCl	7,5
Droždí	25
Cukr	5
Tuk	5

3.2.1 Senzorické hodnocení pečiva

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

3.2.2 Metody vyhodnocení výsledků

Výsledky pekařského pokusu a senzorického hodnocení byly zpracovány tabelárně a graficky. Výsledky senzorické analýzy byly vyhodnoceny statisticky metodou ANOVA (program Statistica 12).

4 VÝSLEDKY A DISKUSE

4.1 Vyhodnocení pekařského pokusu

V rámci pekařského pokusu byly hodnoceny následující parametry: hmotnost těsta a pečiva, výtěžnost těsta a pečiva (Tab. 3), měrný objem pečiva, ztráta pečením, výška, šířka a poměrové číslo (Tab. 4).

Tab. 3 Hmotnost a výtěžnost těsta a pečiva

Varianta	Hmotnost těsta (g)	Výtěžnost těsta (%)	Hmotnost pečiva (g)	Výtěžnost pečiva (%)
1	825,5	165,1	712,26	142,5
2	833,2	175,4	714,63	150,45
3	830,4	174,8	708,66	149,19
4	832,6	175,3	725,47	152,73
5	831	174,9	727,15	153,08
6	829,4	174,6	730,16	153,72
7	828,2	174,4	733,32	154,38
8	829,4	174,6	728,7	153,41
9	832,2	175,2	726,61	152,97

Hmotnost těsta se pohybovala od 825,5 g do 833,2 g. Nejvyšší hmotnost měl vzorek číslo 2 (Konini – hrubě mletý odkličkovaný slad), nejnižší hmotnost byla zaznamenána u kontrolní varianty. Z hmotnosti těsta lze vypočítat jeho výtěžnost, kdy menší hmotnost znamená nižší výtěžnost těsta. Nejvyšší výtěžnost těsta měly varianty 2, 4 a 9. Rozdíly mezi variantami obsahujícími slad v receptuře byly ale malé. Výjimku zde tvořila pouze kontrolní varianta, která se výrazněji odlišovala a měla výtěžnost o cca 10 % nižší. Tyto rozdíly se projeví i ve výtěžnosti pečiva.

Ztráta pečením u běžného pečiva by se měla pohybovat okolo 10 – 13 % (KUČEROVÁ, 2004). Vyšší hodnoty přes 14 % byly zjištěny u variant č. 2 a 3. U ostatních vzorků byly hodnoty nižší a příliš se od sebe nelišily.

Objem pečiva patří k jednomu z nejdůležitějších ukazatelů, které pekaři sledují. Jeho velikost je mírou pekařské jakosti. Objem je ovlivňován především jakostí surovin (INGR A KOL., 2007). Průměrné hodnoty objemu u kvalitních odrůd pšenice se pohybují okolo 453 ml/100g pečiva. HRUŠKOVÁ A KOL. (2008) uvádí jako výsledky prováděného monitoringu kvality pšenice hodnoty objemu 323 - 363 ml/100g. V našem případě se u

všech vzorků objemová výtěžnost pohybovala okolo 430ml, z čehož vyplývá, že sestavené směsi, kde základ tvořila mouka z tržní sítě, byly kvalitní.

Tab. 4 Ztráta pečením, objemová výtěžnost, výška, šířka a poměrové číslo

Varianta	Ztráta pečením (%)	Objemová výtěžnost (ml/100g)	Výška (cm)	Šířka (cm)	Poměrové číslo
1	13,72	433	5,5	8	0,69
2	14,23	430	4,4	8,3	0,53
3	14,66	425	4,5	7,9	0,57
4	12,87	432	4,6	8,1	0,57
5	12,50	437	4,9	7,9	0,62
6	11,97	435	4,6	7,6	0,61
7	11,46	432	4,5	8	0,53
8	12,14	435	4,4	8,2	0,54
9	12,69	435	4,2	8,8	0,48

Další veličinou, která byla v rámci pokusů sledována, bylo poměrové číslo, které je charakterizováno jako poměr výšky a šířky. Za velmi dobrou mouku je považována ta, která má hodnoty poměrového čísla nad 0,700, za dobrou mouku 0,601 - 0,700 a za slabou mouku 0,501 - 0,600. Jestli je poměrové číslo menší než 0,500, tak je mouka považována za nevyhovující pro pekařské účely (SKOUPIL, 1989). Hodnoty poměrového čísla se u jednotlivých vzorků lišily. Žádný ze vzorků nevykazoval hodnoty, které by odpovídaly velmi dobré mouce. Nejvyšší hodnota (0,69) byla stanovena u kontroly. Nejnižší poměrové číslo vykazoval vzorek č. 9, a to 0,48. Ukázalo se, že přídavek sladu negativně ovlivnil hodnotu poměrového čísla, tj. vyklenutí pečiva, u všech výrobků.

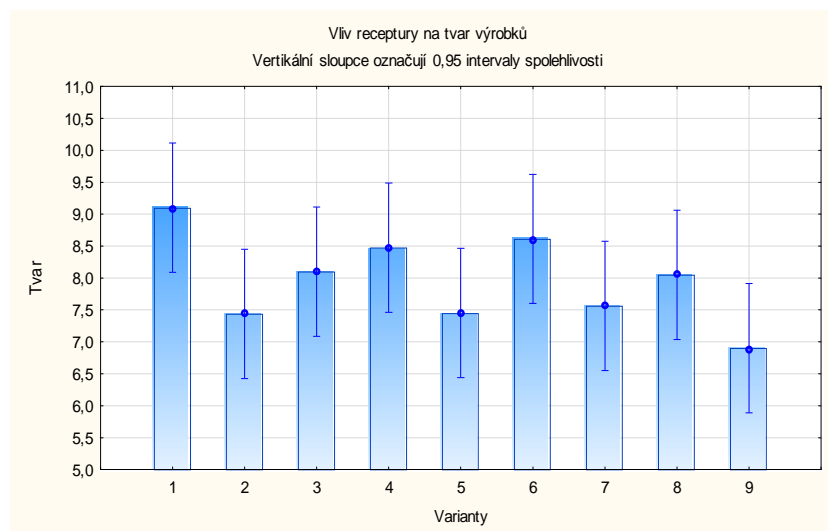
4.2 Vyhodnocení senzorické analýzy

V rámci senzorického hodnocení byly hodnoceny tvar, barva kůrky, vůně, pružnost a barva střídý, snadnost ukousnutí, pocit v ústech po krátkém žvýkání, konzistence, chuť a celkový dojem výrobku. Výrobky byly vyfotografovány a jsou součástí příloh.

Pečivo by mělo být správně vykynuté a mělo by mít pravidelný tvar (KUČEROVÁ, 2004). Jako nejlepší v tomto parametru bylo označeno pečivo varianty č. 1 (kontrola). Varianty s přídavkem různě upraveného sladu vykazovaly nižší hodnoty oproti kontrole (obr. 1). Nejhorší tvar měly výrobky u var. kde byl do těsta přidán jemně mletý odkličkovaný slad odrůdy Skorpion.

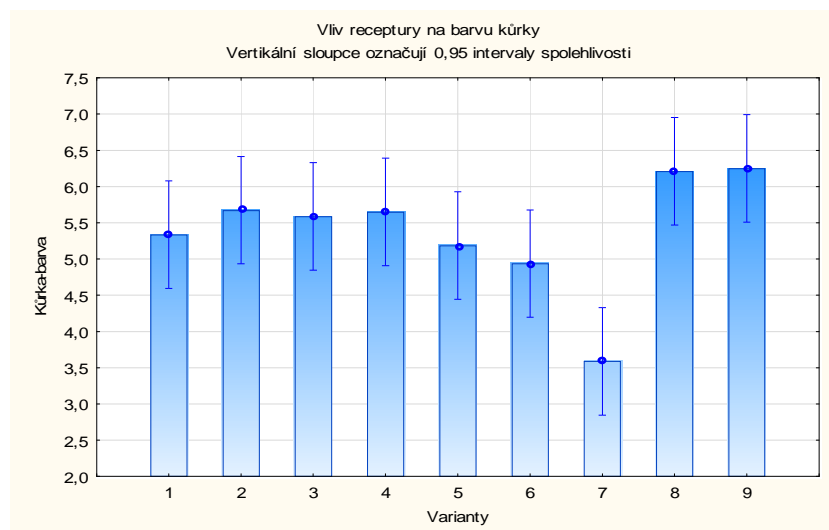
Výrobky této varianty se vyznačovaly i nejhorším poměrovým číslem. Druhou nejnižší hodnotu vykazovala varianta č. 2. Pečivo této varianty obsahovalo přídavek

hrubě mletého odkličkovaného sladu (Konini). Jak uvádí LAI A KOL. (1989), hrubé částice šrotu narušují lepkovou strukturu střídy výrobku a to se mohlo projevit i v tomto případě.



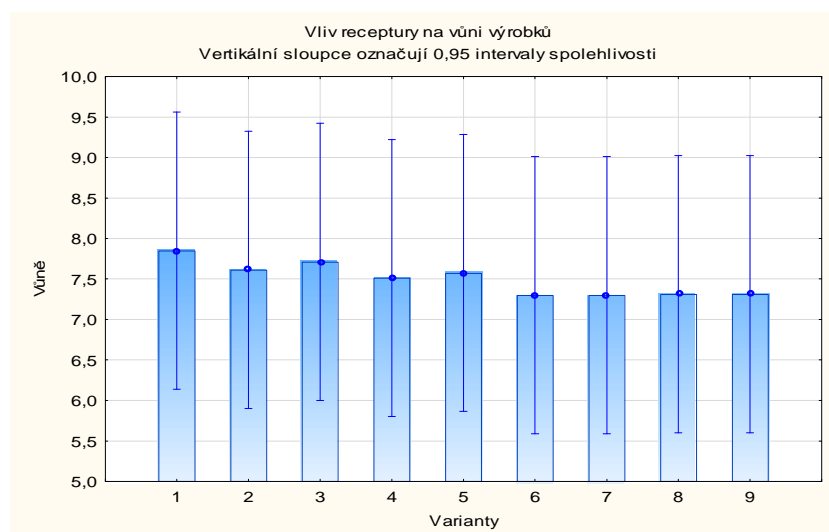
Obr. 1 Vliv receptury na tvar výrobku

Kůrka by měla být stejnoměrně a optimálně vybarvená a měla by obsahovat dostatek chuťových i aromatických látek (INGR A KOL., 2007). Barva kůrky pečiva byla posuzována od příliš světlé po příliš tmavou (obr. 2). Výrazně tmavší barva kůrky byla zaznamenána u variant, kde byl použit přírůdek jemně mletého sladu odrůdy Skorpion. Varianta č. 7 byla ohodnocena jako nejsvětější. Tato varianta obsahovala také slad odrůdy Skorpion, ale v hrubě pomleté neodkličkované formě. U hrubě pomletého sladu nejsou barevné pigmenty v těstě tak rozptýlené, jako u sladu jemně pomletého. Stupeň pomletí zrna následně ovlivňuje barvu pečiva (JAROŠOVÁ, 2001) a to se projevilo i v našich pokusech.



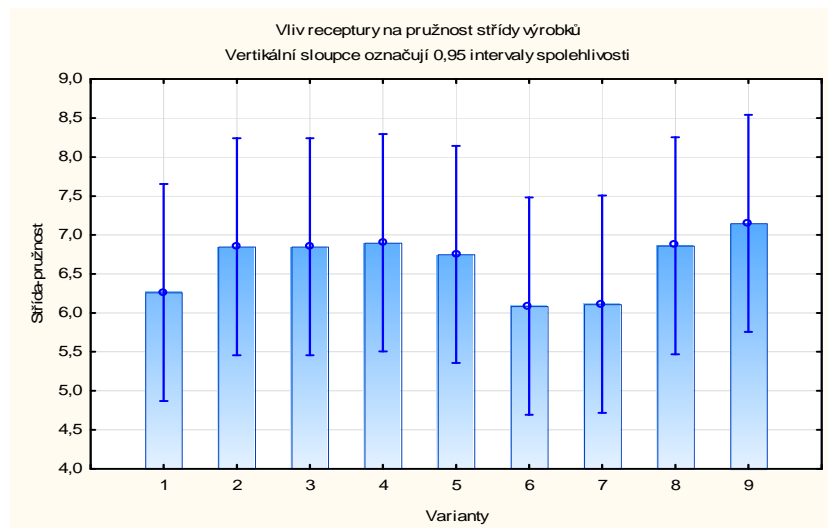
Obr. 2 Vliv receptury na barvu kůrky

Vůně by měla být příjemná, výrazně chlebová či pečivová a měla by charakterizovat daný výrobek (INGR A KOL., 2007). Hodnoty vůně se od sebe příliš nelišily, a pohybovaly se v úzkém rozmezí (obr. 3).



Obr. 3 Vliv receptury na vůni výrobku

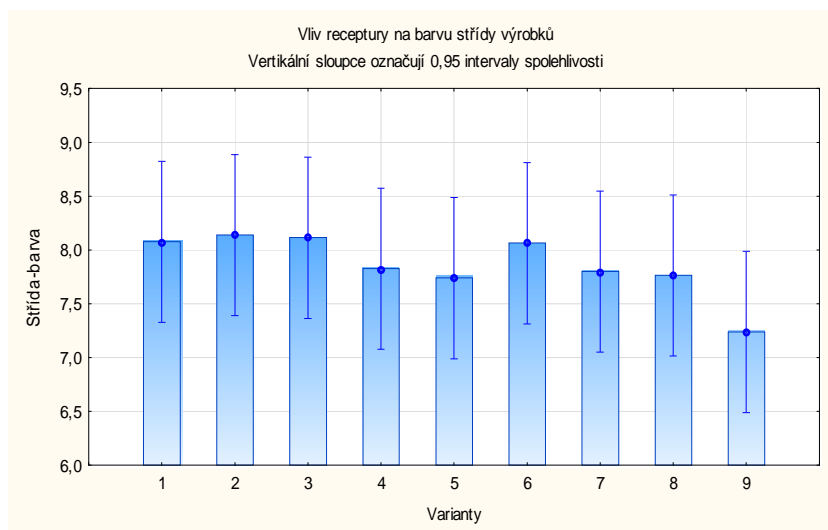
Nejlepších výsledků dosahovala kontrolní varianta, která byla označena jako nejpříjemnější. Slad přidávaný do pečiva odpovídal plzeňskému typu (hvozdění při 80°C), při této teplotě nevzniká ve sladu tolik aromatických látek (PROCHÁZKA, KOSAŘ, 2000) a proto přídavek výrazněji vůni výrobku neovlivnil.



Obr. 4 Vliv receptury na pružnost střídy výrobku

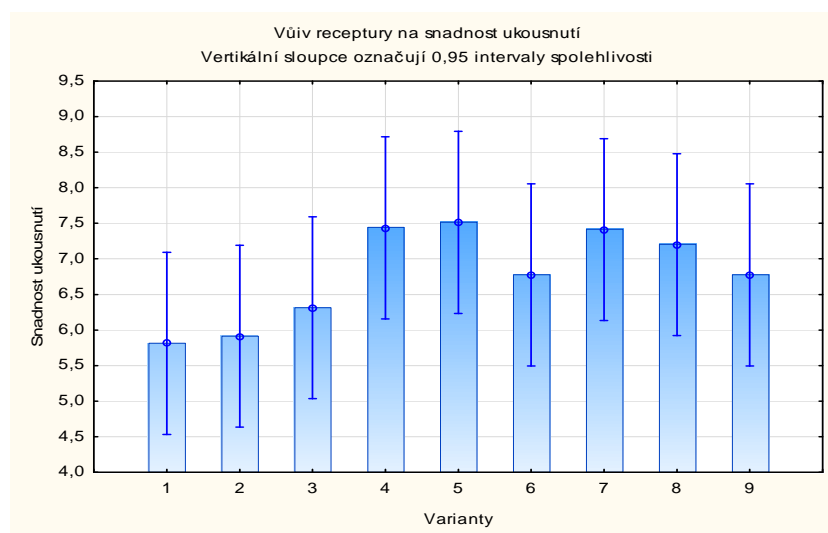
Střída pečiva by měla být pevná s přiměřenou vlhkostí, zároveň i pružná a kyprá (INGR A KOL., 2007, KUČEROVÁ, 2004). Podle těchto parametrů byly nejlépe ohodnoceny varianty č. 8 a 9. Obě varianty obsahovaly přídavek jemně mletého sladu (Skorpion). V jemně mletém sladu je obsaženo velké množství rozpustné i nerozpustné vlákniny. Vláknina příznivě působí na zpomalení stárnutí pečiva a udržuje vláčnost střídy (PŘÍHODA A KOL., 2013) a to se zřejmě projevilo i v tomto případě. Nejvyšších hodnot dosahovala varianta č. 9, u které byl použit neodkličkovaný slad. Mohl se zde projevit i vliv tuku, který je v klíčku obsažen. Je-li obsah tuku v běžném pečivu nízký, fyzikální vlastnosti výrobku mohou být negativně ovlivněny (PŘÍHODA A KOL., 2013). Nižší hodnoty byly zaznamenány u variant č. 6 a 7, které obsahovaly hrubě mletý slad (Skorpion), jejich střída byla méně pružná a vláčná (obr. 4).

Barva střídy byla hodnocena z hlediska povzbuzení chuti ke konzumaci pečiva. Nejlepší výsledky vykazovaly varianty č. 2 a 3, kdy byl do těsta přidán hrubě mletý odkličkovaný a neodkličkovaný slad (Konini). Střída výrobku obsahuje hrubé částice, proto měl hodnotitel pravděpodobně dojem, že se jedná o celozrnný výrobek (obr. 5).



Obr. 5 Vliv receptury na barvu střída

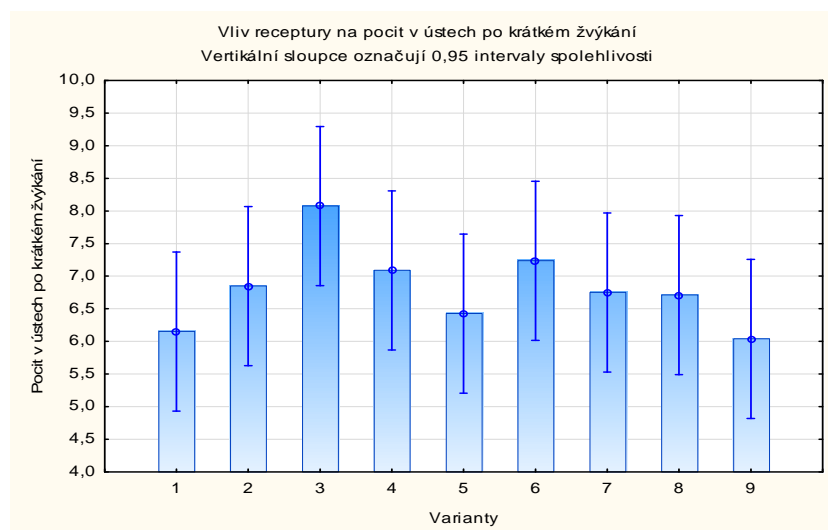
Při konzumaci takových výrobků pak má hodnotitel pocit, že podporuje své zdraví a hodnotí tyto vzorky kladněji (JAROŠOVÁ, 2001). Nejnižší hodnoty byly u varianty č. 9, která byla vyhodnocena jako nejméně přitažlivá. Mouka odrůdy Skorpion způsobila mírně našedlou barvu střída (foto část Přílohy). Výrobek tak byl odlišný od ostatních výrobků a nekorespondoval s tím, na co je spotřebitel zvyklý.



Obr. 6 Vliv receptury na snadnost ukousnutí

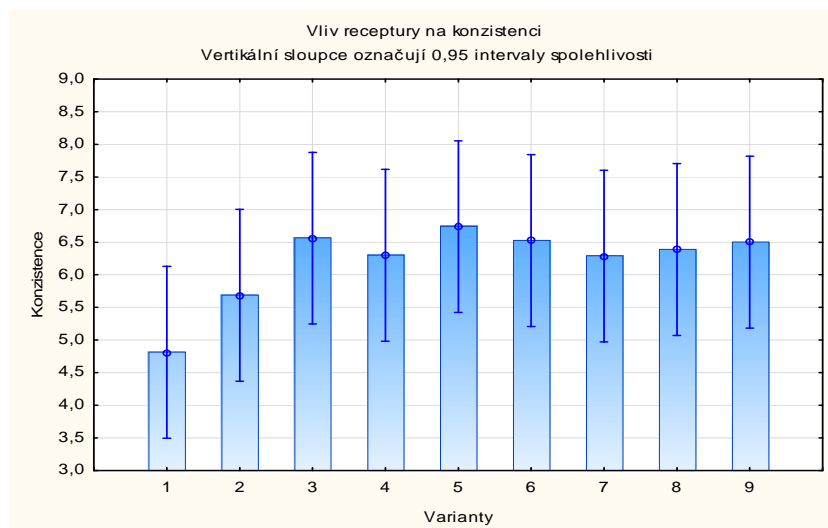
Pečivo by mělo jít snadno ukousnout. Z tohoto hlediska byla nejlépe vyhodnocena varianta pečiva č. 5. Tato varianta obsahovala přídavek jemně mletého neodkličkovaného sladu (Konini). Přídavek mohl způsobit zvýšení obsahu tuku v těstě. (PŘÍHODA A KOL., 2013) v souvislosti s tím uvádí, že u běžného pečiva s vyšším

obsahem tuku dochází k mírnému ztvrdnutí, ale zároveň pečivo zůstává křehké a dobře rozkousatelné. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány u vzorku č. 1 (kontrola), který byl hodnotiteli vyhodnocen jako nejtěžší k ukousnutí. Přídavek sladu do pečiva způsobil, že střída výrobku byla vláčnější a kůrka jemnější (obr. 6).



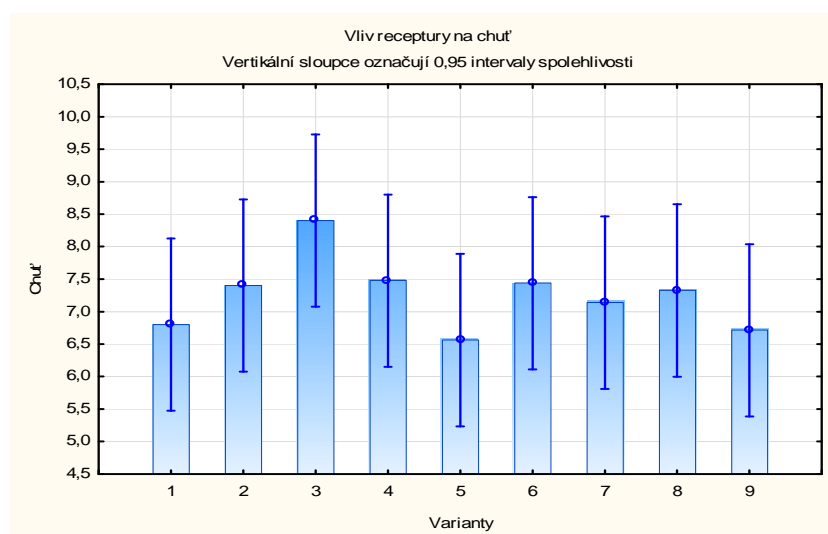
Obr. 7 Vliv receptury na pocit v ústech po krátkém žvýkání

Po krátkém žvýkání byl nejlépe hodnocen vzorek č. 3, který obsahoval neodkličkováný hrubě pomletý slad (Konini). Jak již bylo uvedeno výše, hodnotitel může mít pocit, že se jedná o celozrnné výrobky, tudíž že konzumací podporuje své zdraví, což mohlo zapříčinit kladné ohodnocení. Dalším faktorem, proč tato varianta dosahovala nejlepších výsledků, může být vyšší obsah tuku v pečivu. Pšenice obsahuje asi 1,5 – 3 % lipidů a hlavní podíl je soustředěn do klíčku (PRUGAR A KOL., 2008). (JAROŠOVÁ, 2001) uvádí, že vyšší obsah tuku v potravinách může způsobovat lepší výsledky při sensorické analýze. Nejnižší hodnotu vykazuje varianta č. 9. Druhá nejnižší hodnota byla zaznamenána u varianty č. 1, což je kontrola.



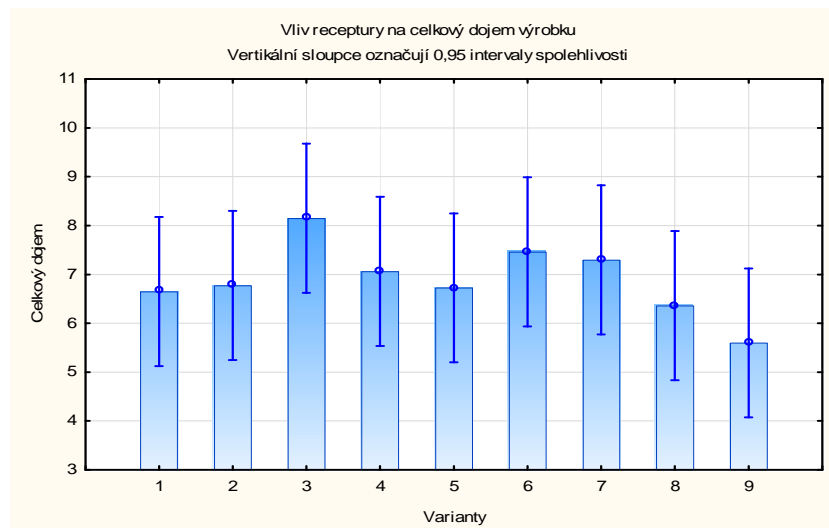
Obr. 8 Vliv receptury na konzistenci

Pečivo obohacené přídavkem sladu z barevných pšeníc mělo lepší konzistenci než kontrolní varianta (obr. 8). Svou roli zde mohla sehrát i vyšší vlhkost výrobků.



Obr. 9 Vliv receptury na chuť

Chuť pečiva souvisí s jeho vůní. Chuť by měla být příjemná, typická pro daný výrobek a bez cizích příchutí (INGR A KOL., 2007). Dle těchto parametrů byla nejlépe vyhodnocena varianta č. 3, jejíž chuť byla v porovnání s kontrolou nadprůměrně příjemná. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány u vzorku č. 5 a 9. Tyto varianty pečiva obsahovaly přídavek jemně mletého neodkličkováného sladu (Konini, Skorpion). V porovnání s kontrolou byly pro hodnotitele všechny ostatní varianty z hlediska chuti příjemnější (obr. 9).



Obr. 10 Vliv receptury na celkový dojem výrobku

Celkový dojem z pečiva s přidavkem sladu barevných pšenic je pozitivní. Všechny varianty, vyjma varianty č. 8 a 9, měly v porovnání se standardem lepší hodnocení. Nejlépe vyhodnocen byl vzorek č. 3, na jehož výsledku se nejvíce podílela chuť pečiva. Nejnižší hodnota byla zaznamenána u varianty č. 9. Tato varianta dosáhla nejnižších výsledků i z hlediska chuti.

V rámci pekařského pokusu byl největší důraz kladen na 3 faktory, které nejvíce ovlivňovaly výslednou kvalitu výrobku. Prvním faktorem byla odrůda použité barevné pšenice (Konini nebo Skorpion), ze kterých byl vyroben za stanovených podmínek slad. Pečivo s přidavkem sladu z odrůdy Konini vykazovalo v šesti deskriptorech z deseti lepších výsledků, než pečivo, do kterého byl přidán slad z odrůdy Skorpion. Druhým faktorem byl slad, který byl použit v odkličkované nebo neodkličkované formě. Pečivo s přidavkem odkličkovaného sladu bylo ve více parametrech hodnoceno jako lepší. Pro spotřebitele je u pečiva velmi důležitá jeho chuť. Chuť byla lepší u vzorků obsahující slad bez klíčku. Neodkličkovaný slad zase zlepšoval snadnost ukousnutí, vůni, konzistenci a pružnost střídy. Posledním faktorem, který měl vliv na kvalitu výrobků, byla granulace barevného sladu. To znamená, jestli byl slad přidán do těsta jemně (mouka) nebo hrubě pomletý (šrot). Slad ve formě mouky zlepšoval pružnost střídy, konzistenci a snadnost ukousnutí pečiva. Celkově byl ale lépe hodnocen přídavek sladu ve formě šrotu.

5 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce na téma „Možnosti modifikace výroby chleba a pečiva“ bylo prostudovat dostupnou literaturu a vypracovat literární přehled a provést experimentální pokus na dané téma.

První část závěrečné práce byla věnována klasickým surovinám, které se využívají pro pekárenské účely. Popsána byla především pšeničná a žitná mouka. V další části byla charakterizována technologie výroby jak chleba, tak i běžného pečiva. V poslední části literárního přehledu byly popsány netradiční suroviny používané v pekárenství. Především se jednalo o barevné pšenice, které jsou v poslední době hodně diskutovány, hlavně kvůli svému obsahu antioxidantních látek.

Praktická část byla zaměřena na běžné pečivo s přídavkem pšenice s netradičním zbarvením obilky. Byl proveden pekařský pokus, na který byly použity přídavky sladu z odrůdy pšenice s modrým aleuronem Skorpion a z odrůdy pšenice s purpurovým perikarpem Konini. U pekařského pokusu se hodnotily následující ukazatele: hmotnost a výtěžnost těsta, měrný objem, ztráta pečením, hmotnost a výtěžnost pečiva, výška, šířka a poměrové číslo. U jednotlivých vzorků bylo provedeno sensorické hodnocení proškolenými hodnotiteli.

Vyhodnocením jednotlivých ukazatelů pekařského pokusu bylo zjištěno, že nejvyšší hmotnost těsta měl vzorek č. 2, který měl zároveň i nejvyšší výtěžnost těsta. Celkově varianty pečiva obsahující slad z pšenice Konini měly hodnoty výtěžnosti vyšší, než varianty pečiva s obsahem sladu z pšenice Skorpion. Důležitý ukazatel, měrný objem pečiva, vykazoval u všech vzorků v porovnání s komerční pšenicí nadprůměrně vyšší hodnoty. Ani jeden vzorek neměl hodnoty poměrového čísla vyšší než 0,700, což jsou hodnoty odpovídající mouce velmi dobré.

U sensorické analýzy byly hodnoceny tyto parametry: tvar a barva kůrky, vůně, pružnost a barva střídy, snadnost ukousnutí, pocit v ústech po krátkém žvýkání, konzistence, chuť a celkový dojem výrobku. Pečivo s přídavkem sladu z odrůdy pšenice Konini vykazovalo v šesti deskriptorech z deseti lepších výsledků, než pečivo s přídavkem sladu z odrůdy pšenice Skorpion. V porovnání odkličkované a neodkličkované formy sladu, dosahovalo lepších výsledků pečivo s přídavkem odkličkovaného sladu. Chuť, která je pro konzumenta velmi důležitá, byla nejlepší u vzorků s odkličkovaným sladkem. Z hlediska granulace mouky byl celkově lépe hodnocen přídavek sladu hrubě pomletého.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABDEL-AAL EL-SAYED M., YOUNG J. a RABALSKI I. Anthocyanin Composition in Black, Blue, Pink, Purple, and Red Cereal Grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006, vol. 54, issue 13, s. 4696-4704. DOI: 10.1021/jf0606609.

ABDEL-AAL EL-SAYED M. a HUCL P. Composition and Stability of Anthocyanins in Blue-Grained Wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003, vol. 51, issue 8, s. 2174-2180. DOI: 10.1021/jf021043x

CAUVAIN, S. YOUNG L. *Baked products: science, technology and practice*. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2006, XII, 228 p. ISBN 978-140-5127-028.

DELCOUR, J., HOSENEY A. R., HOSENEY R. *Principles of cereal science and technology*. 3rd ed. St. Paul, Minn.: AACCI International, c2010, VII, 270 p. ISBN 978-189-1127-632.

DOSTÁLOVÁ, J. a KADLEC P. *Potravinářské zbožížnalství: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014, 425 s. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.

EDWARDS, W. *The science of bakery products*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, c2007, XIV, 259 s. ISBN 978-0-85404-486-3.

FICCO, D., DE SIMONE V., COLECCHIA A.S., PECORELLA I., PLATANI C., NIGRO F., FINOCCHIARO F., PAPA R. a DE VITA P. Genetic Variability in Anthocyanin Composition and Nutritional Properties of Blue, Purple, and Red Bread (*Triticum aestivum* L.) and Durum (*Triticum turgidum* L. ssp. *turgidum* convar. *durum*) Wheats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014-08-27, vol. 62, issue 34, s. 8686-8695. DOI: 10.1021/jf5003683.

HRUŠKOVÁ, M., ŠVEC I., DVOŘÁKOVÁ J., 2008: Statistická analýza jakosti komerční pšeničné mouky. *Úroda časopis pro rostlinnou výboru vyd. Min. Zemědělství a Výživy*. ISBN 0139-6013.

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

INDRANI, D., C. SOUMYA, JYOTSNA RAJIV a G. VENKATESWARA RAO. *Multigrain bread - its dough rheology, microstructure, quality and nutritional characteristics*. ISBN 10.1111/j.1745-4603.2010.00230.x.

INGR, I. *Základy konzervace potravin*. Vyd. 1. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, 119 s. ISBN 80-715-7396-5.

KADLEC, P., MELZUCH K. a VOLDŘICH M. *Přehled tradičních potravinářských výrobních technologií potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2012, 569 s. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.

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

KADLEC, P. *Technologie potravin*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002, 236 s. ISBN 8070805102.

KALINOVÁ, J. a DADAKOVÁ E. Rutin and Total Quercetin Content in Amaranth (*Amaranthus* spp.). *Plant Foods for Human Nutrition*. 2009, vol. 64, issue 1, s. 68-74. DOI: 10.1007/s11130-008-0104-x

KNIEVEL, D. C., E.-S. M. ABDEL-AAL, I. RABALSKI, T. NAKAMURA, P. HUCL, Franca NIGRO, F. FINOCCHIARO, R. PAPA a P. DE VITA. Grain color development and the inheritance of high anthocyanin blue aleurone and purple pericarp in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*. 2009, vol. 50, issue 1, s. 113-120. DOI: 10.1016/j.jcs.2009.03.007

KOPÁČOVÁ, O. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Praha: ÚZPI, 2007, 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0.

KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 141 s. ISBN 80-7157-811-8.

LACHMAN, J., HAMOUZ, K., ORSÁK, M., PIVEC, V., DVOŘÁK, P. a J. WEBSTER-GANDY. *The influence of flesh colour and growing locality on polyphenolic content and antioxidant activity in potatoes*. ISBN 10.1016/j.scienta.2008.03.030

LAI, C. S., HOSENEY, R. C., DAVIS, A. B., 1989: Effects of Wheat Bran in Breadmaking, *Cereal Chemistry*, 66(3):217 – 219

LORENZ, K. a L. COULTER. Quinoa flour in baked products. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1991, vol. 41, issue 3, s. 213-223. DOI: 10.1007/BF02196389.

MAINTZ, R. a kol. Technológia pekárskej výroby. Cech pekárov a cukrárov.

Bratislava: PROMP, 2002. Predpekané a mrazené výrobky, s. 187 - 190. ISBN 80-968366-4-1.

MARTINEK, P., JIRSA, O., VACULOVÁ, K., CHRPOVÁ, J., WATANABE, N., BUREŠOVÁ, V., KOPECKÝ, D., ŠTIASTNA, K., VYHNÁNEK, T., TROJAM, V., 2014: *Use of wheat genotypes with different grain colour in breeding*. Tagungsband der 64. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 25.-26. November 2013, St Pölten, s. 75-78

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

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

MOUDRÝ, J. *Pohanka a proso*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005, 206 s., 16 s. barev. obr. ISBN 8072711628.

MOUDRÝ, J. a Z. STRAŠIL. *Pěstování alternativních plodin: (učební texty)*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1999, 165 s. ISBN 8070403837.

MUELLEROVÁ, M. a F. CHROUST. *Pečeme moderně v malých i větších pekárnách: Příručka pro pekaře začátečníky i mírně pokročilé*. Pardubice: KORA, 1993, 205 s. ISBN 80-85644-03-7.

Obilnářské listy: časopis pro agronomy nejen s obilnářskými informacemi. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, 1993-. ISSN 1212138x. 4x ročně.

Pekařská technologie. Praha: Pekař a cukrář, 2013, 238 s. ISBN 978-80-903913-7-6.

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

PETR, J. *Produkce potravinářských surovin*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1998, 213 s. ISBN 80-708-0332-0.

PREEDY, V., R. WATSON a V. B. PATEL. *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention*. 1st ed. Boston: Elsevier/Academic Press, 2011, XVII, 524 p. ISBN 01-238-0886-3.

PROCHÁZKA, S. a K. KOSAŘ et al.. *Technologie výroby sladu a piva*, Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000, s. 398, ISBN 80-902658-6-3.

PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s., [13] s. obr. příl. ISBN 9788086576282.

PŘÍHODA, J., M. HRUŠKOVÁ a P. SKŘIVAN. *Cereální chemie a technologie*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003, 202 s. ISBN 8070805307.

PŘÍHODA, J., SLUKOVÁ M. a Jaromír DŘÍZAL. *Chléb a pečivo*. 1. vyd. Praha: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, 2013, 19 s. Jak poznáme kvalitu?. ISBN 978-80-87719-11-4

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

Pšenice 2014 "Rez nikdy nespí": šlechtitelský seminář 2014 : Praha 4.-5. prosince 2014. Praha: Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace, [2014], 94 s. ISBN 978-80-7427-157-1.

RUALES, J. a B. M. NAIR. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1992, vol. 42, issue 1, s. 1-11. DOI: 10.1007/BF02196067

RYCHTERA, M., J. UHER a J. PÁČA. *Lihovarství, droždářství a vinařství*. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991, 126 s. ISBN 80-708-0117-4.

SKOUPIL, J. *Suroviny na výrobu pečiva*. Pardubice: Kora, c1994, 211 s. ISBN 808564407x.

ŠAROV, V. *Žito a jeho pekařské užití*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Fakulta agronomická. Ústav technologie potravin.

ŠEDIVÝ, P. a J. ALBRECHT. *Pekařská technologie*. Praha: Pekař a cukrář, 2014, 222 s. ISBN 978-80-905481-0-7.

ŠMAHEL, O. *Úloha droždí, vody a soli v pekárenské výrobě*. Brno, 2007. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Fakulta agronomická. Ústav technologie potravin.

VAVŘENA, Č. *Výroba žitného chleba: poznámky o žitné mouce, jejím skladování, vedení kvasů, zpracování těsta, pečení a hodnocení chleba*. 1. vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1951, 83 s.

VRTÍLEK, P. *Vliv kvality droždí na finální objem a kvalitu pekařských výrobků*. Brno, 2013. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Fakulta agronomická. Ústav technologie potravin.

Vyhláška č. 333/1997 sb., kterou se provádí § 18 písm. A), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 sb., o potravinách a tabákových výrobcích, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta.

WALLACE, T. C., T. WALLACE, A. WALLACE, M. R. MASCARENHAS, E. C. WALLACE a J. WEBSTER-GANDY. *Anthocyanins in Cardiovascular Disease*. ISBN 10.1093/med/9780199585823.003.0023.

ZIMOLKA, J. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, c2005, 179 s. ISBN 8086726096.

ZUKALOVÁ, H. – BEČKA, D. – VAŠÁK, J. – KUNZOVÁ, E. – ŠKARPA, P. Významné faktory ovlivňující kvalitu olejnin. In *Prosperující olejninny 2012 06.12.2012*, ČZU Praha, Větrný Jeníkov. Praha: ČZU v Praze, KRV, 2012. s. 106-111

Internetové zdroje

Amaranth mouka. *Amaranth* [online]. 2010 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z:

<http://amaranth.cz/>

KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům* [online]. Praha: ÚZPI, 2007, 55 s. [cit. 2015-04-19]. ISBN 978-80-7271-184-0. Dostupné z:

http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kopov_Cerelie%20web.pdf

LI, W., BETA T. a RABALSKI I. Flour and Bread from Black-, Purple-, and Blue-Colored Wheats. *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*. Elsevier, 2011, vol. 54, issue 13, s. 59. DOI: 10.1016/B978-0-12-380886-8.10006-6. Dostupné z:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123808868100066>

MARTINEK P., ŠKORPÍK M., CHRPOVÁ J., FUČÍK P. a SCHWEIGER J. Development of the New Winter Wheat Variety Skorpion with Blue Grain. [online]. 2013 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z:

<http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/91924.pdf>

Droždí a jeho poměry. *Vše o droždí* [online]. 2008 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z:

<http://www.vseodrozdi.cz/cs/index.php>

Právní předpisy: Vybrané předpisy ČR. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. 2015 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z:

<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&nid=11816&hl=333/1997%20sb.>

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vliv receptury na tvar výrobku

Obr. 2 Vliv receptury na barvu kůrky

Obr. 3 Vliv receptury na vůni výrobku

Obr. 4 Vliv receptury na pružnost střídy výrobku

Obr. 5 Vliv receptury na barvu střídy

Obr. 6 Vliv receptury na snadnost ukousnutí

Obr. 7 Vliv receptury na pocit v ústech po krátkém žvýkání

Obr. 8 Vliv receptury na konzistenci

Obr. 9 Vliv receptury na chuť

Obr. 10 Vliv receptury na celkový dojem výrobku

8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Složení směsi dle použitých surovin

Tab. 2 Receptura pekařského pokusu

Tab. 3 Hmotnost a výtěžnost těsta a pečiva

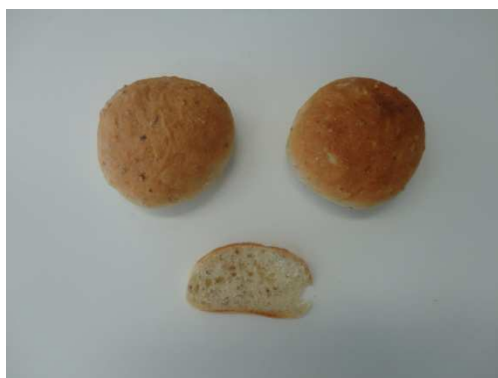
Tab. 4 Ztráta pečením, objemová výtěžnost a poměrové číslo

9 PŘÍLOHA

Pekařský pokus – fotografie jednotlivých vzorků pečiva



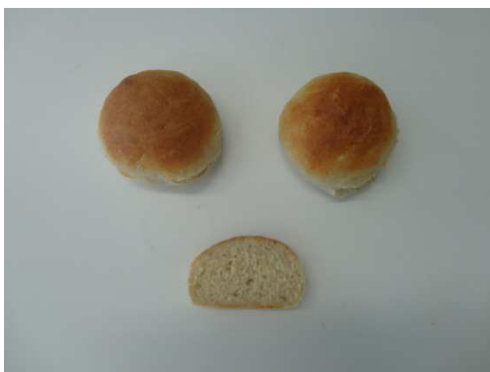
Obr. 1 Vzorek č. 1 – kontrola



Obr. 2 Vzorek č. 2 – hrubě mletý odkličkovaný slad (Konini)



Obr. 3 Vzorek č. 3 – hrubě mletý neodkličkovaný slad (Konini)



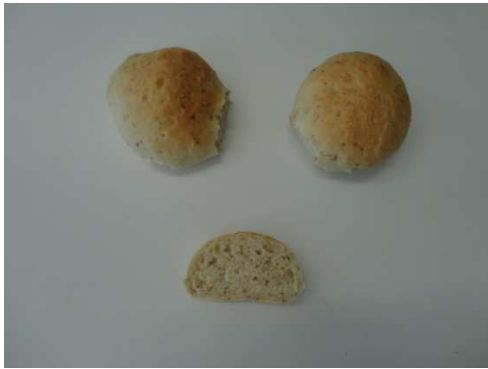
Obr. 4 Vzorek č. 4 – jemně mletý odkličkovaný slad (Konini)



Obr. 5 Vzorek č. 5 – jemně mletý neodkličkovaný slad (Konini)



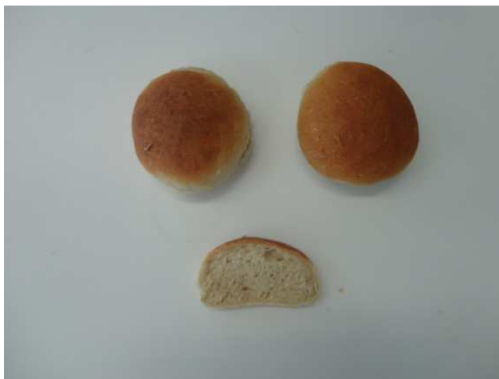
Obr. 6 Vzorek č. 6 – hrubě mletý odkličkovaný slad (Skorpion)



Obr. 7 Vzorek č. 7 – hrubě mletý neodkličkovaný slad (Skorpion)



Obr. 8 Vzorek č. 8 – jemně mletý odkličkovaný slad (Skorpion)



Obr. 9 Vzorek č. 9 – jemně mletý neodkličkovaný slad (Skorpion)