

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Katedra agroekosystémů

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Technologická a senzorická jakost zrna a pečiva z pšenice
špaldy**

**Technological and sensorical quality of grain and baking
products from spelt wheat**

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Markéta Kypťová

České Budějovice, 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Markéta KYPTOVÁ**
Osobní číslo: **Z14368**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie - Péče o krajinu**
Název tématu: **Technologická a senzorická jakost zrna a pečiva z pšenice špaldy**
Zadávací katedra: **Katedra agroekosystémů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce: Vyhodnocení technologické jakosti zrna pšenice špaldy, směsí mouky pšenice špaldy a pšenice seté v různých poměrech, objem pečiva a jeho senzorické hodnocení.


1. Úvod - úvod do problematiky.
2. Literární přehled - historický vývoj pěstování pšenice a pšenice špaldy, jakostní hodnocení zrna, hodnocení technologické jakosti. Specifika pěstování a jakosti pšenice špaldy v ekologickém zemědělství. Příklady tradičních a nových výrobků ze zahraničí.
3. Metodický postup - studium doporučené literatury a zpracování rešerše. Zpracování a analýzy vzorků zrna pšenice špaldy a pšenice seté a jejich směsí (např. obsah bílkovin, charakteristika lepku, bobtnavost bílkovin, reologické hodnocení). Stanovení objemu pečiva a jeho sensorické hodnocení. Statistické vyhodnocení dat.
4. Výsledková část - zpracování experimentálních dat získaných při analýzách technologické jakosti pšenice seté a pšenice špaldy. Vyhodnocení rozdílů mezi jednodruhovou moukami a jejich směsí v různých poměrech. Posouzení jakosti zrna a vhodného poměru pro přípravu pekařských potravinářských výrobků.
5. Diskuze - Srovnání výsledků s údaji dostupnými v literatuře.
6. Závěr - Shrnutí výsledků.
7. Seznam citované literatury.

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu bez příloh
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

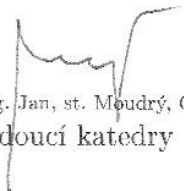
1. Prugar, J. (Ed.) (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha, 327 s.
2. Šarapatka, B., Urban, J. a kol. (2006): Ekologické zemědělství v praxi, PRO-BIO, 502 s.
3. Abdel-Aal, E., Wood, P. (Eds.) (2005): Speciality grains for food and feed. AACC, St. Paul, Minnesota, USA, 414 s.
4. Nokkoul, R. (Ed.): Research in Organic Farming, Intech, Rijeka, Croatia, 198 s.
5. Databáze orgprints.org
6. Konvalina, P., Capouchová, I., Stehno, Z., Káš, M., Janovská, D., Škeříková, A., Moudrý, J. (2012): Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství. VÚRV, v.v.i. v Praze, 40 s.
7. Konvalina, P. (Ed.): Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. JU, České Budějovice, 174 s.
8. Moudrý, J., Bárta, J., Bártová, V., Bubeník, J., Diviš, J., Dostálová, R., Hýbl, M., Konvalina, P., Ondřej, M., Peterka, J., Pexová Kalinová, J., Ponížil, A., Seidenglanz, M., Stražil, Z., Šmirouz, P., Štolcová, M., Vaculík, A. (2011): Alternativní plodiny. Profi Press, Praha, 144 s.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr KONVALINA, Ph.D.
Katedra agroekosystémů

Datum zadání diplomové práce: 13. února 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 24. dubna 2016


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1008, 370 05 České Budějovice


prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2015

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 20. 4. 2016

.....

Jméno

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Petru Konvalinovi, Ph.D., který mi po celou dobu zpracování diplomové práce poskytoval kvalifikované rady, odbornou pomoc a potřebné praktické konzultace.

Na tomto místě také děkuji své rodině za pochopení, pomoc a toleranci.

Abstrakt

Práce se zabývá pekařskou kvalitou zrna pšenice špaldy (*Triticum spelta* L.) ve srovnání s pšenicí setou (*Triticum aestivum* L.). V různých poměrech byly smíchány mouky vyrobené z pšenice špaldy a pšenice seté (celkem bylo sestaveno 11 směsí). Byla analyzována technologická jakost těchto směsí, se zaměřením na klasické metody hodnocení (např. obsah bílkovin, charakteristika lepku či bobtnavost bílkovin). Analýza byla doplněna o kompletní reologický rozbor na přístroji MIXOLAB II. Následně bylo provedeno senzoričné hodnocení chleba upečeného z připravených směsí. Součástí analýzy bylo ekonomické zhodnocení základní receptury chleba s různým podílem pšenice špaldy. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny prostřednictvím programu STATISTICA 9.1 (StatSoft, Inc. USA). Z provedených analýz je zřejmé, že z mouky pšenice špaldy je možné připravovat cereální výrobky s vyšší přidanou hodnotou. Jako modelový produkt byl použit chléb. Z výsledků vyplývá, že zrno pšenice špaldy je z technologického pohledu vhodné pro pečení. Jeho předností je vysoký obsah bílkovin. Další předností špaldové mouky je vyšší odolnost vůči přehnětení těsta a rychlost mazovatení škrubu, což bylo statisticky průkazně potvrzeno pomocí Tukey HSD testu. Ve prospěch špaldy hraje také fakt, že její zrno má obecně vyšší nutriční hodnotu než zrno pšenice seté. Naopak nevýhodou je vysoká cena zrna. Z výsledků senzoričné analýzy a ekonomických propočtů se jeví jako optimální využití zrna pšenice špaldy spíše ve směsi s pšenicí setou. Dochází k prokazatelnému poklesu nákladů na pečení a současně se pečivo přiblíží ze senzoričného pohledu k zažitým chuťovým preferencím zákazníku.

Klíčová slova:

pšenice špalda; pšenice setá; technologická jakost; pekařský pokus; senzoričné hodnocení

Abstract

This thesis deals with the baking quality of the spelt wheat grain (*Triticum spelta* L.) compared with common wheat (*Triticum aestivum* L.). Mixed flours were made of different share of spelt wheat and common wheat (in total 11 mixtures). The technological quality of these mixtures was analyzed, focusing on standard evaluation methods (protein content, characteristic of gluten or swellability of protein). The analysis was supplemented by complete rheological analysis made by MIXOLAB II. Bread was used as a model product. Subsequently, sensory evaluation of baked bread from the previously prepared mixtures was done. Part of the analysis was to estimate the economic basic bread recipe with different proportions of common wheat and spelt wheat. The results were statistically analyzed via STATISTICA 9.1 (StatSoft, Inc., USA). It was proved that the flour made of spelt can give cereal products with higher nutritional value. From a technological point of view, the results have shown that the spelt grain is much more suitable for baking. Its advantage is the higher protein content and higher resistance of kneading of the dough and starch gelatinization rate, which was statistically confirmed by Tukey HSD test. The other benefits of spelt grain is the higher nutritional value in comparison to common wheat grain. The main disadvantage is the higher price of spelt. According to the results, the ideal utilization of spelt wheat based on sensory analysis and economic calculations seems to be the mixture of spelt wheat and bread wheat, which results in an undeniable decrease of the product cost, and hence effects the common customer choice and taste preferences.

Key words:

spelt wheat; common wheat; technological quality; baking test; sensory evaluation

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární rešerše	11
2.1 Historie pěstování špaldy	11
2.2 Fylogenetický vývoj	11
2.3 Charakteristika pšenice špaldy	12
2.3.1 Botanická charakteristika	13
2.3.2 Nároky na prostředí.....	14
2.4 Agrotechnika pšenice špaldy.....	14
2.4.1 Zařazení v osevním postupu.....	14
2.4.2 Příprava půdy k setí.....	15
2.4.3 Setí	15
2.4.4 Výživa a hnojení	15
2.4.5 Ošetření během vegetace.....	16
2.4.6 Sklizeň.....	17
2.5 Ekonomika produkce špaldy	17
2.6 Příklady tradičních a nových výrobků ze zahraničí.	17
2.7 Ekologické pěstování pšenice špaldy	19
2.8 Parametry hodnocení technologické jakosti pšenice.....	19
2.8.1 Obsah dusíkatých látek	21
2.8.2 Sedimentační test podle Zelenyho	21
2.8.3 Stanovení pádového čísla (číslo poklesu)	22
2.8.4 Mokrý lepek a Gluten index.....	22
2.8.5 Vaznost mouky	23
2.9 Hodnocení technologické jakosti pšenice špaldy	24
3. Cíle a hypotézy	26
4. Materiál a metodika	27
4.1 Laboratorní hodnocení špaldové mouky	27
4.1.1 Stanovení podle ČSN 46 1100	27
4.1.2 Technologický postup pekařského pokusu (ICC 131).....	32
4.1.3 Senzorické hodnocení	32
4.1.4 Olfaktometr ČSN EN 13 725	34
5. Výsledky a diskuze	35

5.1	Hodnocení základních parametrů mlynářské a pekařské jakosti.....	35
5.2	Pokročilá hodnocení parametrů pekařské jakosti	36
5.3	Senzorická analýza a ekonomické posouzení nákladů	40
6.	Závěr	43
7.	Použitá literatura	44
8.	Přílohy.....	49

1. Úvod

Obiloviny jsou nejrozšířenější skupinou celosvětově pěstovaných zemědělských plodin. Mezi čtyři nejvýznamnější plodiny z hlediska kalorické spotřeby lidstva patří také pšenice. V současné době dochází k trendu návratu spotřebitelů ke starým tradičním plodinám, které se na našem území vyskytovaly již v dávných dobách. Pšenice špalda je velmi starým druhem pšenice, která měla v historii významné postavení. Se zvyšující se industrializací a používáním pesticidů a jiných chemických přípravků, kdy byla hlavním cílem zemědělské produkce kvantita, došlo k úpadku v pěstování špaldy a jejímu částečnému vymizení z trhu. S nástupem ekologického zemědělství však došlo k jejímu znovuobjevení. Pšenice špalda začala být velmi ceněna pro své vysoké výnosy a schopnost růstu i bez použití chemických postřiků. Protože společnost klade důraz i na zhodnocení dopadu na udržitelnost životního prostředí, jeví se špalda jako výborná alternativa.

Pšenice špalda má oproti běžné pšenici seté řadu výhod, mezi které patří například vyšší nutriční hodnota. Špalda se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin, obsahuje všechny esenciální aminokyseliny, které jsou u většiny rostlinných produktů limitní, dále je ceněn vyšší obsah vitaminů, zejména skupiny B a minerálních látek, zejména fosforu, železa a hořčíku.

Dnes mají spotřebitelé k dispozici velký výběr bioproduktů vyprodukovaných v ekologickém zemědělství, bez použití škodlivých chemikálií a postupů devastujících přírodu. Mezi ně patří i pšenice špalda v bio kvalitě a různá škála výrobků z ní vyprodukovaných. Zájem o špaldu vypěstovanou jak konvenčně, tak ekologicky stále roste. Její zvýšená produkce je spojena také s rostoucím sortimentem pekařských výrobků, kdy se výrobci snaží uspokojit poptávku a potřeby zákazníků a nabízet jim stále nové atraktivní produkty.

2. Literární rešerše

2.1 Historie pěstování špaldy

Již staří Egypťané, Řekové a Římané pěstovali pšenici špaldu. Do Evropy se nejspíše dostala před 4000 lety při stěhování národů (Moudrý a Stražil, 1999). Byla zde využívána pro hospodářské účely pravděpodobně již od doby bronzové, což nám dokazují archeologické nálezy (Abdel-Aal a Hucl, 2005). Poměrně hojně byla v minulosti špalda pěstována ve střední Evropě, v německy mluvících zemích byla rozšířena zcela tradičně (Feldman, 2001). Špalda je staročesky nazývána jako samopše (Petr a Húska, 1997). Pšenice setá ji postupem času začala vytlačovat především proto, že lépe reaguje na hnojení dusíkem zvýšením výnosu zrna (Zimolka a kol., 2005). Dříve, před použitím kombajnové sklizně, trpěla špalda velkými ztrátami vlivem lámavosti klasového větene při dozrávání. Zápornou vlastností špaldy pro zemědělce může být nutnost loupání pluchatých zrn po sklizni (Moudrý, 1997). I přesto si pšenice špalda svůj význam udržuje dodnes a to zejména v alpské oblasti, kde panují drsnější podmínky, zejména v jižním Německu, Švýcarsku, Rakousku, dále na severu Francie, v Belgii a ve Španělsku (Moudrý, 2011).

Pšenice špalda byla méně prošlechtěna než například pšenice setá, proto její produkty společnost považuje za přírodní a zdravé. Na našich polích se špalda začala znovu pěstovat s nástupem ekologického zemědělství v první polovině 90. let, ale byla určena především pro vývoz. Když zájem v zahraničí opadl, zůstalo relativně velké množství sklizně špaldy v tuzemsku, a bylo třeba se postarat o odbyt. Zrodila se tedy řada špaldových produktů, o které je dnes na trhu velký zájem (Hamr, 2001). Zájem o pěstování špaldy roste také mezi konvenčními pěstiteli (Moudrý a Stražil, 1999). V současné době osevní plochy pšenice špaldy v ČR zaujímají kolem 1000 ha (Prugar, 2008).

V současnosti je realizováno několik projektů podporující pěstování a zpracování pluchatých pšenic např. ve Švýcarsku, Francii, Německu, Švédsku či Rakousku (Konvalina, 2012).

2.2 Fylogenetický vývoj

Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) se podle některých studií skládá ze dvou genetických typů, jeden z nich je evropský, který při srovnání s pšenicí setou považujeme za

mladší druh vzniklý ve vyšších nadmořských výškách Alp (Konvalina 2012c). Druhý typ je asijský, jehož původ zůstává nejasný (Konvalina a Grausgruber , 2012).

Pšenice špalda je hexaploidním druhem pšenice ($6x = 42$; BBAADD) (Konvalina, 2012). Domníváme se, že tyto druhy pšenice existují pouze v domestikovaných formách, protože se dodnes nepodařilo nalézt jejich divoké předky (Konvalina a Grausgruber , 2012).

Podle Moudrého (2011) pšenice špalda vznikla křížením pšenice dvouzrnky (*Triticum dicocon* L.) s mnohoštětem Tauschova (*Aegilops tauschi* syn. *squarossa* L.). Špalda stejně jako pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) obsahuje 42 chromozomů a domníváme se, že z ní pšenice setá vznikla mutací (Moudrý, 2011).

Avšak Vlasák (1997) tvrdí, že pšenice špalda byla šlechtěna později než pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). Došlo i k jejich křížení, při kterém je často nízký podíl genotypu pšenice seté ve špaldě, proto se nadále považuje za pšenici špaldu. Křížením se zlepšují produkční vlastnosti jako je zlepšení sklizňového indexu nebo zkrácení stébla, ale naopak se zhoršuje nutriční jakost. Cílem tedy je zachovat vysoký obsah bílkovin a složení esenciálních aminokyselin (Vlasák, 1997).

2.3 Charakteristika pšenice špaldy

Pšenice špalda je známá svojí lehkou stravitelností, vysokou nutriční hodnotou a chutností. Její zrno je charakteristické vysokým obsahem bílkovin pohybující se ve velkém rozmezí 14 - 19 % (Konvalina, 2012), to je mnohem více než u pšenice seté, u které obsah bílkovin dosahuje 12-14 %. Rozdíl je způsoben větším podílem aleuronové vrstvy (Michalová, 2000). V podstatě žádné rozdíly u nich nenajdeme v aminokyselinovém složení (Ranhotra a kol., 1995). Ze zdravotního hlediska se špaldě připisují pozitivní účinky na stimulaci imunitního systému, cení se její vhodnost při léčení některých alergií (Michalová, 2000). Pro jedince alergické na lepek konzumace špaldy vykazuje mnohem nižší toxicitu a v některých případech alergii nevyvolává vůbec. Moudrý (2011) udává obsah lepku u špaldy okolo 35-45 %, jako nevýhodu považuje jeho nízkou bobtnavost a větší tažnost.

Pšenice setá a špalda obsahují téměř shodné množství stravitelného, obsah stravitelných cukrů je však podstatně nižší a nerozpustné vlákniny má špalda méně než pšenice setá (Konvalina, 2012).

Pšenice špalda je zajisté i zdroj vitamínů skupiny B, především thiaminu (B1), riboflavinu (B2) a také niacinu (Michalová, 2001). Zajímavý je obsah β -karotenu působícího

regeneračně na tělní buňky a chráníciho proti infekcím. Zrno špaldy se vyznačuje také vyšším obsahem draslíku, fosforu, vápníku, hořčíku a zinku (Stehno, 2001). Naopak obsah kyseliny listové je u špaldy o 40 % nižší, než tomu bývá u pšenice seté. Obsah stravitelné vlákniny byl také nižší u pluchatých pšenic, než u druhů s nahým zrnem (Grausgruber a kol., 2004) Jak ukazuje nedávná studie (Ruibal-Mendieta a kol., 2005), tak je celozrnná špaldová mouka ve srovnání s pšenicí setou bohatší v obsahu tuků, konkrétně nenasycených mastných kyselin.

2.3.1 Botanická charakteristika

Pšenice špalda se vyskytuje v ozimé i jarní formě, avšak v Evropě se převážně pěstují formy ozimé (Zimolka a kol., 2005). Vrcházející rostliny se vyznačují přízemním plazivým typem trsu, lístky mají užší a více chloupkaté než pšenice setá. Tvorba klásků je pozdější než u pšenice seté. Celková délka vegetační doby špaldy je 294-297 dní (Moudrý a Vlasák, 1996).

Starší odrůdy špaldy mají stéblo dlouhé (130 až 150 cm i více), zatímco nové odrůdy vlivem zvláště křížením s pšenicí setou jsou až o 20-25 cm kratší (Moudrý a Vlasák, 1996). Klas pšenice špaldy je delší než u pšenice seté, dlouhý 15-17 cm a řídký. Většina odrůd má klas hnědý nebo bílý, bezosinný, některé i osinatý a při dozrání převážně převislý. Klásky jsou uloženy vstřícně na lámavém klasovém věténku, mají 3-5květů a dozrávají v nich obvykle 2-3 obilky, zřídka lze najít obilek více. Klasy se při mlácení rozpadají na články s 1-2 klásky a úlomky klasového větene. Uvnitř klásků zůstávají obilky pevně obaleny pluchami a při mlácení z 10-20 % z klásků uvolňují. Z celkové hmotnosti klásků tvoří hmotnost obilek 65-75 % (Moudrý, 2011).

Vyloupané obilky pšenice špaldy jsou větší, štíhlejší a delší a než pšenice seté. Obilka pšenice špaldy má v průměru rozměry 3,6 x 8,9 mm, kdežto obilka pšenice seté 3,9 x 7,3 mm. Břišní strana obilky je u pšenice špaldy plošší a rýha je hlubší s ostřejšími hranami. Barva obilek špaldy je hnědá, tmavší a výrazně sklovitější než pšenice seté (Moudrý a Stražil, 1999) Hmotnost tisíce zrn špaldy bývá o 10-25 % větší. Špalda má tuhé pluchy, což zhoršuje proces vymílání. Nicméně pluchy pomáhají udržet živiny, čerstvost a chrání zrno před znečišťujícími látkami a hmyzem (Zimolka a kol., 2005).

2.3.2 Nároky na prostředí

Na podmínky prostředí je špalda méně náročná. Vyznačuje se odolností vůči nepříznivým klimatickým podmínkám i proti vyležení při vysoké vrstvě sněhu (Zimolka a kol., 2005) Špaldu je možné pěstovat ve vyšších polohách, kde již pšenici seté klimatické podmínky nevyhovují. Je odolná proti extrémním srážkovým i teplotním výkyvům (Moudrý, 1997). Vyžaduje ovšem dostatek vláhy, zvláště v době klíčení a vzcházení, sloupkování a nalévání zrna. V době dozrávání jí neškodí teplotní extrémy, vyjma vysokých veder. Nejvhodnější pro pěstování špaldy jsou středně těžké až těžké půdy, méně vhodné jsou půdy lehké, písčité a rašelinné. Oproti pšenici seté je náročnější na obsah vápníku v půdě, nejlépe jí vyhovují půdy s neutrální až zásaditou povahou (Moudrý a Vlasák, 1996). Její mohutný kořenový systém s vysokou sorpční schopností umožňuje získávat živiny z hlubších vrstev půdy (Zimolka a kol., 2005). Doporučené oblasti pro pěstování špaldy jsou ty, kde pšenice setá ztrácí efektivnost, nejlépe horší bramborářské, podhorské a horské oblasti. Do lokalit s omezenými vstupy jako jsou chráněné krajinné oblasti, pásma ochrany spodních vod či do chladnějších a vlhčích poloh, ji můžeme zařadit v řepařské oblasti, (Moudrý, 2011).

2.4 Agrotechnika pšenice špaldy

2.4.1 Zařazení v osevním postupu

Špaldu zařazujeme v osevním postupu podobně jako pšenici. Vojtěška, řepka olejná, jetel luční, bob a okopaniny, zvláště brambory se řadí mezi nejlepší předplodiny špaldy. Protože se špalda vyznačuje malou odolností proti poléhání, mohou zejména leguminózy ovlivnit velké zvýšení obsahu dusíku v půdě a to pak přispěje k poléhání. Proto je doporučeno řadit špaldu po leguminózách jen na chudších půdách (Konvalina a Grausgruber, 2012).

I po rozorání louky či úhoru lze špaldu vysévat (Konvalina a Moudrý, 2008). Špaldu nepěstujeme vzhledem k velké náchylnosti k houbovým chorobám, především chorobám pat stébel a fuzariózám, po ostatních obilovinách, zejména po pšenici. Ta jako předplodina špaldy může také nepříznivě působit na udržení čistoty druhu. Protože konkurenční schopnost špalda vůči plevelům není vysoká, ani ozimé obilniny nejsou vhodnými předplodinami vzhledem k šíření ozimých plevelů, jako je chundelka metlice, svízel přítula aj. (Moudrý a Stražil, 1999).

Špalda jako předplodina není příliš kvalitní, ale v porovnání s pšenicí ozimou je špalda lepší. Podobně jako žito i špalda snáší dobře podsevy (Moudrý, 2011). Pokud ovšem dojde k poléhání špaldy, mohou podsevy prorůst a ztížit sklizeň a tím přispět ke snížení výnosu (Šarapatka a Urban, 2006; Konvalina a Moudrý 2008).

2.4.2 Příprava půdy k setí

Špalda je považována za nenáročnou plodinu, která snese i půdy hůře připravené, hrudovité pozemky, není-li však ohrožen přísun vláhy. Kvůli náročnosti na vláhu při klíčení a vzcházení je žádoucí utužené lůžko. Pro špaldu jsou vhodné půdy ulehle a mělce zpracované, vyhovuje jí minimalizace a povrchové kypření půdy (Konvalina a Moudrý, 2008).

2.4.3 Setí

Obvyklý výsev špaldy je plánován ve druhé polovině září, ale v krajním případě je možné ji vysévat až do poloviny října či počátku listopadu (Moudrý a Stražil, 1999). Obvykle se vysévá osivo neloupané, hrozí tedy nebezpečí ucpávání semenovodů a výsevních botek (Petr a Húska, 1997). Výsevek se v příznivých podmínkách pohybuje od 300 do 350 klíčivých obilek na 1 m², v horších podmínkách 350-400 obilek na 1 m². Výsevek u nahých obilek činí 180-200 kg.ha⁻¹, při výsevu neloupaných klásků až 300 kg.ha⁻¹ (Moudrý, 2011). Vzdálenost řádků i hloubka setí se shodují s pšenicí setou, hloubka setí je 4-5 cm s šířkou řádků 10-15 cm (Zimolka a kol., 2005). Neloupané osivo špaldy se nemoří (Moudrý, 2011).

Ozimá odrůda Rubiota je vhodnou odrůdou pro podmínky ČR, vznikla výběrem z genetických zdrojů Genové banky při VÚRV v Praze-Ruzyni. Rubiota má hmotnost tisíce zrn 60 g a více, podíl pluch je přibližně 23-25 % a obsah hrubého proteinu 19,19 %. Negativní u této odrůdy je její náchylnost k padlí travnímu. Výnos ve zkouškách ÚKZÚZ činil v roce 2006 4,32 t/ha. K pěstování je ovšem možné použít i další ozimé odrůdy (Konvalina a Moudrý, 2008).

2.4.4 Výživa a hnojení

Špalda má velmi dobrou schopnost osvojovat si živiny z půdy (Moudrý, 2011). Špalda je velmi citlivá na přehnojení dusíkem vzhledem k její vyšší náchylnosti k poléhání. U starších odrůd s vysokým stéblem by celková dávka dusíku neměla překročit 90 kg.ha⁻¹ a 120

kg.ha⁻¹ u nových odrůd (Moudrý, 2011). Pro dělení dávky dusíku se používají stejné principy jako u pšenice seté (Moudrý a Stražil, 1999). Požadavky na dusík jsou v podzimním i časném jarním vývoji špaldy nižší, protože její vývoj je pomalejší (Konvalina a Moudrý, 2008). Z tohoto důvodu vynecháváme předset'ové hnojení dusíkem po dobré předplodině. Redukci založených odnoží, respektive větší tvorbu plodných odnoží podpoří jarní přihnojení, které je vhodné zvláště po horší předplodině, na lehčích půdách, při větším vyplavení dusíku z půdy, u slabších, řidších, či pozdě setých porostů (Moudrý, 1997). Doporučená regenerační a produkční dávka dusíku ve formě kejdy (15-20 m³.ha⁻¹) nebo jemně drceného a rozmetaného hnoje (do 10 t.ha⁻¹) se aplikuje v ekologicky hospodařících podnicích dříve, vzhledem k delší době uvolňování dusíku do přijatelné formy (Moudrý a Stražil, 1999).

2.4.5 Ošetření během vegetace

Ochrana proti plevelům je stejná jako u ostatních obilnin. Rozdíl oproti pšenici seté má špalda v pomalejším počátečním růstu i vývoji, porost tedy vypadá na jaře velmi slabě. Ovšem vlivem větší tvorby odnoží, oproti pšenici i díky vyššímu stéblu, je její konkurenční schopnost vůči plevelům poměrně dobrá (Moudrý, 1997).

Osivo špaldy je náročné na vláhu v době klíčení, proto je vhodné po zasetí válení rýhovanými válci za sucha, které podpoří vzlínání vody k osivu (Šarapatka a Urban, 2006). Nitkující plevele lze před vzejitím zlikvidovat z více než 80% vláčením síťovými nebo prutovými branami. Účinnost prutových bran na plevele je vysoká (80 %) po zakořenění rostlin, ale výrazně klesá během odnožování až pod 50 %. Prutové brány méně působí na svízel přítulu a chundelku metlice (Moudrý, 2011).

Špaldu napadají stejné choroby jako pšenici setou, ale z celkového pohledu je proti nim odolnější (Konvalina a Moudrý, 2008). Protože zůstává zrno obaleno v pluchách, musí být dodatečně vyloupano. Výhodou pluch je lepší ochrana zrna před houbovými chorobami, zárodky různých mikroorganismů a kontaminací látkami imisního původu (Zimolka a kol., 2005). Mezi nejvážnější choroby špaldy patří choroby pat stébel (*Gaeumennomyces graminis*) a v hustších porostech padlí travní (*Erysiphe graminis*). Méně škodlivá je plíseň sněžná (*Fusarium nivale*), braničnatka plevová (*Septoria nodorum*) a rez travní (*Puccinia graminis*) (Moudrý, 2011). Vzhledem k zákazu použití fungicidů v ekologickém zemědělství, se jako účinný regulátor chorob jeví zejména vhodný osevni postup (Šarapatka a Urban, 2006).

2.4.6 Sklizeň

Podle užitkového zaměření se provádí sklizeň špaldy. Pro produkci tzv. zeleného zrna se sklízí špalda v mléčné až raně voskové zralosti a dosouší se horkým vzduchem. Po sušení a ochlazení se špalda loupe.

V plné zralosti se špalda sklízí pro mlynářské užití (Šarapatka a Urban, 2006). Kvůli lámavosti klasu špaldy je třeba snížit otáčky mláticího bubnu, přihaněče i ventilátoru a více se otevřít síta. Stupeň rozlámání klasu až částečného vyluštění semen z klásků (je vhodné pro přípravu osiva) lze upravit přitazením mláticího bubnu. V zájmu snížení ztrát je vhodné snížit otáčky přihaněče, nebo jej zcela vyřadit z činnosti (Zimolka a kol., 2005). Podíl pluch a úlomků klasových větven činí 35-45 %. Je nutné použít nárazové třídíče k oddělení zrn od odpadu (Moudrý, 2011).

Plevy a pluchy mají při dozrání nižší obsah vody než zrno. Dobře zachycují vnější vlhkost způsobenou např. rosou či deštěm a chrání zrno. Proto je vhodné skladovat špaldu neloupanou. Loupaním se oddělí zrna z klásků. (Moudrý a Vlasák, 1996). Zrno se loupe na speciálních loupáčkách, drhlících nebo původních klasňovačích. Hrubý výnos je 4,0-6,0 t/ha s podílem pluch 30-45 % (Zimolka a kol., 2005).

2.5 Ekonomika produkce špaldy

V České republice se roční produkce špaldy pohybuje přes 1000t, z toho je většina certifikována jako bioprodukt. Ceny ekologicky produkované neloupané špaldy v ČR jsou kolem 5000 Kč/t, tj. asi o 15 % vyšší než ceny špaldy z konvenční produkce a o 40 % více než u potravinářské pšenice. V zahraničí můžeme nalézt rozdíly v ceně špaldy oproti potravinářské pšenici dvojnásobné i vyšší. Cena oloupané špaldy v ČR bývá 8-10 tis. Kč. Aby došlo k pokrytí nákladů v ekologickém zemědělství, je zapotřebí dosáhnout výnosu nad 1,7 t/ha (Moudrý, 2011).

2.6 Příklady tradičních a nových výrobků ze zahraničí.

Produkty obsahující špaldu získají díky ní skvělé chuťové vlastnosti se sladkým až oříškovým aroma (Stehno, 2001). Její výhodou je, že nabízí širší spektrum živin ve srovnání s mnoha jejími příbuznými pšenicemi. Může být použita v mnoha produktech stejným způsobem jako pšenice setá a nezdá se, že by způsobovala citlivost u lidí, kteří jsou

intolerantní na pšenici. Kromě špaldové mouky je špalda k dispozici také v loupané celozrnné podobě, která může být připravena jako rýže.

Zpracování špaldy na potravinářské výrobky má největší tradici v německy hovořících zemích. Přípravují se z ní základy nebo přísady do těstovin (spätzle), její zrna jsou zpracovávána na kroupy, krupici a vločky, dále jsou vhodná i do kaší či polévek. Špalda je jednou z prvních zrnin, které byly použity na výrobu chleba. Chléb z ní připravený má výraznou chlebovou vůni, udržuje si dlouho vláčnost a trvanlivost (Prugar, 2008).

V některých případech obsahuje zrno karotenoidů, což vede k tmavšímu zabarvení pečiva oproti pšenici seté (Schmitz, 2006). Jak ukazují výsledky z Itálie (Marconi a kol., 2002), tak špalda s vysokým obsahem bílkovin v zrna může být použita pro výrobu těstovin. Pro získání těstovin s dobrou jakostí je potřebné zvýšit teplotu při jejich sušení.

V některých zemích se využívají i další produkty kromě těch za účelem produkce pro mlynářské zpracování pořízených klasickou sklizní. Lze konzumovat i zelená zrna, pro která i u nás používáme výraz z němčiny „grünkern“ a jejich speciální úpravou se získá tzv. „zelený kaviár“. Špaldová zrna se sklídí ve stadiu mléčné zralosti, kdy jsou ještě zelená a dousouší se, resp. se udí kouřem z dubového dřeva se při teplotě 120°C na vlhkost 12 – 14 % (Šarapatka a kol., 2006). Uzením získají nezaměnitelnou chuť a aroma, protože dochází ke karamelizaci a mazovatění škrobu. Tento produkt se používá jako přísada do polévek či příloha jídel (Moudrý, 2011).

Ze špaldy se také připravovala sváteční jídla, např. z výše zmíněných nedozrálých obiliek se dělala středověčná polévka. Rozšířené bylo i pivo ze špaldy, tzv. „Dinkelbier“, vařené i v současné době (Prugar, 2008). Krieger (2004) ve své studii také uvádí vhodnost zrna špaldy navzdory vysokému obsahu bílkovin pro přípravu sladu a výrobu piva.

Velmi populární je špaldový bulgur, což je nutričně vysoce hodnotný produkt, při jehož výrobě se vyčištěné zrno po tepelném ošetření párou vysuší, pak hrubě drží a třídí. Především v oblastech Středního východu se využívá na přípravu oblíbeného pilafu, různých zeleninových salátů, zeleninových nebo masových jídel. Oblíbené jsou také špaldové pukance a různé druhy extrudovaných výrobků (Michalová, 2000).

V České republice je zrno pšenice špaldy, vypěstované v podmínkách ekologického zemědělství, používáno k výrobě celé řady bioproduktů. Na trhu je nejen tradiční špalda loupaná, špaldová mouka a těstoviny, ale též špaldové vločky, granola, suchary, káva, pukance, kernoto, houbové a zeleninové špaldoto a špaldový bulgur (Prugar, 2008).

2.7 Ekologické pěstování pšenice špaldy

Vlastnosti pšenice špaldy z ní dělají ukázkový druh, který je vhodný k pěstování v extenzivních podmínkách hospodaření. Pšenice špalda patří k obilninám, které i při nižších inputech v zhoršených podmínkách přinášejí díky své plasticitě uspokojivé výnosy. Hrubý výnos v ekologickém zemědělství bývá v rozmezí 2,5-5 tun na hektar s podílem pluh 32-37% (Konvalina a kol., 2010). Jakost obilného zrna se formuje v průběhu celé vegetace, s nejdůležitější fází od květu do sklizně a na kvalitě se podílí mnoho faktorů. Vegetace ekologicky pěstovaných obilnin bývá kratší, což se týká hlavně období plnění obilí, kdy dochází k dřívějšímu stárnutí asimilačního aparátu horních částí rostlin (Prugar, 2000).

Při extenzivních způsobech pěstování, jaké představuje ekologické zemědělství, může absence rychle působících dusíkatých hnojiv, zejména v pozdních fázích vegetace, vyvolat deficit dusíku, který se pak projeví sníženým obsahem zásobních bílkovin v zrna. U pšenice špaldy tento problém zpravidla není, protože má velmi dobrou schopnost poutat živiny z půdy (Moudrý, 2011). Svou roli sehraává i absence účinných herbicidů a fungicidů. U obilovin pro ekologické zemědělství se předpokládá konkurenceschopnost proti plevelům daná dynamikou pokryvnosti půdy, rychlým nárůstem kořenového systému schopného přijímat živiny, přiměřeným odnožováním i při relativně nízké nabídce dusíku a schopností tvorby produktivních stébel, odolností či tolerantností vůči chorobám pat stébel, listovým a klasovým chorobám (Prugar, 2000). Podle Konvalina a Grausgruber (2012) je špalda celkově odolnější proti chorobám než pšenice setá. Hodnocené odrůdy špaldy byly slaběji napadány padlím travním a následně více rzí pšeničnou. V porovnání s pšenicí setou obsahuje špalda zpravidla méně mykotoxinu deoxynivalenolu v zrna, zřejmě díky pluchám, které zrna chrání.

2.8 Parametry hodnocení technologické jakosti pšenice

Optimální využití pšeničného zrna pro koncovou produkci vyžaduje pečlivé sledování jeho kvality. Termín kvalita či jakost lze definovat jako míru uspokojení potřeb konzumenta (Celba a kol., 2001), nebo jako určitý stupeň naplnění potřeb vůči nějakému standardu.

Rozeznáváme kvalitu hygienickou, danou přípustnými limity látek, které nesou riziko poškození organismu a dále pak nutriční, ta popisuje přítomnost výživově pozitivních složek zrna či zpracované mouky (Dvořáček, 2012).

Odrůda patří mezi základní faktory ovlivňující technologickou jakost zrna pšenice jako suroviny pro potravinářskou výrobu. Rozhodujícím kritériem při výběru odrůdy je užitný směr. Produkce může být realizována jako:

- potravinářská pšenice s pekárenskou jakostí (výroba kynutých těst),
- potravinářská pšenice s pečivářskou jakostí (výroba sušenek a keksů),
- krmná pšenice,
- surovina pro výrobu škrobu,
- surovina pro výrobu bioethanolu.

Zásadní vliv v případě pšeničného zrna má kvalita technologická včetně sensorických vlastností specifikující využitelnost pšeničného zrna pro jednotlivé finální produkty (Dvořáček, 2012). Konkrétně jde o znaky popisující mlynářskou a pekařskou hodnotu. Norma ČSN 46 1100-2 vymezuje podle zjištěných technologických parametrů při výkupu pšeničného zrna pouze dvě jakostní kategorie, a to pekárenskou a pečivářskou ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský) v současnosti deklaruje 4 kategorie odrůd potravinářské pšenice E – elitní pšenice – (nejlepší, ve všech znacích vynikající, obecně by měly sloužit k vylepšování jakosti suroviny, toleruje se nižší výnos), kategorie A – kvalitní pšenice - (ve všech parametrech vyhovují), kategorie B – chlebová pšenice - (některý z parametrů může být na hranici, v méně příznivých ročnících se očekává, že nesplní požadavky pro pekárenskou pšenici) a kategorie C – odrůdy nevhodné pro pekárenské využití. Pro zařazení odrůdy do jakostní skupiny je rozhodující znak, v němž dosahuje nejnižší úrovně, např. odrůda, která dosahuje v pěti znacích úrovně kategorie E a v jednom A, je celkově zařazena do kategorie A (Dvořáček, 2012). V případě deklarace pro jednotlivé pečivářské aplikace, průmyslové nebo krmné využití jasně vymezené úrovně těchto kritérií chybí, byť jsou poslední dobou určitá doporučení uváděna především pro kategorie keksových pšenic určených např. pro produkci oplatek, sušenek či krekrů. (Novotný, 2006). Obecné doporučení pak panuje pro požadovanou úroveň obsahu škrobu nad 67 % v případě využití pšenice pro průmyslové využití (Prugar, 2008).

Technologická kvalita včetně nutriční a sensorické je závislá především na obsahu a specifických funkčních vlastnostech biochemických komponent a jejich interakcích, které determinují vhodnost pro mletí a pekařskou či pečivářskou produkci (Dvořáček, 2012). Důležité jsou všechny složky technologické kvality, nemůže být tedy deklarována pouze jedním parametrem.

Obsah bílkovin s těsným vztahem k obsahu lepkového komplexu zrna je zpracovateli dlouhodobě považován za nejdůležitější znak pekařské kvality pšenice. Hodnocení obsahu a kvality lepku dané jeho mechanickými vlastnostmi, jako je pevnost a pružností, souvisí s jeho schopností vytvářet po hydrataci „konstrukční základ“ těsta a významně tak ovlivňovat výslednou výtěžnost a tvar pečiva (Prugar, 2008). Obsah a vlastnosti škrobu, které jsou v důsledku geneticky odlišné tvrdosti zrna významně ovlivněny i následnými vymílacími procesy jsou dalšími významnými faktory souvisejícími s technologickou kvalitou pšeničného zrna (Dvořáček, 2012).

Při přípravě mouky k poškození škrobu dochází vždy. Vyšší úroveň mechanického poškození škrobových zrn vykazují odrůdy s tvrdým zrnem, ta poté váží vodu mnohem více než škrobová zrna, která nebyla poškozena. Z technologického hlediska je žádoucí dosažení určité míry tohoto poškození (6 – 10 %), protože je pozitivně ovlivněna vaznost mouky i enzymatické pochody. Mezi základní ukazatele kvality ovlivňující zpracovatelnost těsta a tím i finální objem pečiva patří schopnost mouky vázat při přípravě těsta vodu (Dubat, 2011). Z technologického hlediska nelze opomenout dvě významné charakteristiky: výše uvedenou tvrdost zrna rovněž ovlivňující efektivitu vymílání a celkovou enzymatickou aktivitu, která výrazně ovlivňuje fyzikálně-chemické vlastnosti obou hlavních komponent pšeničného zrna a to škrobu a bílkovin (Dvořáček, 2012).

Základní užitkový směr, který se sleduje u všech registrovaných odrůd, je jejich pekárenská jakost. Pro zařazení odrůdy jsou rozhodující tyto základní parametry: hodnota sedimentačního testu podle Zelenyho, číslo poklesu, obsah dusíkatých látek, vaznost mouky a objemová hmotnost.

2.8.1 Obsah dusíkatých látek

Obsah dusíkatých látek je ovlivněn mnoha faktory, jako například dusíkaté hnojení, předplodina, ročník a teplotní podmínky prostředí, kdy v teplejších oblastech je vyšší obsah dusíkatých látek. Vysoká hodnota pozitivně působí na chování pečiva při pečení, má vliv na jakost těsta a objem pečiva (Ondřejčák a Muchová, 2005).

2.8.2 Sedimentační test podle Zelenyho

Sedimentační test podle Zelenyho charakterizuje viskoelastické vlastnosti bílkovin a jejich kvalitu, umožňující kynutí, což jsou fermentační procesy v těstě. Podstatou testu je větší

rychlost sedimentace mouky s vyšším podílem a s kvalitnější bílkovinou než u mouk z pekařského hlediska slabých. Ukazatelem kvality lepkové bílkoviny je naměřený objem sedimentu v roztoku kyseliny mléčné s bromfenolovou modří (Sluková, 2003). Tento znak je výrazně geneticky založený a tak umožňuje selektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny (Burešová a Palík, 2005). Sedimentační test je velmi důležitým ukazatelem jakosti pšenice. Jakost pšenice či mouky charakterizuje výška sedimentu v mililitrech, která závisí na množství a jakosti bílkovin (Pelikán a kol., 1993).

2.8.3 Stanovení pádového čísla (číslo poklesu)

Číslo poklesu je kritériem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklizní při nadměrném příjmu vlhkosti (Ondřejčák a Muchová, 2005). Enzymatická aktivita bývá posuzována hlavně podle aktivity amylolytických enzymů, která bývá často v úzkém vztahu i k aktivitě proteolytických enzymů. O enzymatické aktivitě nás informuje číslo poklesu (Pelikán a kol., 1993).

Stanovení čísla poklesu je rychlé zmazování vodné suspenze mouky nebo celozrnného mletého výrobku z obilovin ve vroucí vodní lázni a následné měření ztekucení škrobu α -amylasou obsaženou ve vzorku. Výsledek vyjadřuje čas v sekundách, který je potřebný k proniknutí viskozimetru zmazovatělou suspenzí. Jedná se o aritmetický průměr hodnot získaných ze dvou stanovení.

Mouky s velmi nízkým číslem poklesu (100 s a méně) mají velmi vysokou aktivitu α -amylasy, a tím sklon vytvářet lepkavé a mazlavé těsto. Žádoucí není ani příliš vysoké číslo poklesu (350-400 s), protože mouky s nízkou aktivitou α -amylasy mají sklon vytvářet suché těsto i malý objem výrobku (Burešová a Palík, 2005).

2.8.4 Mokrý lepek a Gluten index

Ve vodném prostředí má lepek schopnost zvětšovat svůj objem a vytvářet pružný gel. Množství vody, které lepek pojme a fyzikální vlastnosti nabobtnalého gelu jako je jeho pevnost, pružnost a tažnost závisí na jeho specifických vlastnostech, určených odrůdou, agrotechnickými zásahy a počasím v průběhu vegetace apod. Lepek má schopnost vázat asi 70 % vody, proto se na vaznosti vody v moukách se slabým lepkem více podílí škrob. Není důležité zjistit jen množství lepku, ale hlavně jeho vlastnosti, zejména tažnost a bobtnavost.

Vedle obsahu lepku má význam i jeho kvalita. Ukazatel kvality nazývaný „bobtnavost lepku“ představuje nárůst objemu relativně čistého mokrého lepku v roztoku kyseliny mléčné. V současné době je spolehlivějším ukazatelem pekařské kvality mouky tzv. „lepkový index“ (Gluten Index). Lepkový index je udáván v procentech zbylého lepku na sítku k celkovému množství lepku (Ondřejčák a Muchová, 2005).

Mokrý lepek je homogenní, žlutozeleně až žlutošedě zbarvený zbytek kaučukovité konzistence, izolovaný ze standardně zadělaného pšeničného těsta opatrným vypíráním vodou. Jeho hlavní složky jsou nerozpustné, zbobtnalé, charakteristické lepkové bílkoviny gliadin a glutenin, kontaminované mechanicky neoddělitelnými zbytky ostatních složek mouky. Je to hlavní podíl pšeničných bílkovin, proto má jeho množství a vlastnosti úzkou návaznost na zpracovatelskou jakost mouky (Hampl, 1981).

2.8.5 Vaznost mouky

Vaznost mouky je závislá na celkovém obsahu bílkovin a bobtnavosti mokrého lepku. Ovlivňuje výtěžnost a stabilitu těsta. Souvisí také s tvrdostí zrna (mouka z tvrdozrných odrůd vykazuje větší mechanické poškození škrobu a v důsledku toho váže větší množství vody než měkké pšenice). Vaznost mouky je měřítkem výtěžnosti a stability těsta. Patří mezi důležitá kritéria z pekařského hlediska (Novotný a Hubík, 1997).

Mixolab II- reologie těsta během hnětení

K tvorbě reologických metod simulujících vlastní proces zpracování těsta vedly snahy o lepší odhad finální pekařské kvality. V principu je zaznamenáván měnící se odpor v čase při hnětení těsta. Mohou být také vyhodnocovány dílčí mechanické vlastnosti těsta při různém způsobu jeho namáhání. Směrem k hodnocení vlastností škrobové složky zrna je rovněž sledována změna odporu těsta při nárůstu teploty vyvolávající mazovatění a gelatinizaci škrobu (Dvořáček, 2012).

Díky přístroji francouzské firmy Chopin- Mixolabu lze jednotlivé reologické systémy vzájemně slučovat a získávat tak komplexnější hodnocení. Současně hodnotí odpor těsta v čase při postupném nárůstu a poklesu teploty. Reologické systémy jsou rovněž využívány pro jejich schopnost detailněji popsat vlastnosti jednotlivých komponent zrna např. agregační vlastnosti lepku (Brümmer, 2011). Určitou daní za tuto komplexnost je ovšem vyšší časová i

pracovní náročnost analýz, včetně vyšší pořizovací ceny a provozních nákladů (Dvořáček, 2012).

2.9 Hodnocení technologické jakosti pšenice špaldy

Pro hodnocení mlynářské a pekařské jakosti pšenice špaldy není v ČR k dispozici platný předpis. Při posuzování se proto zpravidla vychází ze zkušeností s hodnocením pšenice seté (Prugar, 2008).

Oproti pšenici seté se špalda vyznačuje podstatně vyšším obsahem N-látek a lepku v sušině zrna. Stehno a Vlasák (1999) uvádějí obsah N-látek u špaldy v průměru několika hodnocených let 15,8 a 16,4 %. Bojňanská a Francáková (2002) zjistily obsah N-látek u pěti hodnocených odrůd špaldy v průměru 15,5 %, obsah mokrého lepku v průměru 37,1 %; zaznamenaly však velmi výrazné meziroční výkyvy. Kvalitu pěti odrůd pšenice špaldy, z ekologického zemědělství v podmínkách jižního Slovenska sledovaly též Lacko-Bartošová a Rédlová (2007) a zaznamenaly průměrný obsah N-látek v sušině zrna 16,3 % a obsah mokrého lepku 36,6 %.

Obsah lepku se pohybuje v rozmezí 35 - 45 %, v některých případech až 48 %, jeho kvalita je vysoká (Michalová, 2001). Z pekařského hlediska je lepek špaldy podstatně kvalitnější než u pšenice jednozrnky a pšenice dvouzrnky. Potvrzují to hodnoty SDS - testu, které dosahují obdobných hodnot jako u pšenice seté (41 - 64 ml u špaldy, 50 - 60 ml u pšenice seté). O vhodnosti pro pekařské využití svědčí i značně vysoké hodnoty Gluten Indexu (Konvalina, 2012). Oproti tomu Prugar (2008) při porovnání lepku špaldy a pšenice seté popisuje lepek špaldy jako slabší, zpravidla se vyznačující vyšší tažností a nižší pružností. Kvalita lepku špaldy bývá z pekařského hlediska horší než u pšenice seté. Dokládají to nižší hodnoty Gluten Indexu a Zeleného sedimentačního testu. Špalda obtížněji dosahuje požadavku, jaký je kladen na pšenici pekárenskou, tj. min. 35 ml Zeleného testu. (Prugar, 2008).

Číslo poklesu špaldy dosahuje hodnot srovnatelných s pšenicí setou. Existují však i genotypy, které mají číslo poklesu relativně nízké (Prugar, 2008).

Dále se špalda vyznačuje ve srovnání s pšenicí setou zpravidla nižší farinografickou vazností, kratší dobou vývinu a stability těsta a vyšším poklesem konzistence, dává těsta se slabší odolností vůči mechanickému namáhání. Rovněž měrný objem pečiva bývá zpravidla

ve srovnání s pšenicí setou menší, pečivo je však vláčné, vlahé, neosychá a vydrží dlouho čerstvé (Prugar, 2008).

Zrno špaldy má dlouhou hlubokou rýhu na břišní straně, což stěžuje vymílání. Ze špaldy je tedy vhodnější připravovat celozrnnou mouku, aby se nesnížila výtěžnost. Obsah bílkovin závisí na odrůdě, pohybuje se okolo 13-19 %. Obsah mokrého lepku je přibližně 35-44 %. Mouka ze špaldy méně přijímá vodu, není tedy nejvhodnější pro mechanizovanou přípravu těsta. Těsto, které obsahuje špaldovou mouku má dobrou vláčnost, je zpracovatelné několik hodin. Vzhledem k ceně špaldové mouky se však čistě špaldové pečivo vyrábí ojediněle. Většinou se špaldová mouka přidává do mouky pšeničné (20-30 %), a to pro zlepšení stravitelnosti a trvanlivosti chleba a pečiva. I když chuťové testy neukázaly výrazné chuťové rozdíly, mluví se často také o zlepšení aroma a chuti výrobku po přidání špaldové mouky (Moudrý a Vlasák, 1996).

3. Cíle a hypotézy

Cíl práce je vyhodnocení technologické jakosti zrna pšenice špaldy, směsí mouky pšenice špaldy a pšenice seté v různých poměrech, objem pečiva a jeho senzoričké hodnocení.

Dílčí cíle

- 1) Prostudovat dostupnou odbornou i zahraniční literaturu k danému tématu (charakteristika a srovnání pšenice špaldy a pšenice seté, popsat hodnocení jakosti pšenice).
- 2) Provádět laboratorní rozbory vzorků špaldové mouky a mouky pšenice seté a směsí smíchaných v různých poměrech.
- 3) Provádět pokusné pečení s následným vyhodnocením parametrů kvality.
- 4) Naměřené výsledky statisticky a graficky zpracovat.
- 5) Konfrontovat naměřené výsledky s literárními údaji a vypracovat diplomovou práci dle zadaných propozic.

Hypotézy

- 1) Mouka z pšenice špaldy bude obsahovat více bílkovin než mouka z pšenice seté a reologické vlastnosti budou dostatečné pro výrobu kvalitního výrobku.
- 2) Finální produkt z pšenice špaldy bude dosahovat stejně vysoké kvality jako produkt z mouky pšenice seté
- 3) Pro konzumenty bude ideální ze senzoričkého hlediska směs obou mouk.

4. Materiál a metodika

4.1 Laboratorní hodnocení špaldové mouky

Laboratorní hodnocení vzorků mouky probíhalo v laboratoři na ZF JČU. Celkem bylo testováno 11 vzorků směsí mouk s různým poměrem pšenice špaldy a pšenice seté. Směsi byly připraveny z nakoupených mouk značky BIO Harmonie a to ze špaldové mouky chlebové bio a z pšeničné mouky chlebové bio. U mouky byly stanoveny následující zkoušky: stanovení vlhkosti, Zelenyho sedimentační test, stanovení dusíkatých látek, čísla poklesu, obsahu mokrého lepku, gluten index a stanovení vaznosti mouky. Ve výsledkové části se pracovalo s průměrnými hodnotami získaných dat.

4.1.1 Stanovení podle ČSN 46 1100

4.1.1.1 Stanovení vlhkosti (ČSN ISO 712)

Obsahem vlhkosti mouky rozumíme ztrátu na hmotnosti zkoušeného vzorku při sušení za podmínek metody (Hampl, 1981). Vlhkost se stanovuje vážkově, kdy se vzorek mouky vysouší v hliníkových vysoušečkách při navážce 5 g vzorku s přesností na 0,001 g. Navážený vzorek se suší v sušárně při teplotě 130 ± 2 °C po dobu 90 minut. Po uplynutí této doby se vysoušečka vyjme a nechá se vychladnout v exsikátoru. Poté se opět zváží s přesností 0,001 g a vypočítá se procento vlhkosti.

4.1.1.2 Zelenyho sedimentačního test (ČSN ISO 5529, ICC 116/1)

Sedimentační index se stanovuje tak, že se odváží 3,2 g mouky s přesností na 0,05 g a nasype se do sedimentačního válce se zábrusem o obsahu 100 ml, kalibrovaného po jednom mililitru a přidá se 50 ml destilované vody, slabě obarvené bromfenolovou modří. Válec se uzavře zátkou a několikrát protřepe v ruce. Pak se upevní do upínací desky sedimentru (Obrázek 1) a po jeho zapojení se 8 minut kývá. Poté se válec odzátkuje, přidá se 25 ml roztoku kyseliny mléčné a znovu se uzavře zátkou. Přístroj se znovu uvede do chodu a obsah sedimentačního válce se promíchá po dobu 30 sekund. Až se sám přístroj zastaví, obsah válce se nechá sedimentovat. Po 8 minutách se odečte objem sedimentu s přesností na 1 ml.

Obrázek 1: Sedimetr



4.1.1.3 Stanovení obsahu dusíkatých látek dle Kjeldahla (ICC 105/2)

Klasickou metodou ke stanovení dusíkatých látek je Kjeldahlova metoda, kterou v laboratořích světoznámého dánského pivovaru Carlsberg vyvinul Johann Gustav Ch. T. Kjeldahl (Prugar a Hraška, 1986).

Jde o stanovení dusíkatých látek na přístroji Pro-Nitro II (Obrázek 2) a Block digest (Obrázek 3). Princip spočívá v tom, že dusík vázaný v organických sloučeninách se převede mineralizací koncentrovanou kyselinou sírovou, za přítomnosti katalyzátoru, po předchozí oxidaci peroxidem vodíku, na síran amonný, ze kterého se působením alkalického hydroxidu uvolní amoniak, který se predestiluje vodní parou do přebytku kyseliny a stanoví se titračně. Mezi použité chemikálie patří indikátor podle Taschira, peroxid vodíku, 2,5% kyselina boritá, 0,1M kyselina sírová, katalyzátor na dusíkaté látky a hydroxid sodný. Obsah dusíkatých látek se vypočte tak, že se zjištěný obsah dusíku vynásobí přepočítávacím koeficientem (pro potravinářskou pšenicí 5,7). Obsah N-látek se přepočítává na 100% sušinu. Výsledky se uvádí s přesností na 0,1%.

Obrázek 2: Pro- Nitro II- destilační zařízení Obrázek 3: Block digest- mineralizační zařízení



4.1.1.4 Stanovení čísla poklesu (ČSN ISO 3093, ICC 107/1)

Metoda se provádí na přístroji Faling Number (Obrázek 4). Do zkumavky se odměří 25 ml destilované vody, do které se vsype 7 g vzorku. Zkumavka se uzavře zátkou a minimálně 40krát se intenzivně protřepe. Ze stěn zkumavky se viskometrickým míchadlem sundá dolů ulpělá suspenze. Zkumavka s míchadlem se vloží do přístroje, kde je vodní lázeň udržovaná na bodu varu. Měření se automaticky zahájí po nastavení přístroje do pracovní polohy. Ve vařící vodní lázni je suspenze ve zkumavce 60 sekund promíchávána míchadlem, poté se míchadlo uvolní v horní poloze a klesá zmazovatělou suspenzí na dno zkumavky. Měření je ukončeno automaticky. Výsledné číslo poklesu je doba v sekundách, za kterou urazí míchadlo zmazovatělou suspenzí předepsanou vzdálenost, přičemž se do výsledné hodnoty čísla poklesu započítává i 60 sekund promíchávání.

Obrázek 4: Faling Number



4.1.1.5 Stanovení obsahu mokrého lepku (ČSN 560512-10, ICC 137/1)

Podstata stanovení lepku spočívá ve vytvoření těsta za standardních podmínek z pšeničné mouky a roztoku NaCl. Těsto se ihned vypírá vodou a získaný lepek se pak zváží. Výsledkem je procentuální obsah mokrého lepku, který je průměrem dvou stanovení a zaokrouhluje se na jedno desetinné místo.

Odváží se 10 g mouky, do této navážky se přidá 4,8 ml 2% roztoku NaCl. Takto připravený vzorek se vloží do přístroje Glutomatic (Obrázek 5) a po zmáčknutí tlačítka start se nechá pracovat. Automaticky se vypne a vytvořená žvýkačka z lepku se vloží do odstředivky. Po skončení cyklu se zváží vytvořený lepek před a za sítkem.

4.1.1.6 Stanovení gluten indexu (GI test) (ICC 155)

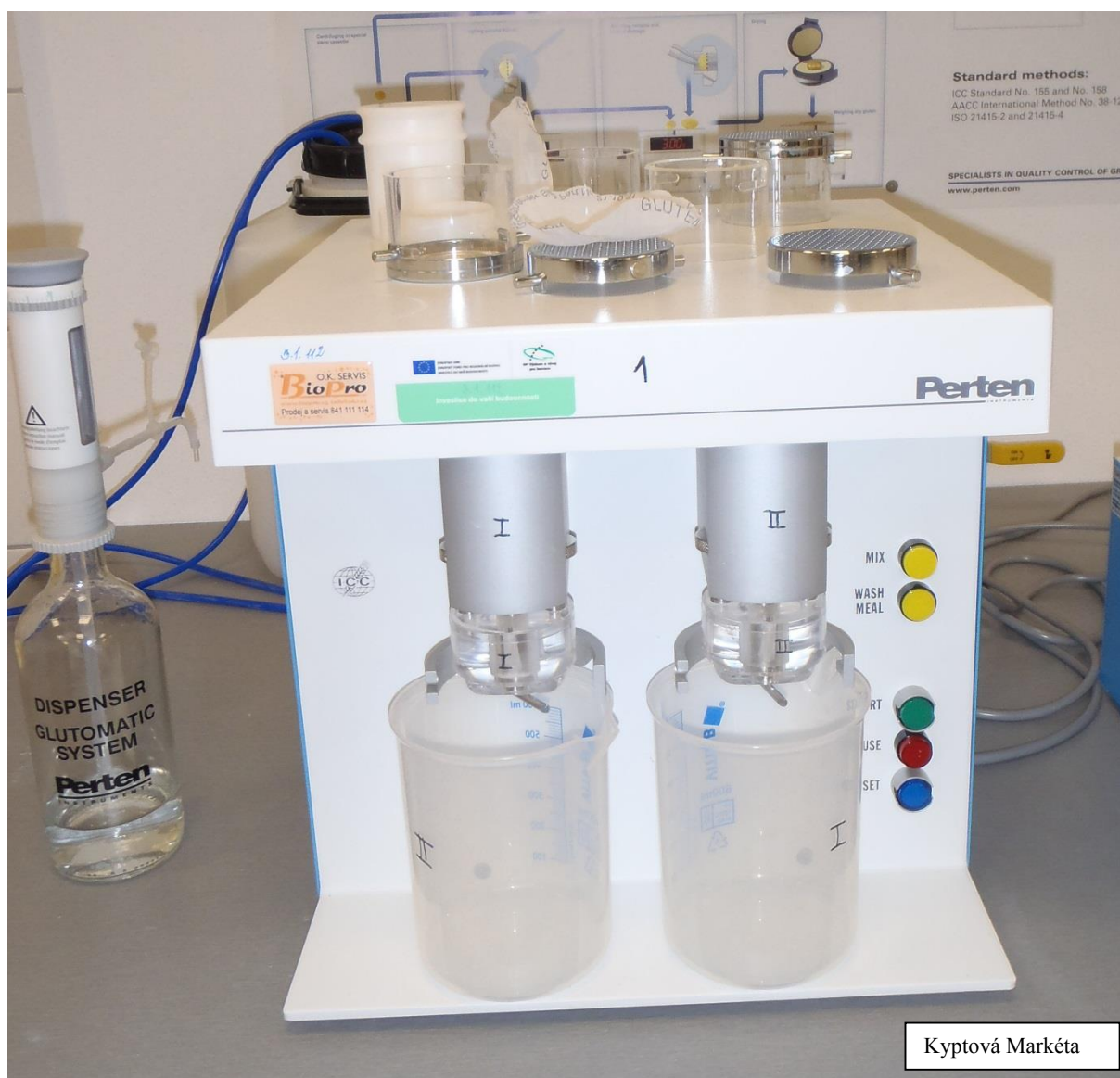
Z Glutomaticu se vypraný lepek vloží na speciální sítko a nechá se odstředovat. Při tomto procesu se volná voda oddělí a současně se určitá část lepku protlačí na druhou stranu sítko.

Hmotnost mokrého lepku nad sítkem (g)

Výpočet GI: ----- x 100

Celková hmotnost mokrého lepku (g)

Obrázek 5: Glutomatic



4.1.1.7 Stanovení vaznosti mouky (ICC 173)

Navážka spočítána pomocí přístroje Mixolab II (Obrázek 6) se odváží ze vzorku, nasype se do otvoru u mlýnku a přidají se trysky, sám přístroj začne pracovat a vyhodnocovat reologické parametry. Pokud dojde ke špatnému určení vaznosti, může se stát, že křivka nedosáhne v prvních 5 minutách požadovaného optima. V tomto případě se celý proces zastaví, vyjme se mlýnek a omyje. Po změně údajů v programu se naváží nový vzorek a celý proces se opakuje, dokud křivka není v optimu. Poté 90minut probíhá testování.

Obrázek 6: Mixolab II



4.1.2 Technologický postup pekařského pokusu (ICC 131)

Byl proveden zjednodušený test v domácích pekárnách, který byl modifikován dle podmínek univerzity. Těsta byla zásadně vedena na záraz. Do pekárny byly vpraveny odvážené suroviny podle následující receptury: 300 ml vody, 500 g mouky, 16 g soli, 16 g cukru, 3 g kmínu a 3 g sušeného droždí.

4.1.3 Senzorické hodnocení

Kvalitu poživatin můžeme definovat jako shodu výrobku se standardy nebo s požadavky spotřebitele (Ingr a kol., 2007). Hodnocení jakosti potravinářských výrobků vychází z posuzování vůně, chuti, barvy, konzistence, příp. dalších znaků, jejichž určování objektivními metodami je nespolehlivé. Tyto znaky hodnotíme našimi smysly, je ovšem důležité splnit určité předpoklady, které zaručují vysokou objektivitu hodnocení (Pelikán a kol., 1993). Senzorické hodnocení potravinářských výrobků je neodmyslitelnou součástí posouzení celkové kvality potravin a vykonává ho nejen výrobce a kontrolní složky, ale hlavně spotřebitel (Jarošová, 2007). Senzorické, neboli organoleptické posuzování potravin je způsob hodnocení na základě poznatků o fyziologii smyslového vnímání tak, aby lidské smysly byly schopny při vhodných podmínkách hodnocení dosahovat spolehlivých a opakovatelných výsledků.

Senzorická analýza v širším pojetí zahrnuje nejen vlastní hodnocení, ale i výběr vhodných metod při zpracování výsledků a také správnou aplikaci výsledků (Pelikán a kol., 1993). Při senzorické analýze je velmi důležité, aby byla zachována anonymita posuzovaných vzorků. Posuzovatelé nesmí být seznámeni s informacemi, které by mohly ovlivnit výsledek analýzy (např. nesmí znát výrobce nebo složení výrobku). Všechny vzorky (Obrázek 7) musí mít stejnou teplotu a musí být předloženy v dostatečném stejném množství. Při použití moderních postupů dává senzorická analýza objektivní, přesnou a dobře opakovatelnou informaci o senzorické jakosti potravin, o charakteru vjemů a rozdílech v organoleptických vlastnostech vzorků (Jarošová, 2007).

4.1.3.1 Textura výrobku

Při hodnocení barvy kůrky se vzorky prohlížejí proti bílému pozadí, nikoli proti oknu nebo jinému světelnému zdroji, pokud to není předepsáno (Jarošová, 2007). Struktura kůrky se hodnotí senzoricky a vyhodnocuje se pomocí tabulky.

4.1.3.2 Vůně a chuť pečiva

Při hodnocení vůně výrobků se ověřuje zejména přítomnost cizích pachů. Například stará nebo špatně skladovaná mouka může mít skladový, zatuchlý, nažluklý nebo jiný cizí pach. Chuť je význačný subjektivní ukazatel, a proto musí být hodnocena zvlášť pečlivě. Posuzovatelé musí především sledovat, zda výrobek nemá cizí příchut', která je zásadně nepřijatelná, nebo takovou chuťovou odchylku, která výrobek znehodnocuje ze spotřebitelského hlediska (Kučerová, 2004). Pokud hodnotíme vzorek komplexně, nejprve posoudíme vůni, celkový vzhled pak chuť (Jarošová, 2007).

Obrázek 7: Testované vzorky chleba



4.1.4 Olfaktometr ČSN EN 13 725

Při měření se zjišťují individuální odhady meze detekce pachu jednotlivými posuzovateli na přístroji Olfaktometr (Obrázek 8). Z naměřených hodnot stanoví počítač prahovou hodnotu, tedy tzv. „kolektivní mez detekce“. Podle normy se jako základní jednotka používá pro vyhodnocení olfaktometrického měření Evropská pachová jednotka, která je definována jako množství pachu odpařené v jednom metru kubickém neutrálního plynu při standardních podmínkách, vyvolávající fyziologickou odezvu v panelu posuzovatelů, která je shodná s reakcí na jednu Evropskou referenční pachovou jednotku (EROM). Evropská referenční pachová jednotka (1 EROM) $\equiv 123 \mu\text{g (n-butanolu).m}^{-3} \equiv 1 \text{ ouE}$.

Celkem se stanovovaly koncentrace pachových látek u 4 vzorků chleba, kdy první vzorek byl špaldový chléb ihned po upečení vložený do odběrného pytle, z kterého po 10minutách byl odsán vzduch s pachovými látkami z chleba. Stejný postup byl proveden u 2. vzorku chleba z pšenice seté. 3. vzorek z pšenice špaldy a 4. vzorek z pšenice seté byly do odběrného pytle dány po 10min od upečení a po uplynutích dalších 10minut jsme odebrali vzorky i z těchto pytlů. Následně 8 respondentů testovalo pachové látky za standardních podmínek.

Obrázek 8: Olfaktometr



5. Výsledky a diskuze

5.1 Hodnocení základních parametrů mlynářské a pekařské jakosti

Vzorek č.	Pšenice špalda (%)	Pšenice setá (%)	Pádové číslo (s)	GI	Mokřý lepek	Zelený test (ml)	Obsah bílkovin (%)
1	100	0	585h	52a	43,8k	11,0a	14,84e
2	90	10	528ac	58b	42,2j	11,5ab	14,78e
3	80	20	516b	60d	41,8i	11,5ab	14,59de
4	70	30	537d	60c	40,5h	11,0a	14,41de
5	60	40	533cd	61e	39,8g	12,0bcd	14,07ce
6	50	50	562g	67g	37,3f	11,0a	13,77bc
7	40	60	527a	68f	36,7e	11,8bc	13,53abc
8	30	70	506f	70i	36,1d	12,3cd	13,28ab
9	20	80	471e	67h	33,7b	12,3cd	13,20ab
10	10	90	524a	70j	35,3c	12,5d	12,95a
11	0	100	514b	73k	33,1a	12,0bcd	12,55a

Poznámka: Hodnoty označené stejným písmenem nevykazují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $P < 0.05$ (Tukey HSD test).

Tabulka 1 ukazuje shrnutí všech stanovených parametrů pekařské jakosti. Naměřené hodnoty odpovídají dlouhodobým výsledkům. V případě obou druhů pšenice byly naměřeny vysoké hodnoty pádového čísla, jedná se o indikátor poškození škrobu zrna v důsledku porůstání před sklizní. Naměřené hodnoty jsou velmi vysoké, několikanásobně překračují normu. Takto vysoké hodnoty mohou spíše působit negativně na objem pečiva a sensorické hodnocení střídky chleba (Every et al., 2002).

Gluten index (GI) poukazuje v podstatě na pevnost a pružnost lepku. Vyšší hodnoty jsou lepší z hlediska mechanického zpracování těsta. V tomto případě dosahuje vyšších hodnot pšenice setá, resp. směsi s vyšším podílem pšenice seté. Ze statistického hlediska je zřejmé, že je mezi hodnotami rozdíl. V hodnotách Zeleného testu jsou minimální rozdíly – bobtnavost bílkovin bude obdobná u obou hodnocených druhů, tento trend byl statisticky průkazný z 95% podle Tukey HSD testu.

Obsah mokrého lepku je úzce spojen s obsahem bílkovin v zrna (Faměra et al. 2015). U pšenice špaldy jsou zpravidla zaznamenávány vyšší hodnoty. Stejně tomu tak bylo v případě našich směsí.

Obsah bílkovin byl nejvyšší u 100% mouky z pšenice špaldy. Jedná se o obecný trend, kdy především v ekologickém zemědělství zrno pšenice špaldy má vyšší obsah bílkovin

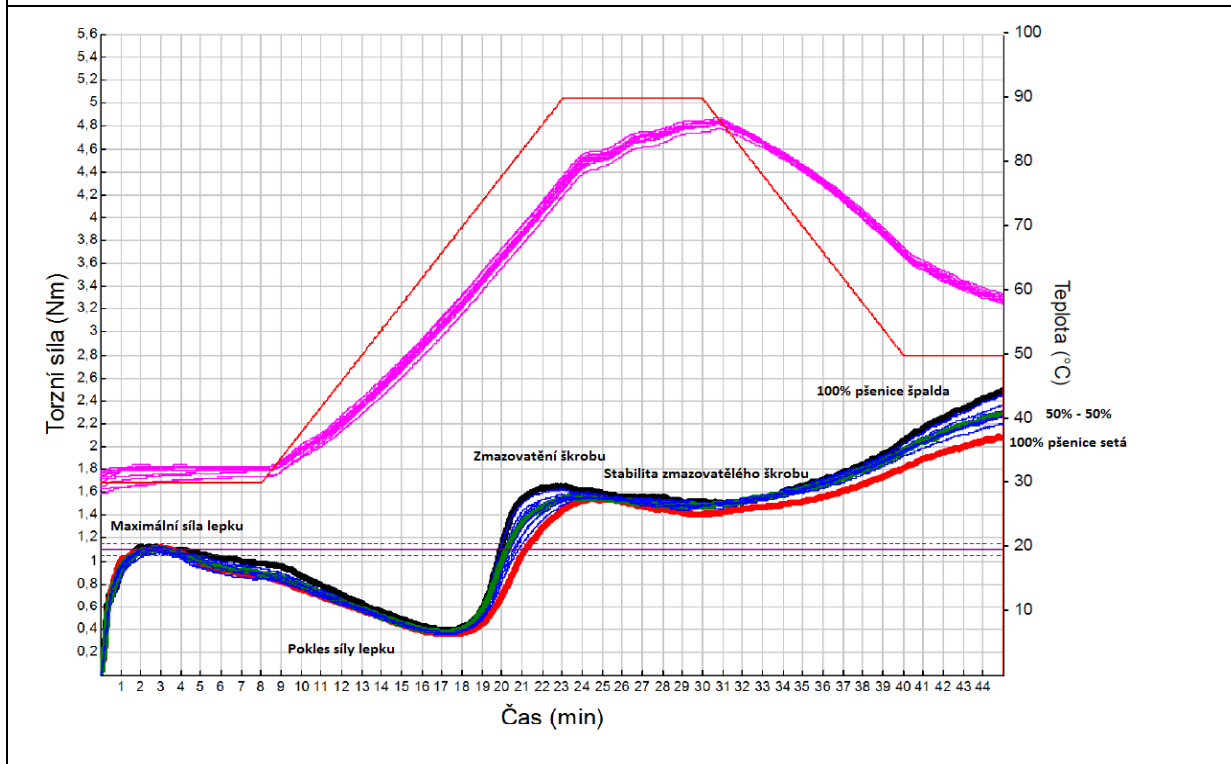
(nutričně hodnotných) než pšenice seté. Ze statistického pohledu se liší vzorek 100% pšenice seté a špaldy, ale jednotlivé směsi mají rozdíly často statisticky neprůkazné a dochází k prolínání. Důležité by bylo také hodnocení jednotlivých bílkovinných frakcí (z toho lze také usuzovat na parametry technologické, ale i nutriční jakosti). Podle našich zkušeností a zkušeností dalších autorů (např. Dvořáček a Čurn, 2003) bývá v zrně pšenice špaldy vyšší podíl protoplazmatických bílkovinných frakcí (nutričně cenné albuminy a globuliny). V pšenice seté je zpravidla vyšší obsah prolaminových spekter (pozitivní vliv na technologickou jakost – např. vyšší hodnoty Gluten indexu – viz Tabulka 1). Na druhou stranu se jedná o bílkovinné frakce, které jsou odpovědné za toxicitu pšenice pro osoby trpící celiakií (Petr a kol., 2003).

5.2 Pokročilá hodnocení parametrů pekařské jakosti

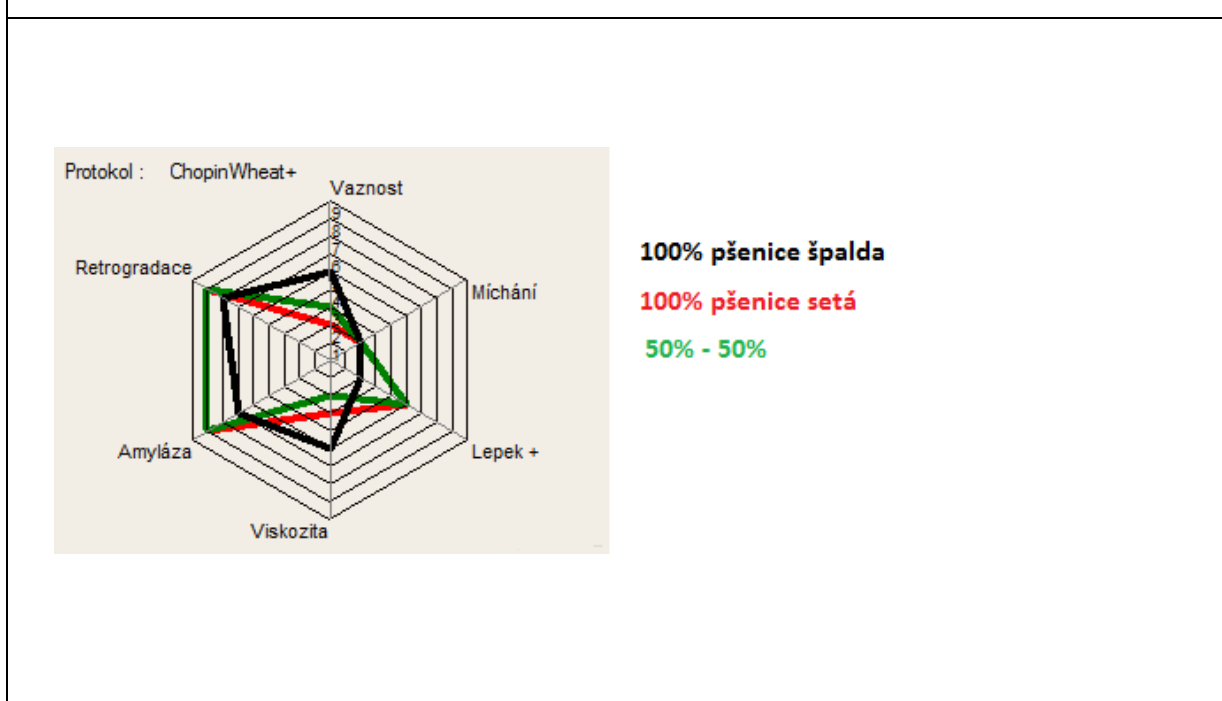
Reologické vlastnosti těsta

Analýza byla provedena na přístroji Mixolab II, který umožní kompletní posouzení reologie neboli chování těsta v průběhu pekařského zpracování (Papoušková a kol., 2011). V podstatě se jedná o posouzení síly těsta, tu bychom mohli popsat jako schopnost těsta vykynout a udržet v sobě „kypřící“ plyn – produkt kynutí v důsledku činnosti kvasinek - CO₂. Součástí analýzy na přístroji Mixolab II je posouzení kvality škrobu (Kahraman a kol. 2008), resp. jeho vlivu na pekařskou jakost, jedná se především o zmazovatění škrobu a jeho následnou degradaci neboli pevnost horkého gelu (Mixolab applications handbook, 2008).

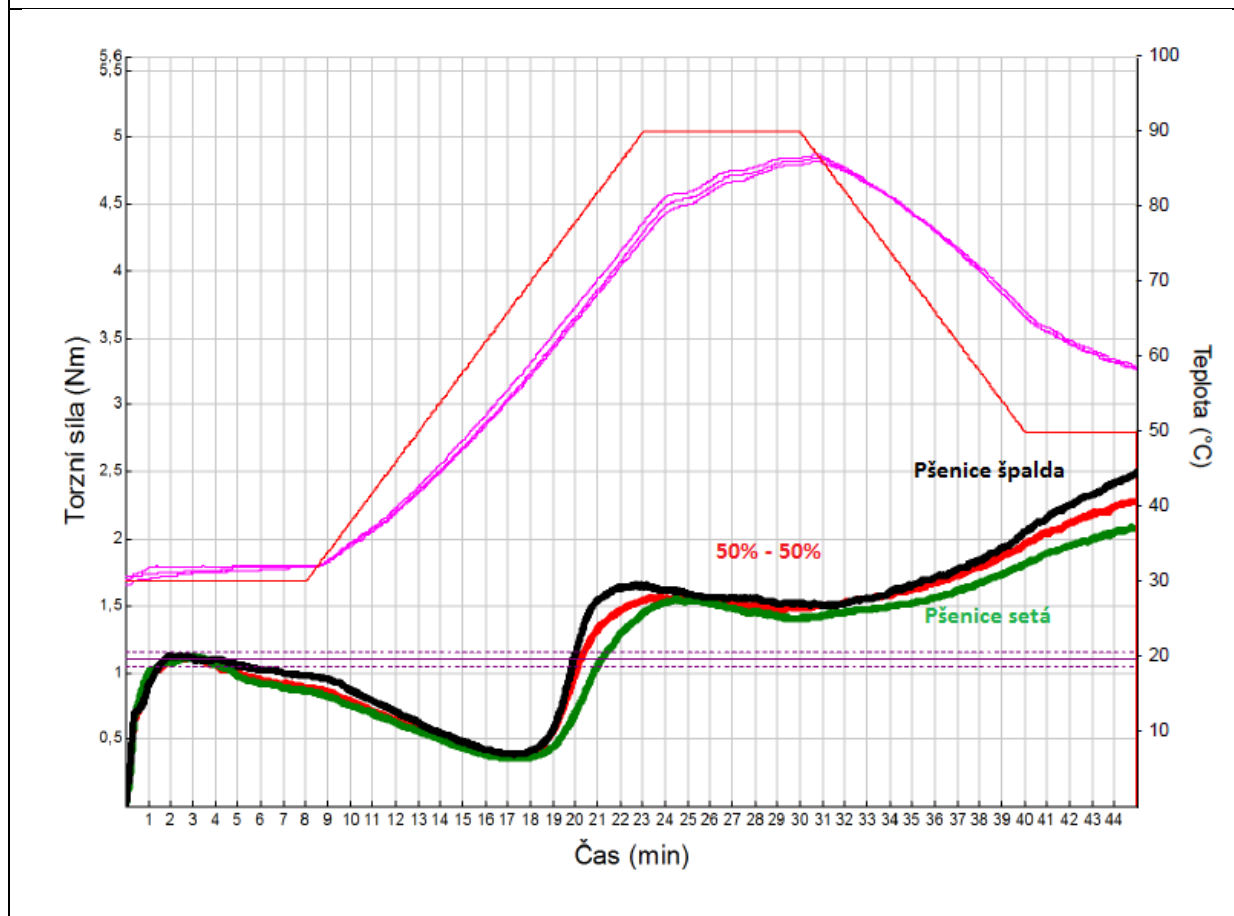
Graf 1: Srovnání 11 směsí s různým podílem špaldové mouky a mouky z pšenice seté



Graf 2: Diagram jednotlivých parametrů kvality mouky (slabá vs. silná místa)



Graf 3: Srovnání 100% špaldová mouka, 100% mouka z pšenice seté, mix. 50% - 50%



Z detailních výsledků Graf 1, Graf 3 a z Tabulky 2 (viz příloha) je patrná vyšší síla mouky (delší doba vývinu těsta) v případě pšenice špaldy. Současně zřejmé, že i při snížení podílu mouky pšenice špaldy (na 50%) jsou stále zachovány vysoké hodnoty C1. Přetrvává tak pozitivní vliv vysoce kvalitní špaldové mouky.

Z hlediska Amplitudy (pružnost těsta) jsme nezaznamenali prakticky žádné rozdíly, což je potvrzeno i statisticky na 95%. Snížená hodnota v případě směsi 50% je spíše způsobena odchylkou při měření.

Stabilita těsta byla naměřena nejvyšší v případě 100% podílu špaldové mouky, Poté výrazně klesá. Tento trend lze interpretovat tak, že špaldové těsto vyžaduje intenzivnější zpracování v době hnětení. V případě namíchání směsi s jakýmkoliv podílem pšenice špaldy a pšenice seté dochází rychle k poklesu stability – tzn. těsto by mělo být zpracováno šetrněji, resp. nepotřebuje tak intenzivní hnětení. Výsledky prezentované v práci (Kohajdové a Karovičové, 2007) naznačují spíše opačný trend. Proto se bude nutné tomuto aspektu dále věnovat.

Ve všech parametrech C2-C5 dochází se zvyšujícím se podílem mouky z pšenice seté k mírnému poklesu reologických vlastností těsta. Postupně dochází k zeslabování bílkovin. Hůře gelovatí škrob a je méně stabilní (horký gel). Snížené jsou také hodnoty retrogradace. Ze sensorického hlediska by na základě naměřených vyšších hodnot u pšenice špaldy měl být chleba z ní upečený pro spotřebitele atraktivnější, protože vydrží déle čerstvý, nebude se tak drobit. Naměřené rozdíly jsou však velmi nízké, protože se v obou případech jednalo o poměrně kvalitní mouky. Ze statistického pohledu jsou rozdíly také malé, v případě parametru C3 a C4 se vzorky vůbec neliší.

V případě směrnice α (C1-C2) byly naměřeny minimální rozdíly v rychlosti zeslabení bílkovin při záhřevu. Z výsledku lze vyvodit, že technologie pečení (teplota) by v případě pšenice špaldy měla být obdobná.

Rychlost mazovatění škrobu (směrnice β - C3-C4) vykazuje určité rozdíly. Škrob v mouce pšenice špaldy mazovatí pomaleji. Těsto ideálně vyžaduje v další fázi pomalejší pečení při nižší teplotě.

Rychlost enzymatické degradace je nižší v případě pšenice špaldy (Směrnice γ - C5-C4). Rozdíly jsou opět patrné z Grafu 3.

Schématické znázornění rozdílů v jakosti v podobě diagramu Graf 2 poukazuje na odlišný charakter chování mouky pšenice špaldy a pšenice seté. Z diagramu je dobře patrné přiblížení jakosti mouky v případě směsi 50% spíše k chování mouky z pšenice seté (z technologického pohledu).

Korelace znázorněné v Tabulce 3 (v příloze) ukazují na vztah mezi jednotlivými parametry. Zkratka NS znamená, že hodnota korelace je statisticky neprůkazná, tento jev se nejvíce vyskytuje u parametru C1 a amplitudy, tyto parametry nemají s ostatními žádný statisticky průkazný vztah. Zajímavá je záporná korelace mezi hodnotou Zelenyho testu a obsahem bílkovin stejně tak jako hodnota gluten indexu ve vztahu s obsahem bílkovin, obě jsou statisticky průkazné z 99,9%. Negativní vztah nám potvrzuje již dříve zmíněný fakt, že špalda obsahuje více bílkovin, ale hodnoty Zelenyho testu a Gluten indexu má nižší.

Tento fakt je zobrazen i na Grafech 4, 5, 6 a 7 (viz příloha), kde lze vidět kladný vztah mezi parametrem alfa a Zelenyho testem stejně tak jako mezi alfou a gluten indexem. Naopak vztah mezi parametrem alfa a mokrým lepkem či obsahem bílkovin je záporný. Výsledek je tedy takový, že pokud má mouka vyšší gluten index, má vyšší parametr alfa, což odpovídá zažitému faktu, že mouka pšenice seté s vyšším gluten indexem lépe kyne a tím pádem je pečení s ní snazší.

Schober a kol. (2002) konstatuje celkově horší reologické vlastnosti těsta vyrobeného ze špaldové mouky ve srovnání s moukou z pšenice seté. Současně zaznamenal zlepšující se reologické vlastnosti s klesajícím podílem špaldové mouky ve směsi. Stiegert a Blanc (2000) potvrzují, že zeslabení bílkovin negativně ovlivňuje celkově nižší stabilitu těsta. Obecně jsou naše výsledky v souladu s konstatováními výše uvedených autorů, ale z hlediska stability těsta jsme zaznamenali spíše opačná trend.

Olfaktometrie

Z výsledků olfaktometru (viz příloha Obrázek č. 9, 10, 11, 12) je zřejmé, že větší množství pachových látek obsahuje špaldový chléb a to $10493 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, chléb z pšenice seté obsahoval $8608 \text{ OU}_E/\text{m}^3$.

Naměřené hodnoty u chleba ze špaldy po 10 minutách dosahovaly $3822 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ a u chleba z pšenice seté $1448 \text{ OU}_E/\text{m}^3$. Z těchto výsledků je patrné, že chléb z pšenice špaldy má vyšší množství pachových látek a produkt by tak pro zákazníka mohl být zajímavější a chutnější.

5.3 Senzorická analýza a ekonomické posouzení nákladů

Senzorická analýza

Podle standartní metodiky byla provedena senzorická analýza chleba připraveného z různých směsí. Hodnocení se zúčastnilo celkem 23 respondentů různých věkových skupin a pohlaví. Dotazník (viz příloha Obrázek 13) v sobě zahrnoval otázky týkající se chutí, vůně a textury chleba.

Tabulka 4: Výsledky senzorického hodnocení chleba připraveného z různých směsí		
Pořadí	Směs	Bodové hodnocení
1	Pšenice setá (100%)	2,22
2	70% pšenice setá, 30 % pšenice špalda	2,44
3	30 % pšenice setá, 70 % pšenice špalda	2,49
4	50 % pšenice setá, 50 % pšenice špalda	2,59
5	Pšenice špalda (100%)	2,61

Z výsledků Tabulka 4 je zřejmé, že nejlépe byl hodnocen chléb připravený pouze z pšenice seté (průměrné hodnocení 2,22 bodů). Výsledek je možné interpretovat tak, že se jedná o chléb nejpodobnějšímu druhu prodávaného v obchodní síti, respondenti tedy nejlépe hodnotili to, na co jsou zvyklí. Chléb připravený pouze z mouky z pšenice špaldy byl hodnocen nejhůře (2,61 bodů). Jedná se o výrobek, který není běžně dostupný, a zákazníci na něj nejsou zvyklí. Z výsledků sensorické analýzy lze vyvodit doporučení, že je vhodnější připravovat chléb spíše ze směsi pšenice seté a pšenice špaldy, což potvrzují i jiní autoři (Kohajdová a Karovičová, 2007).

Posouzení nákladů na chleba upečeného ze směsi s různým podílem pšenice špaldy

Tabulka 5: Posouzení nákladů na chleba upečeného ze směsi s různým podílem pšenice špaldy		
Podíl pšenice špaldy (%)	Podíl pšenice seté (%)	Cena 1 ks chleba podle modelové receptury (Kč)
100	0	47
90	10	45
80	20	42
70	30	40
60	40	37
50	50	35
40	60	33
30	70	30
20	80	28
10	90	25
0	100	21

Špaldovou mouku si zpravidla kupují spotřebitelé, kteří ji následně využívají k domácímu pečení chleba. V současnosti je na trhu mouky relativní nedostatek, což má za následek velmi vysoké ceny špaldové mouky. Z tohoto důvodu jsme provedli jednoduché ekonomické posouzení nákladů na pečení chleba v domácí pekárně.

Cena chlebové mouky pšeničné – 36,40 Kč/kg. Cena chlebové mouky špaldové – 84,50 Kč/kg. Cena ostatních složek – 4,74 Kč na jedno pečení.

Z Tabulky 5 je zřejmé, že náklady na 100% špaldový chléb dosahují 47 Kč. Naproti tomu čistě pšeničný by stál 21 Kč. Cena čistě špaldového chleba by byla více než dvojnásobná. Výše uvedená cena je pro většinu spotřebitelů neakceptovatelná. Z tohoto důvodu by bylo vhodné zvolit nižší podíl pšenice špaldu ve směsi – např. 50%. Cena na jedno pečení se poté sníží na 35 Kč.

6. Závěr

Z mouky pšenice špaldy je možné připravovat cereální výrobky s vyšší přidanou hodnotou. Ve prospěch špaldy hraje fakt, že její zrno má vyšší nutriční hodnotu díky vyššímu obsahu bílkovin než zrno pšenice seté.

Jako modelový produkt byl použit chléb. Z výsledků je zřejmé, že zrno pšenice špaldy je z technologického pohledu vhodné pro pečení. Bylo to potvrzeno jak klasickými metodami hodnocení pekařské jakosti, tak kompletní reologickou analýzou na přístroji Mixolab II, čímž je potvrzena první i druhá hypotéza.

Špaldovou mouku si zpravidla kupují spotřebitelé, kteří ji následně využívají k domácímu pečení chleba. V současnosti je na trhu mouky relativní nedostatek, což má za následek velmi vysoké ceny špaldové mouky. Z tohoto důvodu bylo provedeno jednoduché ekonomické posouzení nákladů na pečení chleba v domácí pekárně. Z tohoto posouzení se jako nejlepší jeví směs 50% špaldové mouky a 50% mouky z pšenice seté. Takovýto chléb bude pro zákazníky cenově dostupnější a také atraktivnější, což jsme zjistili na základě výsledků sensorické analýzy. Výstupy této analýzy potvrdily fakt, že konzumenti preferují výrobky, které jsou dostupné v našich obchodních sítích a jsou na ně zvyklí. Žádný rozdíl mezi preferencemi různými pohlavími či věkem nebyl zřetelný.

Velmi zajímavý byl značný rozdíl při testování chleba z hlediska olfaktometrie, kdy špaldový chléb obsahoval prokazatelně více pachových látek. Bohužel při sensorickém hodnocení se tento trend nepotvrdil, což mohlo být způsobeno stářím chleba, který již několik hodin po upečení ztrácí velké množství vůně.

Chléb ze směsi obou mouk se jeví jako nejideálnější, jak z hlediska nutričního, pekárenského tak i s ohledem na životní prostředí, pro konzumenta dochází k prokazatelnému poklesu nákladů na pečení a současně se pečivo přiblíží ze sensorického pohledu k zažitým chuťovým preferencím. Lze tedy říci, že třetí hypotéza byla také potvrzena.

7. Použitá literatura

- Abdel-Aal E-SM., Hucl P. (2005). Spelt: A speciality wheat for emerging food uses. In Abdel-Aal E-SM, Wood P (eds.): Speciality Grains for Food and Feed. American Association of Cereal Chemists Inc. 109–142.
- Bojňanská T., Frančáková H. (2002). The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking application. Rostlinná výroba 48: 141-147.
- Brümmer J. M. (2011). Modern Cereal Analysis by New Rheological Methods. 147-159.
- Burešová I., Palík S. (2005). Kvalita obilovin. AGRO. 10: 60-61.
- Celba J., Perlín C., Skalička J. (2001). Aktuální poznatky v oblasti jakosti zemědělské a potravinářské produkce. 15-22.
- Dvořáček V. (2012). Využití metody retenční kapacity mouky pro predikci technologické kvality pšenice v České republice: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Dvořáček V., Čurn, V. (2003). Evaluation of protein fractions as biochemical markers for identification of spelt wheat cultivars (*Triticum spelta* L). Plant Soil Environ. 49: 99–105.
- Dubat, A. (2011): The importance and impact of starch damage and evolution of measuring methods. Group Chopin. 1-5.
- Every D., Simmons L., Al-Hakkak J., Hawkins S., Ross M. (2002). Amylase, falling number, polysaccharide, protein and ash relationships in wheat millstreams. Euphytica. 126: 135–142.
- Faměra O., Mayerová M., Burešová I., Kouřimská L., Prášilová M. (2015). Influence of selected factors on the content and properties of starch in the grain of non-food wheat. Plant Soil Environ. 61: 241–246.
- Feldman M. (2001). Origin of cultivated wheat. The world wheat book: A history of wheat breeding, Lavoiser Publishing. 3-56.
- Grausgruber H., Scheiblaue J., Schonlechner R., Ruckenbauer P., Berghofer E. (2004). Variability in chemical composition and biologically active constituents of cereals. Genetic variation for plant breeding. Proc. 23-26.
- Hampl J. a kol. (1981). Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků. Nakladatelství technické literatury.
- Hamr K. (2001). Bioprodukty, biopotraviny – současnost a budoucnost ve světě i u nás. Ročenka pekaře a cukráře. 101-118
- Jarošová A. (2007). Senzorické hodnocení potravin. MZLU. 86.

Kahraman K., Sakıyan O., Ozturk S., Koksel H., Sumnu G., Dubat A. (2008). Utilization of Mixolab to predict the suitability of flours in terms of cake quality. *European Food Research and Technology*. 227: 565–570.

Kohajdová Z., Karovičová J. (2007). Effect of incorporation of spelt flour on the dough properties and wheat bread quality. *Žyvnosť. Nauka. Technologia. Jakość*. 4: 36–45.

Konvalina P. (2012). Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi. 36.

Konvalina P., Capouchová I., Stehno Z., Moudrý J. (2010). Agronomic characteristics of spring forms of the wheat landraces (einkorn, emmer, spelt, intermediate bread wheat) grown in organic farming. *Journal of Agrobiology* 27: 9-17.

Konvalina, P., Grausgruber, H. (2012). Pšenice špalda. Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. 43-62

Konvalina P., Moudrý J. (2008). Pěstování pšenice seté v ekologickém zemědělství (Growing of wheat in organic farming). 28.

Krieger, M. (2004). Bierspezialitäten aus Dinkel, Emmer und Einkorn. *Schrift. Genetics Resources*. 23: 176-181.

Lacko-Bartošová M., Rádlová M. (2007). The significance of spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic. *Proc. Of Conference „Organic Farming 2007“*. 79-81.

Marconi E., Carcea M., Schiavone M., Cubadda R. (2002). Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: Combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chem*. 79: 634–639.

Michalová A. (2000). Význam některých „zapomenutých“ obilnin a pseudoobilnin a jejich potravinářské využití. *Nový venkov*. 9: 32-33.

Michalová A. (2001). Česká biokuchařka: vaříme z biopotravin: recepty na pokrmy ze špaldy, pohanky, prosa a cizrny, nakličování jako zdroj vitaminů, celozrnné pochoutky a vegetariánské recepty.

Mixolab applications handbook. (2008). Rheological and enzymatic analysis. Chopin Applications Laboratory.

Moudrý J. (1997). Bioprodukty. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky v Praze. 37.

Moudrý J. (2011). Alternativní plodiny. Praha: Profi Press.

Moudrý J., Stražil Z. (1999). Pěstování alternativních plodin, Jihočeská univerzita České Budějovice. 165.

Moudrý J., Vlasák M., (1996). Metodiky pro zemědělskou praxi, 6/1996, Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) alternativní plodina. Ústav zemědělských a potravinářských informací. 28.

Novotný F. (2006). Technologická jakost a registrované odrůdy pšenice, ječmene, žita a tritikale v roce 2005. Sborník referátů ze semináře „Současné představy a požadavky na kvalitu rostlinných produktů“. 18-24.

Novotný F., Hubík K. (1997). Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice. Obilnářské listy. 3-97.

Ondřejčák F., Muchová D. (2005). Podmienky pre dosahovanie kvality potravinárskej pšenice v zemiakarskej oblasti. Naše pole. 12.

Papoušková L., Capouchová I., Kostelanská M., Škeříková A., Prokinová E., Hajšlová H., Salava J., Faměra O. (2011). Changes in baking quality of winter wheat with different intensity of *Fusarium spp.* Contamination detected by means of new rheological system mixolab. Czech J. Food Sci. 29: 420–429.

Pelikán M. (1993). Zpracování zemědělských produktů – cvičení, Vysoká škola zemědělská v Brně. 83.

Petr J., Húska J. (1997). Speciální produkce rostlinná I. (Obecná část a obilniny), Agronomická fakulta ČZU v Praze, katedra rostlinné výroby.

Petr J., Michalík I., Tlaskalová H., Capouchová I., Faměra O., Urmínská D., Tučková L., Knoblochová H. (2003). Extention of the spectra of plant products for the diet in coeliac disease. Czech J. Food Sci. 21: 59–70.

Pokorný I., Valentová H. (1997). Senzorická analýza potravin. MZLU. 101.

Prugar J. (2000). Kvalita rostlinných produktů ekologického zemědělství, Studijní informace – rostlinná výroba 5/1999. Ústav zemědělských a potravinářských informací. 79.

Prugar J. (2008). Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský.

Prugar J., Hraška Š. (1986). Kvalita pšenice. Příroda. 220.

Ranhotra G., Gelroth J., Glaser B., Lorenz K. (1995). Baking and Nutritional Qualities of a Spelt Wheat Sample. Food Sci. Technol.-Lebensm.-Wiss. Technol. 28: 118–122.

Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Mignolet E., Pycke J. M., Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J. L., Meurens M., Quetin-Leclercq J. (2005). Spelt (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. J. Agric. Food Chem. 53: 2751–2759.

Schmitz K. (2006). Dinkel-ein Getreiden mit Zukunft. BMI Aktuell, Sonderausgabe Oktober. 1-8.

Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Mignolet E., Pycke J. M., Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J. L., Meurens M., Quetin-Leclercq J. (2005). Spelt (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. J. Agric. Food Chem. 53: 2751–2759.

Schmitz, K. (2006) Dinkel- ein Getreiden mit Zukunft. BMI Aktuell, Sonderausgabe. 1-8.

Schober, T. J., Clarke, I., Kuhn, M. (2002): Characterisation of functional properties of gluten proteins in spelt cultivars using rheological and quality factor measurements. Cereal Chem. 79: 408- 417.

Sluková, M. (2003): Cereální chemie a technologie [online], Kvalitativní ukazatele pšenice a pšeničných mouk.

Stehno Z., Vlasák, M. (1999). Možnosti pěstování a využití pšenice špaldy. Úroda 47: 6-7.

Stehno Z. (2001). Pěstování a možnosti využití pluchatých pšenic. Farmář, 7-8: 18-21.

Stiegert K., Blanc J. P. (2000). Japanese demand for wheat protein quantity and quality. J. Agric. Res. Econ. 22: 104-119.

Šarapatka, B., Urban J. (2006). Ekologické zemědělství v praxi (Organic farming). Svaz PRO-BIO. 502.

Vlasák, M. (1997): Syntéza výsledků zkoušení ozimé pšenice špaldy ve VÚRV Praha - Ruzyně. Farmář. 3: 18-19.

Zimolka, J. (2005). Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. Praha: Profi Press. 180.

Schober T. J., Clarke I., Kuhn M. (2002). Characterisation of functional properties of gluten proteins in spelt cultivars using rheological and quality factor measurements. Cereal Chem. 79: 408- 417.

Sluková M. (2003). Cereální chemie a technologie. Kvalitativní ukazatele pšenice a pšeničných mouk.

Stehno Z., Vlasák M. (1999). Možnosti pěstování a využití pšenice špaldy. Úroda. 47: 6-7.

Stehno Z. (2001). Pěstování a možnosti využití pluchatých pšenic. Farmář. 7: 18-21.

Stiegert K., Blanc J. P. (2000). Japanese demand for wheat protein quantity and quality. J. Agric. Res. Econ. 22: 104-119.

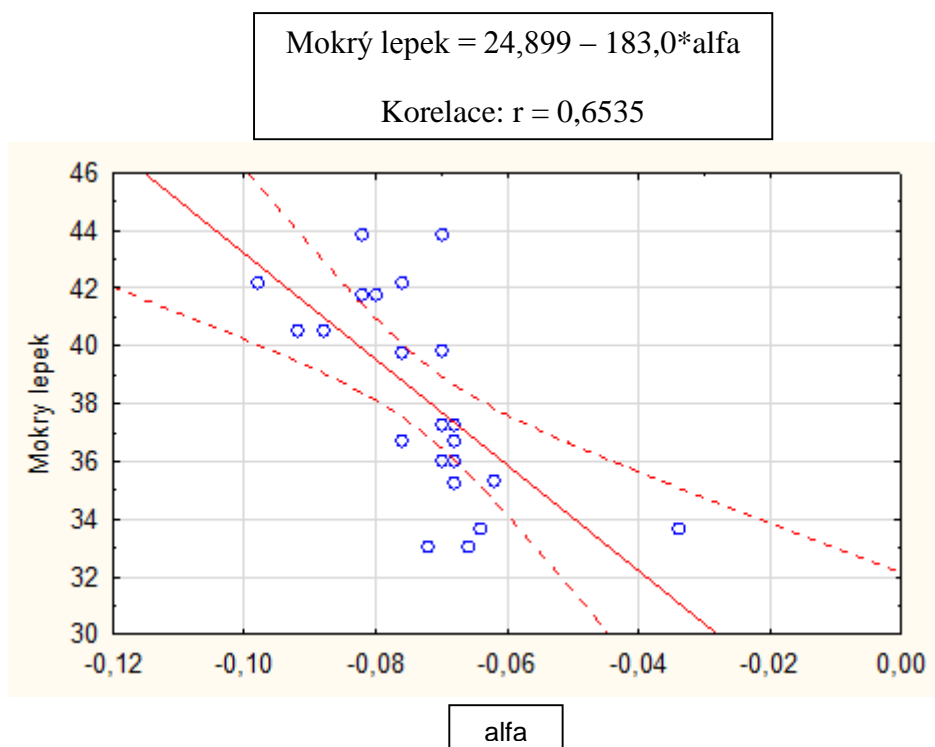
Šarapatka B., Urban J. (2006). Ekologické zemědělství v praxi (Organic farming). Svaz PRO-BIO. 502.

Vlasák M. (1997). Syntéza výsledků zkoušení ozimé pšenice špaldy ve VÚRV Praha - Ruzyně. Farmář. 3: 18-19.

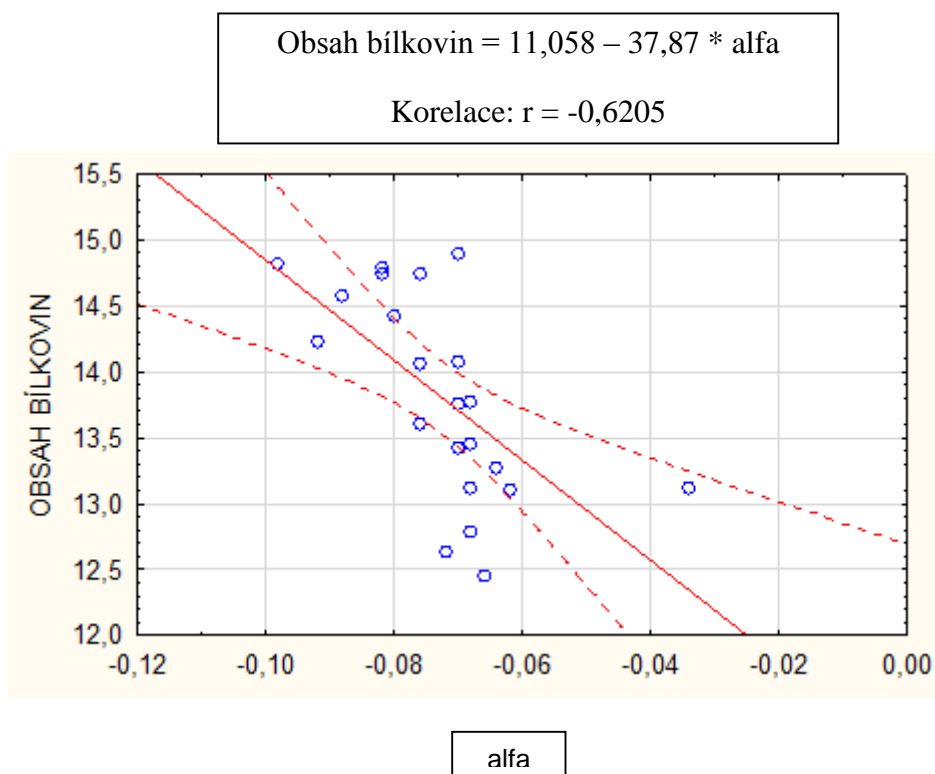
Zimolka J. (2005). Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. Praha: Profi Press. 180.

8. Přílohy

Graf 4: Korelační vztah mezi alfou a mokrým lepem



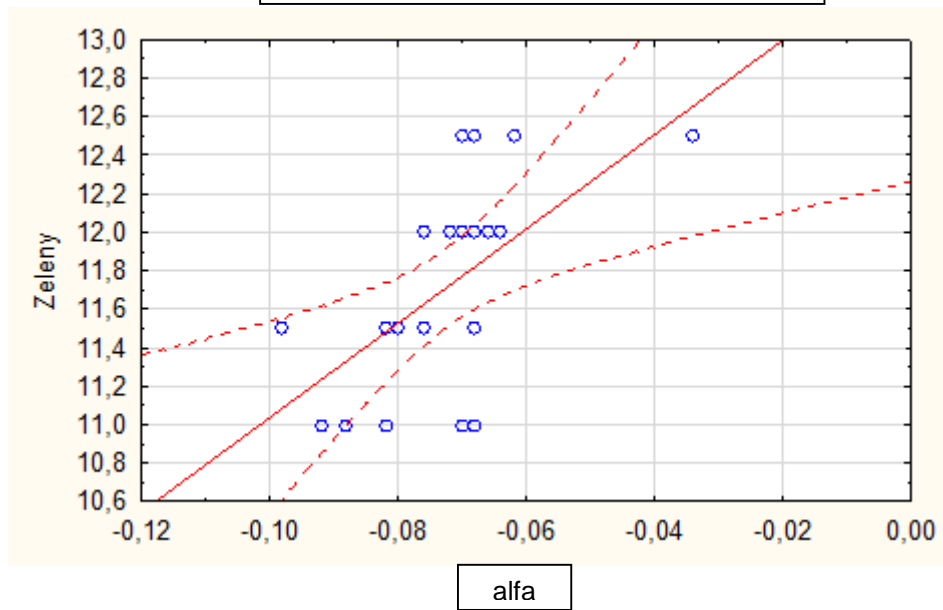
Graf 5: Korelační vztah mezi alfou a obsahem bílkovin



Graf 6: Korelační vztah mezi alfou a Zelenyho testem

$$\text{Zeleny test} = 13,487 + 24,512 \cdot \text{alfa}$$

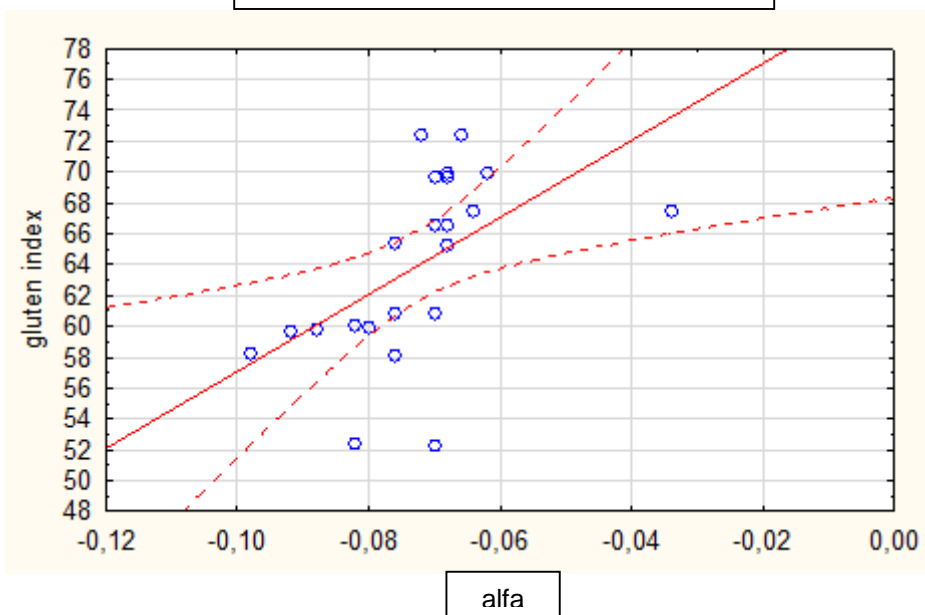
Korelace: $r = 0,56446$



Graf 7: Korelační vztah mezi alfou a gluten indexem

$$\text{Gluten index} = 82,016 + 249,26 \cdot \text{alfa}$$

Korelace: $r = 0,52875$



Tabulka 2: Detailní výsledky jednotlivých analýz na Mixolabu II (parametry reologie těsta)

Vzorek č.	Pšenice špalda	Pšenice setá	C1	Amplituda	Stabilita	C2	C3	C4	C5	α	β	γ
	%	%	min	Nm	min	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm
1	100	0	2,72a	0,07a	6,99d	0,396b	1,6605a	1,5235a	2,471ab	-0,076ab	0,652b	0,001bc
2	90	10	2,71a	0,06a	5,59c	0,386ab	1,6335a	1,501a	2,4355ab	-0,087a	0,538ab	-0,005abc
3	80	20	2,81a	0,06a	5,07bc	0,3715ab	1,628a	1,5185a	2,5025b	-0,081ab	0,267a	-0,01abc
4	70	30	2,60a	0,06a	4,79abc	0,3635ab	1,5635a	1,4595a	2,3375abc	-0,09a	0,431ab	-0,012abc
5	60	40	2,89a	0,05a	4,61abc	0,3685ab	1,5985a	1,494a	2,358abc	-0,073ab	0,411ab	0,016c
6	50	50	2,84a	0,05a	4,20ab	0,382ab	1,597a	1,492a	2,355abc	-0,069ab	0,344ab	-0,013abc
7	40	60	2,85a	0,08a	4,54abc	0,362ab	1,571a	1,441a	2,274abc	-0,072ab	0,405ab	-0,027ab
8	30	70	2,94a	0,06a	4,39ab	0,3665ab	1,56a	1,457a	2,316abc	-0,069ab	0,31ab	-0,005abc
9	20	80	2,85a	0,065a	3,87a	0,3765ab	1,587a	1,477a	2,3135abc	-0,049b	0,295ab	-0,024abc
10	10	90	2,58a	0,065a	3,90a	0,352a	1,554a	1,4365a	2,231ac	-0,065ab	0,317ab	-0,04a
11	0	100	3,07a	0,055a	4,05ab	0,3645ab	1,5585a	1,427a	2,1585c	-0,069ab	0,3ab	-0,024abc

Poznámka: Hodnoty označené stejným písmenem nevykazují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $P < 0.05$ (Tukey HSD test).

Tabulka 3: Výsledky korelační analýzy

Proměnná	Průměr ± SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C1 (1)	2,80 ± 0,21	1														
amplituda (2)	0,06 ± 0,01	-0,25 ^{ns}	1													
stabilita (3)	4,73 ± 0,91	-0,22 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1												
C2 (4)	0,37 ± 0,01	0,05 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,57 ^{**}	1											
C3 (5)	1,59 ± 0,04	-0,07 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,62 ^{**}	0,85 ^{***}	1										
C4 (6)	1,48 ± 0,04	0,01 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,43 [*]	0,81 ^{***}	0,91 ^{***}	1									
C5 (7)	2,34 ± 0,11	-0,26 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,63 ^{**}	0,68 ^{***}	0,81 ^{***}	0,8 ^{***}	1								
alfa (8)	-0,07 ± 0,01	0,1 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,48 [*]	-0,09 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	1							
Beta (9)	0,39 ± 0,13	-0,18 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,74 ^{***}	0,33 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	1						
Gama (10)	-0,01 ± 0,02	-0,03 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,47 [*]	0,45 [*]	0,47 [*]	0,49 [*]	0,59 ^{**}	-0,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1					
obsah bílkovin (11)	13,81 ± 0,77	-0,31 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,78 ^{***}	0,56 ^{**}	0,71 ^{***}	0,64 ^{**}	0,84 ^{***}	-0,62 ^{**}	0,56 ^{**}	0,56 ^{**}	1				
číslo poklesu (12)	527,55±28,64	-0,22 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,65 ^{**}	0,42 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-0,43 [*]	0,59 ^{**}	0,33 ^{ns}	0,53 [*]	1			
gluten index (13)	63,89±5,96	0,32 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,87 ^{***}	-0,58 ^{**}	-0,69 ^{***}	-0,59 ^{**}	-0,76 ^{***}	0,53 [*]	-0,69 ^{***}	-0,56 ^{**}	-0,94 ^{***}	-0,59 ^{**}	1		
mokrý lepek (14)	38,21±3,54	-0,33 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,84 ^{***}	0,5 [*]	0,66 ^{***}	0,58 ^{**}	0,79 ^{***}	-0,65 ^{***}	0,62 ^{**}	0,58 ^{**}	0,97 ^{***}	0,62 ^{**}	-0,95 ^{***}	1	
Zelenyho test (15)	11,70±0,55	0,2 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,56 ^{**}	-0,52 [*]	-0,45 [*]	-0,41 ^{ns}	-0,46 [*]	0,56 ^{**}	-0,47 [*]	-0,34 ^{ns}	-0,69 ^{***}	-0,7 ^{***}	0,66 ^{***}	-0,66 ^{***}	1

Obrázek 9: Výsledky z olfaktometru pro špaldový chléb, vzorek odebraný ihned po upečení

Measurement result		
$Z_{ite,pan}$		10493
c_{od}		10493 OU_E/m^3 (40,2 dB) (*1)
Panel members	Round 1	ΔZ
KUR	11585	1,1
LAT	11585	1,1
COM	11585	1,1
CHV	1448	-7,2
BED	11585	1,1
VLO	11585	1,1
PET	11585	1,1
KAP	5793	-1,8

Obrázek 10: Výsledky z olfaktometru pro chléb z pšenice seté, vzorek odebraný ihned po upečení

Measurement result		
$Z_{ite,pan}$		8608
c_{od}		8608 OU_E/m^3 (39,3 dB) (*1)
Panel members	Round 1	ΔZ
KUR	11585	1,3
LAT	11585	1,3
COM	5793	-1,5
CHV	5793	-1,5
BED	2896	-3,0
VLO	11585	1,3
PET	23170	2,7
KAP	11585	1,3

Obrázek 11: Výsledky z olfaktometru pro špaldový chléb, vzorek odebraný po 10minutách od upečení

Measurement result			3822
	$Z_{ite,pan}$		3822
	c_{od}		3822 OU_E/m^3 (35,8 dB) (*1)
Panel members	Round 1	ΔZ	
KUR	0	0,0	
LAT	11585	3,0	
COM	2896	-1,3	
CHV	2896	-1,3	
BED	1448	-2,6	
VLO	5793	1,5	
PET	5793	1,5	
KAP	46341	12,0	

Obrázek 12: Výsledky z olfaktometru pro chléb z pšenice seté, vzorek odebraný po 10minutách od upečení

Measurement result			1448
	$Z_{ite,pan}$		1448
	c_{od}		1448 OU_E/m^3 (31,6 dB) (*1)
Panel members	Round 1	ΔZ	
KUR	0	0,0	
LAT	1448	1,0	
COM	2896	2,0	
CHV	724	-2,0	
BED	91	-16,0	
VLO	1448	1,0	
PET	1448	1,0	
KAP	2896	2,0	

Obrázek 13: Dotazník - senzorická analýza

Hodnocení vůně chleba

1 – vynikající – příjemná, chlebová, charakteristická pro druh výrobku, dostatečně výrazná, bez cizích pachů

2 – velmi dobrá – čistá, chlebová, méně výrazná, bez cizích pachů

3 – dobrá – málo výrazná, málo harmonická, bez cizích pachů

4 – ještě přijatelná – nevýrazná, neurčitá, neharmonická, příp. mírně znatelné cizí pachy

5 – nevyhovující – cizí, netypická, např. sladová, nažluklá, zatuchlá, pach staré nebo špatně skladované mouky, po plísni a jiné vady

	Vůně				
vzorek	vynikající	velmi dobrá	dobrá	ještě přijatelná	nevyhovující
A					
B					
C					
D					
E					

Hodnocení textury chleba

1 – vynikající – kyprá, pružná, pórovitá, vláčná na skusu, stejnorodá, dobře propečená, velmi dobře polykatelná

2 – velmi dobrá – kyprá, méně pružná, pórovitá, vláčná, dobře propečená, dobře polykatelná, měkká, homogenní

3 – dobrá – méně kyprá, méně pružná, vláčná, nestejnorodá, dobře polykatelná, měkká, homogenní, mírně tužší kůrka

4 – ještě přijatelná – nepružná, suchá, drobivá nebo naopak mazlavá, nestejnorodá, střída špatně propečená, hůře polykatelná, slabě rozpadavá, tvrdá kůrka

5 – nevyhovující – suchá, rozpadavá nebo naopak silně mazlavá, lepivá, nestejnorodá, nepropečená, vlhké jádro, těžko polykatelná, gumovitá, příp. jiné vady

	Textura chleba				
vzorek	vynikající	velmi dobrá	dobrá	ještě přijatelná	nevyhovující
A					
B					
C					
D					
E					

Hodnocení chuti chleba

1 – vynikající – charakteristická chlebová, příjemně navinulá s jemným pocitem vlhkosti, dostatečně výrazná, bez cizích příchutí

2 – velmi dobrá – čistá, chlebová, méně výrazná, bez cizích příchutí

3 – dobrá – málo výrazná, prázdná, málo harmonická, bez cizích příchutí

4 – ještě přijatelná – mdlá, nevýrazná, neharmonická, příp. mírně znatelné cizí pachuti – kyselější, slanější, připálená

5 – nevyhovující – cizí, netypická, např. sladová, nažluklá, neslaná nebo přesolená, příliš kyselá, kvasničná a jiné vady

vzorek	Chuť				
	vynikající	velmi dobrá	dobrá	ještě přijatelná	nevyhovující
A					
B					
C					
D					
E					

Pořadový test

Seřaďte vzorky podle Vašich preferencí (1 – vzorek nejlepší, nejpřijatelnější → 5 – vzorek nejhorší, nepřijatelný). Dva a více vzorků NESMÍ mít stejné pořadí.

pořadí	vzorek
nejlepší	
dobrý	
průměrný	
špatný	
nejhorší	