

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



Jakostní hodnocení pšenice a mlýnských výrobků

se zaměřením na pečivářenské užití

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Iva Benešová

Vedoucí práce: Ing. Oldřich Faměra, CSc.

©2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci "*Jakostní hodnocení pšenice a mlýnských výrobků se zaměřením na pečivářenské užití*" vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce s použitím odborné literatury a informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedené v seznamu použité literatury. Jako autorka diplomové práce prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Bc. Iva Benešová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Oldřichu Faměrovi, CSc. za velmi vstřícný přístup, trpělivost, cenné rady a vedení, které mi v průběhu vytváření této práce poskytoval.

Rovněž bych také chtěla poděkovat své rodině, především manželovi, který mi po celou dobu mého studia poskytoval zázemí.

Souhrn

Diplomová práce se zabývá výběrem a hodnocením potravinářské pšenice pro pečivářenské užití.

Na rozdíl od pšenic vhodných pro pekárenské využití je pro výrobu pečivářského zboží potřeba využít mouky s nízkým obsahem N-látek a lepku a s nízkým sedimentačním indexem. K zabezpečení požadované specifické jakosti pšenice a vyrobené mouky je nutná upravená odrůdová agrotechnika. Ve spolupráci s pěstiteli a dodavateli pšenice byl kvalitativně prověřován soubor odrůd využitelných pro pečivářské účely. Podle mlynářské metodiky byly stanoveny ukazatele: vlhkost, příměsi, nečistoty, objemová hmotnost, číslo poklesu, obsah lepku, obsah N-látek, sedimentační index (Zelenyho test), farinografická vaznost a alveografické charakteristiky.

Dílčím analýzám bylo podrobena 176 nabídkových vzorků vybraných odrůd pšenice pro pečivářenské využití: Arkeos, Hermann, Lear a Vanessa. Z dalšího zkoušení byla vyřazena odrůda Hermann pro nízkou objemovou hmotnost v průměru 750 g.l⁻¹. U odrůdy Lear se projevila náchylnost k porůstání. V roce 2013 mělo číslo poklesu v průměru jen 169 s (požadavek min. 220 s). V případě alveografických zkoušek vykazala odrůda Vanessa poměr P/L 1,2 oproti požadavku okolo 0,5 nejvýše však 0,8. Lear a Vanessa byly vyřazeny z dalšího zkoušení pro pečivářenské užití.

Na základě dobrých reologických vlastností a vyhovujících kvalitativních výsledků zrna byla pro následné zkoušení pečivářské kvality vybrána odrůda Arkeos (153 vzorků). V sklizni 2013 se produkce zrna odrůdy Arkeos vyznačovala vysokým obsahem N-látek (12,7 %). Upravenou agrotechnikou pro pečivářské užití bylo dosaženo nižšího obsahu N-látek skl. 2014 11,5-12,5 %, skl. 2015 v průměru 11,8 % v zru. Obdobná tendence byla zjištěna u sedimentačního indexu 2013 - 28,1 ml, 2014 - 16,5 ml, 2015 - 24,0 ml. Statisticky byla zjištěna nejnižší variabilita jakostních ukazatelů v roce 2013 a největší v roce 2014.

Z výsledných hodnocení kvalitativních znaků je možné doporučit odrůdu Arkeos jako vhodnou pro pečivářské užití. Pro toto její cílené užití je nutné uplatnit pěstitelskou technologii se sníženou úrovní dusíkaté výživy a s vynecháním kvalitativní dávky dusíkatého hnojení.

Klíčová slova

pšenice pečivářská, odrůda, Arkeos, analýza, kvalitativní parametry

Summary

This thesis deals with the selection and evaluation of food wheat for pastry use.

Unlike wheat suitable for oven use is for the manufacture pečivářenského goods need to use flours with a low content of N-compounds and gluten-free and low sedimentation index. To ensure the required specific quality wheat flour produced is necessarily governed by varietal agrotechnika. In cooperation with growers and suppliers of wheat was qualitatively verified set of varieties usable for pastry purposes. According to the methodology and mill indicators are set: humidity, impurities, contaminants, density, falling number, gluten, N-substances content, sedimentation index (Zeleny test), farinograph valence and Alveograph characteristics.

A sub-analysis were subjected 176 samples of invitations to selected varieties of wheat for pastry use: Arkeos Hermann, Lear and Vanessa. The further testing was discarded variety Hermann for low bulk density averaged 750 g.l^{-1} . For variety Lear showed susceptibility to sprouting. In 2013, the number should drop an average of only 169 s (request min. 220 s). In the case alveografických tests showed a variety Vanessa index number P/L compared to 1.2 requirement of about 0,5, more than 0,8. Lear and Vanessa were eliminated from further testing for pastry use.

Because of the good rheological properties and satisfactory qualitative results grains were for subsequent testing of selected quality pastry variety Arkeos (153 samples). In 2013, grain production varieties Arkeos characterized by a high content of N-substances (12.7 %). Farming techniques adapted for use pastry obtain a lower content of N-substances - 2014 from 11,5 to 12,5%, in 2015 on average 11,8 % of the grain. A similar tendency was observed in sedimentation index 2013 – 28,1 ml, 2014 – 16,5 ml, 2015 – 24,0 ml. Statistically was found the lowest variability in quality parameters established in 2013 and most of 2014.

From the resulting evaluation of the qualitative characteristics of varieties can be recommended as suitable for Arkeos pastry use. For this its targeted use it is necessary to apply cultivation technology with reduced levels of nitrogen nutrition and avoiding the qualitative benefits of nitrogen fertilization.

Keywords

baking wheat, variety, Arkeos, analysis, qualitative parameters

Obsah

1 ÚVOD	9
2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA	10
3 LITERÁRNÍ ČÁST	11
3.1 Botanická a biologická charakteristika pšenice	11
3.1.1 Botanická charakteristika pšenice.....	11
3.1.2 Morfologické znaky pšenice a anatomie obilky	12
3.2 Složení obilného zrna	14
3.2.1 Sacharidy	15
3.2.2 Monosacharidy.....	15
3.2.3 Oligosacharidy	15
3.2.4 Polysacharidy.....	15
3.2.5 Bílkoviny	16
3.2.6 Lipidy.....	17
3.2.7 Minerální látky.....	17
3.2.8 Vitamíny	17
3.5 Pšenice potravinářská	18
3.5.1 Jakostní ukazatele pšenice	19
3.5.2 Rozdělení podle jakostních skupin	20
3.5.3 Rozdělení dle užitkových směrů.....	21
3.3.4 Agrotechnické faktory	22
3.5.5 Počasí jako ovlivňující faktor	24
3.5.6 Charakteristika ročníků.....	25
3.5.6.1 Sklizeň pšenice za rok 2013	25
3.5.6.2 Sklizeň pšenice za rok 2014	26

3.5.6.3	Sklizeň pšenice za rok 2015	28
3.5.6	Kvalita ročníků	29
3.5.6	Bilance výroby v letech 2010 – 2015	29
3.4	Pšenice pečivářská	30
3.4.1	Požadované jakostní ukazatele pečivářské pšenice	32
3.4.2	Charakteristika požadovaných jakostních ukazatelů pečivářských pšenic	34
3.4.3	Rozdělení trvanlivé pečivo	36
3.4.2.1	Sušenky.....	37
3.4.2.2	Oplatky	39
3.4.4	Spotřeba sušenek a trvanlivého pečiva	39
3.4.5	Výroba oplatek v ČR	40
4	MATERIÁL A METODY	42
4.1	Charakteristika výrobního subjektu.....	42
4.2	Charakteristika vybraných pečivářských odrůd v ČR	42
4.2.1	Arkeos	43
4.2.2	Hermann.....	43
4.2.3	Lear	43
4.2.4	Vanessa	43
4.3	Metody hodnocení vzorků.....	44
4.3.1	Odběr vzorků	44
4.3.2	Smyslové posouzení obilovin	45
4.3.3	Stanovení obsahu příměsí a nečistot.....	45
4.3.4	Stanovení vlhkosti a objemové hmotnosti	46
4.3.5	Stanovení čísla poklesu.....	46
4.3.6	Stanovení obsahu lepku, dusíkatých látek a Zelenyho testu.....	48
4.3.7	Alveograf	49

4.3.8	Farinograf.....	50
4.3.9	Stanovení výtěžnosti mouky.....	52
5	VÝSLEDKY	53
5.1	Hodnocení vybraných pečivářských odrůd v ČR	53
5.2	Hodnocení odrůdy Arkeos	55
5.3	Statistické hodnocení vlivu ročníku na jednotlivé kvalitativní ukazatele	57
5.4	Korelační matice kvalitativních znaků	61
6	DISKUZE.....	63
7	ZÁVĚR.....	66
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
9	PŘÍLOHY	71
9.1	Seznam tabulek	71
9.2	Seznam obrázků	71
9.3	Seznam grafů.....	72
9.4	Přehled zkratk.....	72
9.5	Přehled norem a metod	73

1 ÚVOD

Z historických pramenů a vědeckých důkazů je jisté, že naši předkové využívali jádra různých obilovin ke své výživě již před mnoha tisíci lety. Vývojem člověka i postupem času lidé zjistili, že obilky je možné uchovávat a skladovat, tím tak získali možnost celoročního využívání obilovin. Určitě i to bylo impulzem pro cílené pěstování obilovin k výživě stále se rozrůstajícího lidstva. V místech, kde byly příznivé podmínky pro pěstování takovýchto plodin, vznikaly prvotní starověké civilizace.

Produkce obilovin stojí dnes v popředí zájmu všech zemí a z pšenice jako z nejstarší kulturní plodiny se stala strategická surovina. Jedná se o jednu z nejvýznamnějších obchodních komodit na světových trzích v úseku potravin. Mezi největší producenty patří země EU, Čína, Indie, Rusko, USA, Ukrajina a Argentina.

Celé lidstvo ví, že se pšenice stala základním prvkem lidské stravy, která je zdrojem energie ve formě sacharidů i jiných nezbytných látek v podobě vitamínů, minerálních látek a lipidů. V Evropě se jedná o základní potravinu pro výrobu pečiva denní spotřeby, trvanlivého pečiva, těstovin i jiných rozmanitých pokrmů.

K výrobě trvanlivého pečiva se používají mouky se slabým lepkem, cíleně šlechtěné pro danou výrobu. V závislosti na široké nabídce trvanlivého pečiva existuje řada výrobních postupů. Některé výrobky vznikly až v posledních letech, vlivem průmyslové výroby, jiné mají dlouhodobou tradici od počátku 19. století. Výroba trvanlivého pečiva zaznamenala velkou expanzi po roce 1990 se vstupem zahraničního kapitálu do České republiky. Výrobci trvanlivého pečiva požadují pro svoji výrobu mouku, na kterou jsou kladeny přesné jakostní parametry. Toho lze dosáhnout pouze samotným výběrem vhodných odrůd a správným technologickým postupem. Pro dosažení kýžených cílů, je nezbytná vzájemná spolupráce řetězce v podobě: šlechtitelé – zemědělská výroby – zpracovatelé zrna – zpracovatelé mouky.

Proto se pěstování pšenice přistupuje s maximální zodpovědností a s využitím nejnovějších poznatků vědy i praktických zkušeností našich předků.

2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA

Cílem této práce je zpřesnit výběr potravinářské pšenice v závislosti na vybraných jakostních parametrech nakupované potravinářské pšenice a její vhodnost ke zpracování na pečivářské produkty. Pro naplnění práce byly vytýčeny tyto úkoly:

- teoreticky charakterizovat vybrané jakostní parametry;
- prakticky stanovit jakostní parametry vybraných odrůd;
- prakticky ověřit kvalitativní parametry dle metodiky;
- získané hodnoty porovnat s kvalitativními požadavky pro pečivářské užití;
- výsledné porovnání naměřených hodnot;
- zhodnocení dosažených výsledků.

Hypotéza: Bílkovinné složení endospermu zrna pšenice významně ovlivňuje vlastnosti lepku při zpracování těsta. Specifické požadavky na pečivářské mouky zabezpečí odrůdově zaměřený výběr partií pšenice.

3 LITERÁRNÍ ČÁST

3.1 Botanická a biologická charakteristika pšenice

Pšenice (*Triticum*) je rod jednoděložných rostlin z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) s přibližně 20 druhy (Zimolka et al., 2005). Zahrnuje jak šlechtěné, tak planě rostoucí druhy. Vědecká klasifikace pšenice je uvedena v Tabulce 1.

Tabulka 1 - Vědecká klasifikace pšenice

Vědecká klasifikace pšenice	
Říše	Rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše	Cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení	Krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída	Jednoděložné (<i>Liliopsida</i>)
Čeleď	Lipnicovité (<i>Poaceae</i>)
Podčeleď	Lipnicové (<i>Pooideae</i>)
Rod	Pšenice (<i>Triticum</i>)

(Zdroj: www.biology.webz.cz/carl)

3.1.1 Botanická charakteristika pšenice

Nejvíce pěstovaným druhem ve světě i u nás je pšenice setá (*Triticum aestivum* L.), která má ozimou i jarní formu. Pšenice ozimá se seje na podzim a sklízí se v létě následujícího roku. Pšenice jarní se seje co nejdříve na jaře a sklízí se téhož roku v létě. Ozimost je podmíněna geneticky v závislosti na delší působení nízké teploty s vlivem krátkého podzimního dne (Faměra, 1993). V ČR se využívá 57 % orné půdy pro pěstování obilovin, na které se z 58 % pěstuje pšenice (Foltýn et al., 1970).

Pšenice se dělí podle počtu chromozomů do tří skupin:

Diploidní pšenice (2n=14): pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum* Scheim, *Triticum monococcum* L.);

Tetraploidní pšenice (2n=28): pšenice planá dvouzrnka (*Triticum dicocoides* L.), pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoceum* Schrank), pšenice Timofejevova (*Triticum timopheevi*),

pšenice naduřelá (*Triticum turgidum* L), pšenice polská (*Triticum polonicum*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum*);

Hexaploidní pšenice (2n=42): pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) a pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) (Zimolka et al., 2005).

Pšenice setá vznikla pravděpodobně ze špaldy a vyskytuje se ve čtyřech variantách:

- *lutescens* - s bezosinným či osinatým klasem, bílé barvy;
- *milturum* - s bezosinným či osinatým klasem, červené barvy;
- *erythrospermum* - s osinatým klasem, bílé barvy;
- *ferrugineum* – s osinatým klasem, červené barvy.

3.1.2 Morfologické znaky pšenice a anatomie obilky

Pšenice setá se vyznačuje hustým nelámavým (osinatým nebo bezosinatým) klasem. Stonek, u obilnin stéblo, je rozděleno kolénky na mezičlánky, kterých je u pšenice obvykle 4- 6, duté kolénkaté stéblo je tvořené z kolének (nodů) a článků (interdonií). Počet kolének odpovídá počtu listů, které jsou spirálovitě rozloženy na stéble. List pšenice je přisedlý a svou pochvou objímá stéblo. Na přechodu mezi pochvou a čepelí je jazýček a po obou stranách listové pochvy jsou ouška. Dle čepelí a pochvy prvního listu je možné morfologicky určit odrůdu již při rozvoji prvního listu (Rovenská, 1968).

Květenstvím pšenice je složený klas, přičemž osou je vřetenno, ke kterému se přimykají jednotlivé klasy. Klásek je tvořen bezosinnými plevami a příslušným počtem kvítků, které obalují z vnější strany pluchy, z vnitřní plušky (Foltýn et al., 1970). U osinatých klasů z pluchy vyrůstají osiny (Špaldoň, 1982). Součástí kvítků jsou pestíky a tyčinky. Pestík je složen z dvou péřovitých blizen, pod kterými je semeník. Otevírání kvítku pro jeho opylení zajišťují dvě pleny (lodikuly), které jsou umístěny na spodní straně semeníku z vnější strany. Ze semeníku vyrůstají tyčinky, které jsou složeny z nitek a prašníků, každý se dvěma pouzdry vyplněnými pylem.

Anatomie obilky

Plodem je obilka (zrno), která má tři části:

- **obal** - tvoří 8-14 % hmotnosti zrna;
- **endosperm** (jádru) - představuje 84–86 % hmotnosti zrna;
- **klíček** (zárodek) - tvoří 3 % hmotnosti zrna.

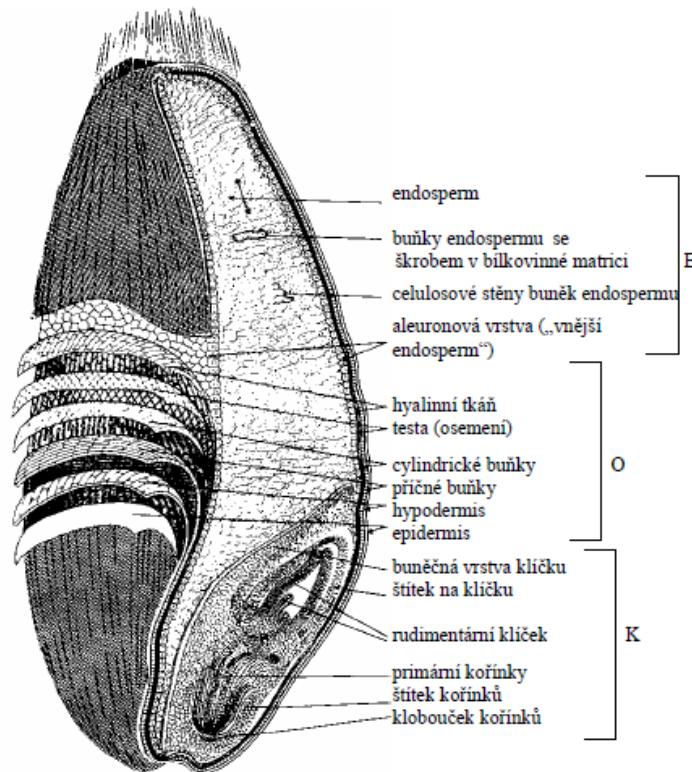
Jednotlivé složky mají různé strukturní, mechanické a fyzikálně-chemické vlastnosti a plní v životě obilky i při následném využití a zpracování své specifické funkce.

Obilné zrno je složeno z několika vrstev Obrázek 1.

- **Obalové vrstvy** – ektosperm (oplodí a osemení) tvoří cca 8 – 14 % hmotnosti zrna. Chrání obilku před vnějšími vlivy, v mlýnské technologii je označujeme jako otruby. Jsou tvořeny několika vrstvami buněk, jež chrání klíček a endosperm před vysycháním a mechanickým poškozením. Podíl obalů stoupá s pluchtostí zrna. Obalové vrstvy mají dvě obalové části – oplodí a osemení (Kent, 1994).
Oplodí (perikarp) tvoří: pokožka (epidermis), buňky podélné (epikarp), buňky příčné (mezokarp) a buňky hadicové (endokarp).
Osemení (perisperm, testa) nesou v buňkách barvivo a tak určují vnější barevný vzhled zrna, obsahují polysacharidické látky, schopné vázat vodu a do jisté míry bobtnat.
Aleuronová vrstva se nachází mezi obalovými vrstvami a endospermem a obsahuje především protoplasmatické bílkoviny, tuky, vitamíny a minerální látky (Kučerová, 2004).
- **Endosperm** zaujímá 84 – 86 % hmotnosti zrna. Je tvořen velkými hranolovitými buňkami s poměrně jemnou buněčnou blánou; obsahuje hlavně škrob a bílkoviny. Vlastní moučné jádro je obaleno vrstvou aleuronových buněk, složených z bílkovin, tuků a minerálních látek. Je v ní obsaženo také značné množství vitamínů. Obilky pšenice mají pouze jednu vrstvu těchto buněk. Endosperm má za úkol výživu zárodku až do doby, než je rostlina schopná žít se asimilací. Při využití a zpracování zrna tvoří podstatnou složku finálního výrobku (mouky, škrobu), je hlavním zdrojem extraktů při výrobě piva a základním materiálem pro tvorbu maltózy při výrobě lihu. Při výživě a krmení je hlavním zdrojem energie a bílkovin. Konzistence endospermu u pšenice a ječmene může být moučnatá, polosklovitá nebo sklovitá (Dudáš a Pelikán, 1989).
- **Klíček** tvoří nejmenší, avšak nejvíce kolísající podíl zrna u pšenice pouze 3 %. Jako představitel života nové rostliny je stále živý a obsahuje mnoho účinných látek (tuků, cukrů, bílkovin, enzymů a vitamínů). Významný je štítek obsahující až 33 % bílkovin. Kromě krmných účelů mají obilné klíčky uplatnění v potravinářském a farmaceutickém průmyslu (Příhoda et al., 2003).

Obrázek 1 - Podélný řez pšeničným zrnem

(O – vrstva přicházející při mletí do otrub; E – vrstva přicházející při mletí do mouky;
K – vrstva odstraňovaná s klíčkem)



(Zdroj: Zimolka et al., 2005).

Mezi další produkty patří otruby, tj. semenné slupky, jedlé i krmné a stéblo na slámu, jako podestýlka. Zrno se též používá k výrobě škrobu, piva, bioethanolu i biomasy, která se využívá pro energetické účely jako obnovitelný zdroj energie, atd.

3.2 Složení obilného zrna

Důležitou složkou obilného zrna je voda. Z technologického hlediska, podle obsahu vody, mluvíme o zrně mokré (nad 17 %), vlhkém (nad 15,5 %), středně suchém (nad 14 %) a suchém (do 14 %).

Základními stavebními složkami zrna podle množství jsou:

- sacharidy a bílkoviny;
- lipidy, minerální látky;

- vitamíny, barviva;
- složky, které mají růstové regulační a genetické funkce.

3.2.1 Sacharidy

Sacharidy tvoří nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Patří sem především polysacharidy - škrob, celulóza, hemicelulózy, pentozany a slizy, dále oligosacharidy a monosacharidy a také sacharidy jako součást komplexů s lipidy a bílkovinami - glykolipidy a glykoproteiny (Prugar, 2008).

3.2.2 Monosacharidy

Ve zralých obilných zrnech se volné monosacharidy nabízejí v nepatrném množství. Jedná se o pentosy a hexosy. Pentosy se nachází v obalových a buněčných stěnách endospermu. Jsou součástí vysokomolekulárních peltosanů (Pelikán, 2001). Arabinosa xylóza se nalézají v zrně pouze ve formě svých derivátů a araxylanů (Hampl, 1970). Hexosy (glukosa a fruktóza) se v pšeničném zrně vyskytují v nepatrném množství. Glukosa je hlavní složkou pro tvorbu škrobu a celulózy. Hexosy jsou stavebním materiálem polysacharidů (Pelikán, 2001).

3.2.3 Oligosacharidy

V zrně se oligosacharidy vyskytují ve velmi nízkých koncentracích. Nejvíce je zde obsažena maltosa a sacharóza. Sacharóza je fyziologicky velmi důležitá. Je obsažena v klíčku jako jediný cukr, který má klíčící zrně k dispozici, než se rozvine amylolytická činnost. Obsah sacharózy v obilkách pšenice se pohybuje kolem 0,6 %. V zrně je také obsaženo malé množství maltosy 0,2 - 2 % (Kadlec et al., 2002).

3.2.4 Polysacharidy

Polysacharidy obilných zrn se dělí na škrob a skupinu neškrbových polysacharidů (Příhoda et al., 2003).

Škrob je nejdůležitější složkou zrna a je obsažen v endospermu. Jedná se o nejčastější rezervní polysacharid. Obsah škrobu v pšeničném zrně představuje asi 60 % jeho objemu (Hicks et al., 2012), v závislosti na odrůdě a agroekologických podmínkách (Prugar, 2008).

Škrob se v obilovinách a rostlinách vyskytuje ve formě škrobových zrn. Je složen ze dvou frakcí amylosy a amylopektinu. Obě frakce jsou tvořeny jednotkami glukosy. Liší se i relativní molekulovou hmotností (Kučerová, 2004).

Dalším významným polysacharidem je celuloza. V celozrnných moukách nebo v pekařských výrobcích má významný efekt na fyziologii trávení (Benda et al., 2006). Kromě celulosy obsahuje zrno hemicelulosu (nestravitelnou vlákninu), lignin a pentosany (Kent, 1994).

3.2.5 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější dusíkatou látkou, které často determinují technologickou jakost surovin. V pšenici se bílkoviny vyskytují v množství 10 – 16 %, přičemž při obsahu nad 13 % se považují za velmi dobré (Goesaert et al., 2005).

Základními bílkovinami zrna všech obilovin jsou albuminy, globuliny, gliadiny a gluteninů (Hampl, 1970). Nejvýznamnějšími proteiny pšenice jsou rezervní, ve vodě rozpustné gliadiny a gluteniny reprezentované řadou příbuzných proteinů vzájemně se poněkud lišících složením aminokyselin (Velíšek, 2002).

Albuminy a globuliny se označují jako bílkoviny rozpustné, zatímco gliadiny a gluteniny jako bílkoviny lepku. Podíl lepkových bílkovin činí kolem 80 % z veškerých bílkovin zrna a v těstě tvoří elastický a tažný hydratovaný gel složený ze dvou vysokomolekulárních frakcí. Z gliadinu, který má charakter sirupovité hmoty a dodává lepkovému komplexu tažnost a z gluteninů, jež má vláknitou strukturu a je nositelem pružnosti. Ostatní obilné bílkoviny podélný gel netvoří (Prugar, 2008).

Gliadinových proteinů bývá u každé odrůdy pšenice několik desítek. Největší význam mají bílkoviny pšenice, které se liší od ostatních rostlinných bílkovin svou schopností tvorby lepku, pružného gelu. Množství a vlastnosti lepku jsou důležitými kritérii jakosti pšenice. Obsah a kvalita lepkových bílkovin významně ovlivňuje viskoelasticitu pšeničného těsta, čím rozhoduje o jeho vhodnosti na výrobu kynutých výrobků. Propojením prostorové sítě pšeničné bílkoviny se tvoří lepek, který je charakteristický tažností, pružností a schopností bobtnat ve zředěném roztoku kyseliny mléčné. Míra těchto vlastností předurčuje vlastnosti těsta (Palík a kol, 2009).

U menší části populace vyvolává pšeničný lepek trávící alergii, zvanou celiakie. Slabé mouky obsahují obvykle pod 10 % bílkovin (Velíšek, 2002).

3.2.6 Lipidy

V zrně pšenice je přítomno 1,5 - 3 % lipidů, tvořených vlastními tuky složenými hlavně z kyseliny linolové a olejové a fosfatidy, které obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi. Hlavní podíl lipidů je soustředěn do klíčkové části zrna. Přes nízké kvantitativní zastoupení v celkové skladbě pšeničného zrna nelze význam lipidů podceňovat. Nenasycené mastné kyseliny ovlivňují vzájemné přeměny sulfhydrylových a disulfidických skupin bílkovin a tím i reologické vlastnosti těsta. Lipidy jsou důležité pro skladování obilí a mouk. (Prugar, 2008). Oxidační změny lipidů způsobují nežádoucí zhoršení sensorických vlastností jako je žluknutí, které je podmíněno vyšší vlhkostí obilí a rozvojem plísní produkující lipázy (Hrabě et al., 2008).

3.2.7 Minerální látky

Souhrnně označujeme tyto látky jako „popel“, to znamená anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu. V pšeničném zrně se minerální látky nachází v rozmezí 1,25 - 2,5 %. Největší množství minerálních látek se nachází v klíčku a obalových vrstvách, především v aleuronové vrstvě. Nestejné rozdělení minerálních látek v zrně se stalo základem pro hodnocení jakosti mouky (Příhoda et al., 2003).

Ve 100 g sušiny pšeničného zrna je obsaženo cca 450 mg fosforu, 380 mg draslíku, 160 mg síry, 140 mg hořčíku, 60 mg vápníku, 30 mg sodíku, 5 mg železa, 4,5 mg manganu, 3 mg zinku, 2,5 mg bóru, 0,7 mg mědi a v nepatrných množstvích ještě další minerální látky. Obsah popelovin v mouce je ukazatelem stupně vymletí, tedy oddělení obalových vrstev a klíčků od endospermu. Z celkového množství biogenních minerálií přítomných v zrně, přechází do konzumních mouk kolem 75 % vápníku, 50 % fosforu a 20 % železa. Čím světlejší mouka je, tím je tato bilance horší (Prugar a Hraška, 1986).

3.2.8 Vitamíny

Obiloviny je možné považovat za zdroj vitamínů, vysoký obsah je přítomen v obalových vrstvách (u pšenice až 70 %), klíčku - zejména ve štítku a aleuronové vrstvě. V endospermu vitamíny nejsou přítomny. Během mletí přechází podle stupně vymletí do konzumních mouk v průměru dvě třetiny původního obsahu vitamínů (Kučerová, 2004).

Ve 100 g sušiny pšeničného zrna se průměrně nachází 0,45 g thiaminu, 0,15 mg riboflavinu, 0,15 mg kyseliny listové, 0,015 mg biotinu, 5 mg niacinu, 1,0 mg kyseliny pantothenové, 0,4 mg pyridoxinu, 3 mg tokoferolů a 0,01 mg provitaminu A – karotenu (Prugar a Hraška, 1986).

3.5 Pšenice potravinářská

Za pšenici potravinářskou se považuje pšenice obecná ve formě jarních a ozimých odrůd, má široké uplatnění v potravinářském průmyslu, kde patří mezi nezbytné prvky lidské výživy.

Potravinářská pšenice je používána hlavně na výrobu potravin. Pšeničná mouka má jedinečné nutriční a zpracovatelské vlastnosti a je schopná vytvářet těsto, ze kterého je možné vyrábět kynuté pečivo. Mimo kynutého těsta se pšeničné zrna používá také k výrobě různých druhů pečivářských výrobků, cereálií, těstovin a mnoha dalších výrobků (Burešová a Palík, 2008).

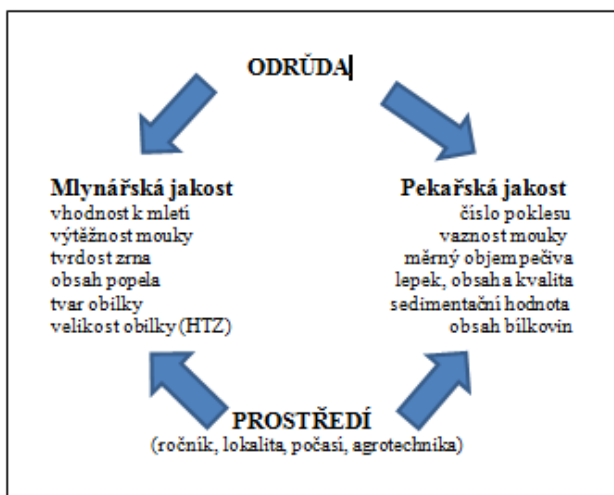
Kvalita pšeničného zrna je souhrn fyzikálních a chemických vlastností zrna (Palík et al., 2009). Jako zásadní faktor ovlivňující technologickou jakost pšeničného zrna je odrůda. Cílem je každou odrůdu zařadit do přesně definované jakostní skupiny a umožnit tím pěstiteli a také zpracovateli zvolit optimální odrůdu pro daný užitný směr (Prugar a Hraška, 1986). Seznam všech doporučených odrůd je zapsán ve Státní odrůdové knize. Zápis do této knihy provádí Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (Horáková et al., 2013).

V ČR je stanovena Česká technická norma ČSN 46 1100 Obiloviny potravinářské, která se skládá z několika dílčích částí. Pšenice potravinářská je řízena částí 46 1100-2.

Jednotlivé odrůdy se v mnoha znacích mohou výrazně lišit, je proto nutné respektovat jejich užitný směr, pěstitelské i agrotechnické podmínky.

Technologická jakost odrůd pšenice je pro potravinářské využití určena znaky popisující mlynářskou a pekařskou hodnotou Obrázek 2 (Hrušková a kol, 2006).

Obrázek 2 - Vliv prostředí a odrůdy jakost pšenice



(Petr, 2001)

Mlýnářská jakost je charakterizovaná jako fyzikálně-mechanická vlastnost zrna, která se stanoví nepřímými znaky a to HTZ, objemová hmotnost, tvrdost zrna, hmotnostní podíl na sítěch, tvar a vyrovnanost zrna. Tyto charakteristiky podmiňují dobrou mlýnářskou jakost k dosažení dobrých technologických požadavků při zpracování a výtěžnosti mouk (Prugar, 2008).

Pekařská jakost závisí na více činitelích. Prioritní je vlastnost základní suroviny – pšeničné mouky, která je požadovaná v různých stupních vymletí a zrnitosti, a tím i s různou pekařskou vlastností. Mezi hlavní ukazatele patří stanovení obsahu mokrého lepku, gluten indexu, vlastnosti škrobu, sedimentační hodnoty, číslo poklesu a speciální metody pro reologické hodnocení pšenice – vaznost mouky (Muchová, 2001). Reologické vlastnosti pšeničného těsta určuje složení pšeničné mouky dle hlavní složky v receptuře (tzv. dle vymílacího klíče). Pekařské pokusy simulují ve standardních laboratorních podmínkách provozní operace a výrobky se zpravidla hodnotí měrným objemem a tvarem (Hrušková et al., 2006).

Pšenice a její využití

Pšenice je nenahraditelnou surovinou, která se využívá při výrobě potravin. Na současném obilním trhu již nerozhoduje tolik množství produkce, jako její jakost. Zpracovatelé již žádají zcela určitou jakost pšenice podle způsobu užití, takže máme definované užitkové směry s určitými jakostními parametry. Pšeničná mouka se vyznačuje vysokým obsahem nutričních hodnot a typickými zpracovatelskými vlastnostmi.

3.5.1 Jakostní ukazatele pšenice

Systém výkupu potravinářské pšenice pro mlýnské zpracování je řízen dle normy ČSN 46 1100-2 a vnitřními specifikacemi samotných mlýnských zpracovatelů. Rozdělení potravinářské pšenice na pekárenskou či pečivářskou jakost je řízeno normou ČSN 46 1100 - 2 kvalitativními požadavky v Tabulce 2.

Tabulka 2 - Kvalitativní požadavky pro pekařské a pečivářenské účely

Jakostní ukazatel	Pšenice pekárenská	Pšenice pečivářenská
Vlhkost [%]	nejvýše	nejvýše
	14,0	14,0
N-látky [%]	nejméně	nejvýše
	11,5	11,5
Mokrý lepek v sušině [%]	nejméně	nejvýše
	28	25
Objemová hmotnost [g.l ⁻¹]	nejméně	nejméně
	760	760
Číslo poklesu [s]	nejméně	nejméně
	220	220
Zeleného test [ml]	nejméně	nejvýše
	30	25
Příměsi a nečistoty [%]	nejvýše	nejvýše
	6,0	6,0
Z toho		
zlomky zrn	nejvýše	nejvýše
	3,0	3,0
zrnové příměsi	nejvýše	nejvýše
	5,0	5,0
Z toho		
tepelně poškozená	nejvýše	nejvýše
	0,5	0,5
porostlá zrna	nejvýše	nejvýše
	2,5	2,5
Nečistoty	nejvýše	nejvýše
	0,5	0,5
Z toho		
tepelně poškozená	nejvýše	nejvýše
	0,05	0,05

(Zdroj: ČSN 46 1100-2)

3.5.2 Rozdělení podle jakostních skupin

Podle jakostních parametrů se pšenice dělí ještě do dalších jakostních skupin:

- **E** (elitní pšenice) - ve všech znacích vynikající hodnoty, obecně se používá k vylepšení jakosti suroviny, speciální výroba;
- **A** (kvalitní pšenice) - ve všech znacích vyhovující hodnoty;

- **B** (chlebová pšenice) - v některých znacích může být na hranici požadavků, v nepříznivých ročnicích nesplní kvalitativní požadavky pro pekárenské využití;
- **C** (odrůdy nevhodné pro pekárenské využití);
- **D** (odrůdy vhodné pro pečivářské využití).

3.5.3 Rozdělení dle užitkových směrů

Pšenice pro pekárenské využití – kynutá těsta

Pšeničné zrno je neodmyslitelnou surovinou pro výrobu kynutých pekárenských výrobků. Na výrobu kynutého pečiva se zpracovává mouka vymletá ze zralého zrna pšenice obecné. Velký význam z pohledu zpracovatelů mouk je již ve třídění pšenice dle tvrdosti, na měkké a tvrdé.

Pekárenská kvalita pšeničného zrna je ovlivněna množstvím bílkovin, především obsahem lepku. Na samotnou kvalitu zrna má vliv aktivita amylotických enzymů obsažených v endospermu zrna, která se vyjadřuje parametrem čísla poklesu. Hlavní kritéria pšenice pro zařazení vhodnosti na pekárenské využití je číslo poklesu a objemová hmotnost (Burešová a Palík, 2008).

Pšenice pro pečivářské využití – výroba sušenek, oplatek a keksů

Na rozdíl od pšenic vhodných pro pekárenské využití je na výrobu trvanlivého pečiva potřeba použít mouky s nízkým obsahem lepku (Kent, 1994).

Mouka musí pocházet ze zdravé pšenice, nepoškozené tepelně, chemicky, enzymově ani mechanicky. Kvalita mouk pro pečivářské využití má vliv na samotnou technologii výroby. Na rozdíl od pekařských výrobků nevede u trvanlivého pečiva vyšší obsah lepku ke zvýšení výtěžnosti výrobku, ale k příliš tuhým a kompaktním výrobkům (Sluková, 2003).

Pšenice pro výrobu škrobu a bioethanolu

Využití obilovin k nepotravinářským (průmyslovým) účelům se dostává do popředí. Důvodem je rozhodnutí vlády ČR splnit závazky, vyplývající ze směrnice č. 2003/30/ES Evropského parlamentu a rady, cestou zpracování bioethanolu vyrobeného z obilí

do pohonných hmot. Přínosem tohoto rozhodnutí je zejména využití zemědělské půdy pro pěstování plodin k nepotravinářským účelům.

Pro získávání škrobu se pěstují měkké i tvrdé pšenice. Vhodnější je produkce z chladnějších oblastí (obilnářská a bramborářská), (Chloupek et al., 2005). Vedle škrobu je možné získat z pšenice i lepek, který je na světovém trhu velmi cenný (Petr, 2001).

Pšenice pro krmné účely

Obiloviny patří k energetickým krmivům, a proto bez ohledu na druh a odrůdu jsou některé základní požadavky na zrno jako krmivo nebo surovinu pro výrobu krmných směsí obdobné. Podle dosavadních poznatků by mělo zrno obilovin poskytovat především vysoký obsah stravitelné energie. Krmná pšenice zaujímá největší podíl ve využití pšenice, jde přibližně o dvě třetiny celkové produkce. Jedná o nepotravinářské odrůdy pšenice s menším podílem nerozpustných frakcí bílkovin a vysokým bílkovinným indexem produkce. Někdy jsou do krmné pšenice zařazeny pšenice potravinářské, které nesplňují kvalitativní parametry potravinářských odrůd (Petr, 2001).

3.3.4 Agrotechnické faktory

Pšenice ozimá je nejnáročnější ze všech obilovin na předplodinu, neboť ta podstatně mění půdní prostředí a vlastnosti důležité jak pro růst rostlin, tak pro tvorbu výnosu i jeho kvalitu. Při výběru předplodiny je nutné zohlednit podmínky výrobní oblasti, požadavky odrůd a konečné využití produkce (Zimolka et al., 2005).

Vhodně zvolená předplodina, jako jsou jeteloviny, luskoviny, olejninové okopaniny nebo zelenina, patří na přední místo mezi faktory vytvářející jistotu k dosažení dobré jakosti pšenice (Zimolka et al., 2005). Předplodina má mnohostranný vliv na půdu, na její strukturu, biologickou aktivitu, fyzikální poměry, může mít i fytosanitární vliv, ale zejména ovlivňuje zásobu živin v půdě a dynamiku jejich uvolňování pro ozimou pšenici (Prugar, 2008).

Schopnost odrůdy plně projevit produkční i jakostní potenciál je do jisté míry ovlivněna vnějšími vlivy prostředí. Důležitou roli při tvorbě výnosu a jeho kvality sehrávají genetické vlastnosti odrůd, které jsou pro efekt agrotechnických zásahů určující (Muchová, 2001).

Dodržování rajonizace odrůd přispívá význačnou měrou k dosahování vyšší kvality. Samotné zařazení pšenice do osevního sledu je velmi důležité, tvoří tak základ pro pěstování

ostatních plodin. Neodmyslitelný vliv kromě stanoviště má i agrotechnika, příprava půdy před setím, hnojení při předset'ové přípravě, volba výsevku i termín výsevu.

Příprava půdy se dá definovat jako mechanické zpracování půdy s cílem zlepšování vlastností půdy poskytnout plodinám co nejoptimálnější podmínky ke klíčení semen, zakořenění rostlin a potlačení plevelů. Vliv přípravy půdy na jakost pšenice se projevuje prostřednictvím úpravy vláhových a vzdušných poměrů v půdě, podmínek pro uvolňování živin a vlastní přípravu set'ového lůžka (Adel et al., 2002).

Doba setí a výsevek se na jakostních ukazatelích mohou také projevit. Stupeň závislosti je spíše odrůdovou vlastností a ta může být podle odrůd různá. Příznivěji se projevuje na jakost spíše včasné setí, kdy si rostliny vytvoří mohutnější kořenový systém a tak mohou lépe přijímat vodu. Důležitá je i organizace porostu, založená počtem vysetých obilek na jednotku plochy (Petr, 2001).

Srážky ovlivňují obsah bílkovin v zrně a tím i celkovou jakost. Teplota a vlhkost se významně podílejí na utváření fyzikálně-chemických vlastností bílkovin. Vlhké počasí při tvorbě obilky podporuje výnos a vyvolává snížení obsahu dusíkatých látek. (Bláha a kol, 2008). Obsah bílkovin a lepku je značně ovlivněn množstvím dusíku. Při samotném růstu jsou důležité environmentální aspekty pro vstřebávání Množství dusíkatých hnojiv a jejich hladina podporuje viskoelastické vlastnosti lepku (Pedersen a Jorgensen, 2007).

Velmi důležité je ošetření porostu během vegetace a to použitím fungicidů, insekticidů a regulátoru růstu.

Výše výnosů plodin je ovlivněna nejenom zpracováním půdy, ale celou řadou dalších faktorů:

- půdním druhem;
- povětrnostními podmínkami;
- volbou předplodiny;
- volbou plodiny;
- vhodnou odrůdou;
- aplikací hnojiv;
- technikou setí;
- napadení porostů chorobami a škůdci.

Termín optimální sklizně je dán obsahem vody v obilkách, který je limitující pro skladovatelnost. Nejhodnější je sklizeň ve žluté zralosti. Opožděná sklizeň snižuje obsah

lepku a jeho jakost. Větší nebezpečí je v možném napadení různými patogeny, zejména fuzariózami, které se hodnotí tzv. výskytem barevných změn na obilkách. Také seřazení sklízecí mlátičky musí respektovat požadavky na jakost potravinářského obilí, aby podíl poškozených zrn byl co nejnižší (Petr, 2001).

3.5.5 Počasí jako ovlivňující faktor

Počasí ovlivňuje prostředí, které nás obklopuje a ve kterém žijeme. Mnohdy se lidstvo trápí jeho nepředvídatelností, kterou se snažíme co nejvíce zmapovat. Snahou je vytvořit nejpřesnější modely předpovědí, které jsou klíčovým faktorem rostlinné výroby a značně ovlivňují úspěšnost na produkci. Předpověď počasí je důležitá pro stanovení agrotechniky, která by tento faktor nejlépe podpořila, nebo omezila jeho nepříznivé dopady. Počasí v rostlinné výrobě neovlivňuje pouze objem produkce, ale působí i na vývoj cen na trhu a další rozhodnutí v agrárním sektoru (Farrell a Kettlewell, 2008).

Petr (2001) uvádí, že je možné se setkat s hypotézou, že díky zvyšování účinnosti vkladů na rostlinnou výrobu se vliv počasí v průběhu desetiletí snižuje. Oproti tomuto předpokladu stojí však fakt globálního oteplování přinášející sebou značné výkyvy počasí, které je těžší včas podchytit.

Vliv průběhu počasí

Prugar (2008) uvádí, že k nejvýznamnějším klimatickým faktorům řadíme teplotu, vlhkost, sluneční svit a průběh srážek.

Negativním, ale přesto významným klimatickým projevem při pěstování pšenice je mráz. Mrazům jsou vystaveny především ozimé plodiny, které si vůči nízkým teplotám vybudovaly jistou rezistenci. K negativnímu působení na zemědělské plodiny přesto za určitých podmínek dochází. V zimě je nejnebezpečnější období holomrazů, kdy účinek nízkých minimálních teplot vzduchu ($\leq -5^{\circ}\text{C}$) zesiluje absence sněhové pokrývky. V jarních měsících mohou být rizikové jakékoliv záporné teploty vzduchu, neboť vegetace je v pokročilejším stádiu vývoje a je méně odolná vůči nízkým teplotám. Dochází k promrznutí půdy a kořenů rostlin, důsledkem toho je vymrzání a nedostatečná regenerace rostlin. Průběh počasí v době vegetace má vliv prakticky na všechny parametry nutriční a technologické kvality pšeničného zrna (Palík et al., 2009).

V podmínkách středoevropského klimatu je primární příčinou vzniku sucha srážkový deficit v určitém časovém intervalu. Srážkový deficit může být prohlouben spolupůsobením ostatních meteorologických prvků, zejména vyšší teplotou vzduchu, intenzivnějším prouděním

vzduchu, eventuálně nízkou vlhkostí vzduchu. Dostatečné množství vláhy v průběhu vegetačního období je nezbytným předpokladem kvalitního vývoje a následné optimální výnosové úrovně obilovin.

D. N. Prjanišnikov zjistil negativní závislost mezi vlhkostí půdy a obsahem bílkovin v zrně (Prugar a Hraška, 1986). Vlhké počasí v období tvorby obilky podporuje výnos, ale způsobuje snížení obsahu N-látek a zhoršení ostatních znaků jakosti (Muchová, 2001). Negativními dopady vláhy jsou přivalové deště a krupobití. Byť se podobné jevy projevují převážně lokálně, mají významné negativní účinky na obiloviny jako takové, v kterékoli fázi jejich vývoje. Výsledkem je poléhání, další proces zrání je zpomalen nebo ukončen (Kolář, 2010).

Sluneční svit působí velmi příznivě v průběhu období odnožování a má zásadní vliv při tvorbě krátkých a silných dolních internodií a tvorbu produktivních odnoží. Sluneční světlo napomáhá zvyšovat intenzitu fotosyntézy, podporuje tvorbu a hromadění sacharidů, bílkovin a dalších látek (Prugar, 2008).

Z hlediska vlivu teploty na tvorbu kvality zrna jsou velmi důležitá období metání a kvetení. Optimální teplota je v rozmezí 18 až 20 °C (Prugar, 2008). Při dozrávání je nejpříznivější teplé a suché počasí směřující k vyšší tvorbě bílkovin. Extrémní teploty a nedostatek vody mohou způsobit nejen vážné sklizňové ztráty, ale také snížení kvality zrna, v podobě drobných a scvrklých zrn (Zhang et al., 2013).

3.5.6 Charakteristika ročníků

Technologická jakost pšenice potravinářské je obecně ovlivňována čtyřmi faktory – odrudou pšenice, lokalitou pěstování, agrotechnickým postupem a klimatem během daného ročníku sklizně. (Muchová, 2001). Pěstitelé, usilující o co nejvyšší zhodnocení vypěstované komodity, přizpůsobují volbu pěstovaných odrůd vlastním zkušenostem z předchozích let a znalostem místních podmínek. Je pochopitelné, že osivo odrůd z vyšších jakostních tříd znamená vyšší vstupní investici a také zpravidla vyšší pěstitelskou náročnost.

3.5.6.1 Sklizeň pšenice za rok 2013

Osevní plocha pšenice dle ČSÚ oproti roku 2012 vzrostla o 14,0 tis. ha (tj. 1,7 %) a dosáhla výměry 829,4 tis. ha. Tento růst osevních ploch způsobila pšenice ozimá, která se více méně vrátila k obvyklému průměru a je naší nejrozšířenější pěstovanou plodinou.

Celková výroba pšenice v roce 2013 dosáhla množství 4700,7 tis. tun. Z tohoto množství je 4530,8 tis. tun pšenice ozimé (tj. 96,4 % celkové výroby) a 169,9 tis. tun pšenice jarní

(tj. 3,6 % z celkové výroby). Celková výroba pšenice výrazně vzrostla oproti roku 2012 o 1181,8 tis. tun, tj. o 25,1 %. Toto zvýšení vyplývalo především z nárůstu produkce pšenice ozimé o 1295,9 tis. tun, tj. o 28,6 %.

Při hodnocení sklizně pšenice roku 2013 bylo nutné si uvědomit, že rozhodující vliv na dosažení úrovně výroby mělo počasí. To umožnilo zemědělcům na podzim roku 2012 provést bezproblémovou přípravu půdy a samotné zasetí ozimů se podařilo v převážně v odpovídajícím agrotechnickém termínu. Ozimy vzešly poměrně brzy a vlivem příznivých srážkových a teplotních poměrů byl jejich stav na podzim velmi dobrý. Většina porostů byla vyrovnaná, přiměřeně hustá a připravena na zimní období. Zima ročníku 2012/2013 nezpůsobila žádné výrazné problémy v přezimování porostů. Přes pozdější nástup jara (cca o 10-14 dnů) začaly porosty ozimých pšenic v druhé polovině dubna postupně regenerovat a dostávat se do kondice. Ke konci dubna se sice projevil mírný nedostatek vláhy, ale začátkem května přišly vydatné srážky, výrazně se ochladilo a to napomohlo rostlinám, aby v dostatečné míře formovaly výnosové prvky. Počátek sklizně byl přerušen velmi častými a vydatnými srážkami, které způsobily snížení některých kvalitativních parametrů sklizeného zrna. Vysoká, nadprůměrná úroveň sklizně pšenice znamenala, že se celkový charakter vnitřního trhu nebude nijak výrazně měnit, trh měl rysy převažující nabídky nad poptávkou, ale s poptávkou po kvalitní surovině.

Z výsledků monitoringu hodnocení kvality sklizně 2013 vyplynulo, že ze souboru analyzovaných vzorků (tj. 477 vzorků) byly potvrzeny celkově dobré výsledky kvality potravinářské pšenice. Soubor byl hodnocen celkem 6 parametry (vlhkost, objemová hmotnost, sedimentační index, obsah N-látek, číslo poklesu a obsah příměsí a nečistot). Ve všech hodnocených parametrech vyhovělo 76 % vzorků, určité rozdíly v kvalitě se projeví na úrovni jednotlivých krajů v důsledku výkyvů počasí, zejména po deštích v měsíci srpnu při pozdější sklizni. Vliv mají samozřejmě i odlišnosti v pěstebních technologiích (Kůst a Potměšilová, 2013).

3.5.6.2 Sklizeň pšenice za rok 2014

ČSÚ uvádí, že osevní plocha pšenice opět proti předchozímu roku 2013 vzrostla o 6,5 tis. ha (tj. 0,8 %) dosáhla 835,9 tis. ha výměry. Ozimá pšenice i v roce 2014 zůstává nadále naší nejrozšířenější plodinou, která svojí výnosovou jistotou s možností exportu nebo případnou nabídkou na intervenční nákup dává určitou stabilitu.

V závislosti na zvýšené výměře došlo i k celkovému navýšení výroby pšenice proti skutečnosti z roku 2013 a to o 741,7 tis. tun, tj. o 13,6 % na 5442,4 tis. tun. Při hodnocení

výrazně zvýšené sklizně roku 2014 je zapotřebí si uvědomit, že rozhodující vliv na dosaženou úroveň výroby mělo opět počasí. To umožnilo zemědělcům při přípravných pracích bezproblémový průběh a také etapové setí ozimů, kdy se podařilo zasít i ozimé obiloviny v rámci odpovídajících agrotechnických termínů. Ozimy vzešly poměrně brzy a vlivem příznivých srážkových a teplotních podmínek byl jejich stav na podzim velmi dobrý. Valná většina porostů byla vyrovnaná, přiměřeně hustá a byla připravena na zimní období. I přes sporadickou sněhovou příkrývku, zima ročníku 2013/2014 nezpůsobila žádné výrazné problémy v přezimování porostů, neboť byla jednou z nejteplejších v historii celého meteorologického sledování. Vegetační období s průměrnou denní teplotou alespoň 5 °C, která trvá minimálně šest po sobě jdoucích dní, začalo v roce 2014 již 6. března. Počasí měsíce března připomínalo spíše počasí dubnové a podobně tomu odpovídal i stav porostů. Většina porostu se nacházela ve fázích plného odnožování s často nadstandardním počtem odnoží. Až měsíc květen 2014 ukončil více jak půlroční sérii teplotně nadprůměrných měsíců, neboť přinesl počasí teplotně i srážkově normální, průměrná měsíční teplota 14 °C a průměrná suma srážek 74,9 mm dala možnost rostlinám výrazně formovat výnosové prvky. První polovina sklizně proběhla za optimálních podmínek, druhá polovina sklizně byla narušena velmi častými a vydatnými srážkami, které způsobily snížení některých kvalitativních parametrů sklizeného zrna. Rekordní, nadprůměrná úroveň sklizně pšenice znamená, že se celkový charakter našeho vnitřního trhu v zásadě nezměnil, nabídka převýšila poptávku, poptávaná byla pouze kvalitní surovina. Pro dosažení bilanční rovnováhy se předpokládal vývoz do zahraničí a zpracování na technické účely.

Z výsledků monitoringu hodnocení kvality sklizně 2014 (celkem analyzováno 55 vzorků) byly potvrzeny pouze průměrné výsledky kvality potravinářské pšenice. Bylo hodnoceno celkem 6 parametrů (vlhkost, objemová hmotnost, sedimentační index, obsah N- látek, číslo poklesu a obsah příměsí a nečistot). Ve vše hodnocených parametrech vyhovělo celkem 58 % vzorků (pro porovnání v roce 2013 to bylo 76 %). Značné rozdíly v kvalitě pšenice se projevíly v jednotlivých krajích Čech a Moravy, zejména v srpnu při pozdější sklizni, které vedly k výskytu porostlých zrn a snížení čísla poklesu. Obecně bylo možné konstatovat, že ani v tomto roce nebylo limitujícím faktorem pro užití potravinářské pšenice ani celková produkce pšenice a ani její kvalita (Kůst a Potměšilová, 2014).

3.5.6.3 Sklizeň pšenice za rok 2015

Produkce sklizně pšenice v roce 2015 dle ČSÚ dosáhla v ČR množství 5 274,3 tis. tun, vykazovala mírný pokles proti skutečnosti předchozího roku o 168,1 tis. tun, tj. o 3,1 %. Z tohoto množství je 5 054,6 tis. tun pšenice ozimé (tj. 95,8 % celkové výroby) a 219,7 tis. tun pšenice jarní (tj. 4,2 % celkové výroby). Snížení vyplývá především z poklesu produkce ozimé pšenice. Na poklesu pšenice výroby v roce 2015 se podílel jednak nižší, ale přesto nadprůměrný hektarový výnos ozimé pšenice, ale především pokles osevních ploch. Na našem trhu s obilovinami přesto zůstává pšenice dominantní plodinou, která tvoří 63,3 % nabídky komoditního trhu.

Tak, jako každý rok, byl největším rozhodujícím faktorem pro dosažení úrovně výroby vliv počasí. To umožnilo prvovýrobě na podzim roku 2014 provést bezproblémovou přípravu a také etapové osetí ozimů, převážně v odpovídajícím agrotechnickém termínu. Ozimy vzešly poměrně brzy a vlivem příznivých srážkových a teplotních poměrů byl jejich stav na podzim dobrý. Většina porostů byla vyrovnaná, přiměřeně hustá a připravená na zimní období. Během zimních měsíců se sněhová pokrývka vyskytovala na většině ČR jen sporadicky. Zima nezpůsobila žádné výrazné problémy v přezimování porostů, neboť byla jednou z dalších nejteplejších zim v celé historii meteorologického sledování. Co se týká srážkových poměrů, zima roku 2014 se zařadila díky absenci sněhových srážek k těm sušším. Vegetační období začalo již 15. března 2015, většina porostů se již nacházela ve fázích plného odnožování s často nadstandardním počtem odnoží. Ke konci měsíce března došlo k výraznému ochlazení, které trvalo až do konce první dekády dubna. Srážky nebyly vydatné, ale časté, v nižších polohách často i ve formě sněhových přeháněk. V květnu převládalo proměnlivé a pocitově chladnější počasí, ochlazení doprovázel déšť, místy trvalejší a vydatnější. Úhrn srážek napomohl rostlinám, aby v dostatečné míře formovaly výnosové prvky. Samotná sklizeň proběhla za optimálních podmínek a byla ukončena nezvykle brzy a to 24. srpna 2015. Opětovně nadprůměrná úroveň sklizně znamenala, že se celkový charakter našeho vnitřního trhu v zásadě měnit nebude. Trh bude mít stále rysy převažující nabídky nad poptávkou.

Z výsledků monitoringu hodnocení kvality sklizně v roce 2015 (za pomoci 547 analyzovaných vzorků) byly potvrzeny velmi dobré výsledky potravinářské pšenice. Soubor byl hodnocen celkem 6 parametry (vlhkost, objemová hmotnost, sedimentační index, obsah N-látek, číslo poklesu a obsah příměsí a nečistot). Ve všech hodnocených parametrech vyhovělo 73 % vzorků, což je o 15 % více než v roce 2014. Značné rozdíly v kvalitě pšenice se projeví v jednotlivých krajích Čech a Moravy. Obecně by bylo možné konstatovat, že ani v tomto roce nebyly celková produkce a její kvalita pro zajištění domácí spotřeby

limitujícím faktorem pro užití potravinářské pšenice. Pro dosažení bilanční rovnováhy se předpokládá vývoz do zahraničí a zpracování na technické účely (Kůst a Potměšilová, 2015).

3.5.6 Kvalita ročníků

Hodnoty kvalitativní ukazatelů potravinářské pšenice z výše zmíněných ročníků jsou uvedeny v Tabulce 3. Pro porovnání je charakteristika doplněna o rekapitulaci sklizňových let 2010 - 2015.

Tabulka 3 - Průměrné hodnoty kvality pšenice

(sklizeň 2010 - 2015)

Rok	Obsah příměsí [%]	Obsah nečistot [%]	Objemová hmotnost [g.l ⁻¹]	Číslo poklesu [s]	Obsah N-látky [%]	SDS - seditost [ml]
2010	4,6	0,8	766	278	12,9	41
2011	3,9	1,2	788	255	12,2	45
2012	4,0	1,9	778	296	13,7	51
2013	4,3	1,1	809	338	12,7	42
2014	4,5	1,1	789	306	12,1	42
2015	4,3	0,3	822	351	12,5	40

(Zdroj: www.eagri.cz)

3.5.6 Bilance výroby v letech 2010 – 2015

V závislosti na hodnocených ročnících je v Tabulce 4 uveden celkový přehled osevních ploch, velikost sklizně i hektarové výnosy pšenice s rozdělením ozimé a jarní formy ve sklizňových letech 2010 - 2015.

Tabulka 4 - Přehled osevních ploch, celková výroba a hektarové výnosy

(sklizeň 2013 – 2015)

Plodina	MJ	r. 2010	r. 2011	r. 2012	r. 2013	r. 2014	r. 2015
Pšenice celkem	Plocha [ha]	833 577	863 132	815 381	829 393	835 941	829 820
	Sklizeno [t]	4 161 553	4 913 048	3 518 896	4 700 696	5 442 349	5 274 272
	Výnos [t/ha]	4,99	5,69	4,32	5,67	6,51	6,36
Pšenice ozimá	Plocha [ha]	785 491	805 779	746 002	788 422	790 690	778 200
	Sklizeno [t]	3 992 965	4 660 196	3 234 859	4 530 773	5 222 695	5 054 568
	Výnos [t/ha]	5,08	5,78	4,34	5,75	6,61	6,50
Pšenice jarní	Plocha [ha]	48 086	57 353	69 379	40 970	45 251	51 620
	Sklizeno [t]	168 588	252 851	284 037	169 923	219 653	219 704
	Výnos [t/ha]	3,51	4,41	4,09	4,15	4,85	4,26

(Zdroj: ČSÚ, www.csu.cz)

3.4 Pšenice pečivářská

K pečivářským účelům se spotřebuje asi 9,5 % z celkového množství zpracované pšenice. Mouku pro pečivářské užití připravují jen některé mlýny. Pečivárny vyžadují mouku zcela přesně stanovených jakostních parametrů. Tu lze zabezpečit jen mletím určitých odrůd vypěstovaných určitým způsobem. Pro dosažení cílů je nezbytná dohoda s pěstiteli. Zásadní rozdíl v surovině pro kynuté pečivo (chléb, bílé pečivo) a surovině pro pečivářské účely je v nežádoucím objemu pečiva. Jde o pečivo ploché, jako jsou keksy, vafle, oplatky, sušenky aj.

Z technologické jakosti zrna hrají dominantní úlohu prolaminové bílkoviny endospermu zrna, které mají schopnost vytvářet v procesu hnětení těsta složitý hydratovaný bílkovinný komplex s význačnými viskoelastickými vlastnostmi (tažností a elasticitou). Převážně kontinuální průmyslové zpracování mouky jako suroviny v čokoládovnách a pekárnách vyžaduje pro výrobu vysoce jakostních pečivářských prokypřovaných výrobků mouky s homogenními technologickými parametry.

Výroba mouk z druhů pšenic vhodných svými jakostními znaky má větší předpoklady při zpracování v pečivárnách, přesto stále hrozí nebezpečí kolísání některých jakostních ukazatelů. Samotný výběr vhodných odrůd pšenice dle požadovaných kvalitativních parametrů i přes velkou náročnost, je prvním krokem k výrobě, kde jsou cíleně ve vybraných lokalitách

za předem stanovených agrotechnických podmínek pěstovány pečivářské pšenice. Ty jsou následně semílány na mouky s vyšší pravděpodobností bezproblémového pečivářského zpracování. Různý poměr elasticity a tažnosti těsta je odrůdovou vlastností a umožňuje použít mouku ze zrna potravinářské pšenice buď pro výrobu pečárenské, nebo pečivářské mouky.

Odrůdy pšenice pro pečivářské využití mohou tvořit více kategorií:

- odrůdy pro sušenky;
- odrůdy pro oplatky;
- odrůdy pro crackery.

K převládajícím typům trvanlivého pečiva patří sušenky a oplatky, méně pak crackery. Další požadavky jsou již technologického charakteru. Musí např. dosahovat stejnoměrné hmotnosti pečiva a křehkosti. Těstová hmota musí být dobře zpracovatelná. Vedle viskozity hraje roli zamezení agregace bílkovin v těstě. Oplatková hmota musí být schopna dávkování tryskami, a proto nemůže obsahovat shluky lepku. Nemá-li mouka požadované jakostní parametry, musí se to řešit úpravou receptury až při samotné výrobě tohoto pečiva, např. přidáním škrobu při vysokém obsahu bílkovin, nebo přidáním enzymatických přípravků. (Zimolka et al., 2005).

Do nedávné doby se používaly běžně dostupné potravinářské pšenice vybrané dle jakostních ukazatelů. Použití pekařských odrůd je nevhodné, protože k dosažení potřebné jakosti výrobků je třeba nákladná úprava mouky, a to nemusí být ani zaručena technologická vhodnost a jakostní vyrovnanost.

V praxi se potvrdilo, že na kvalitě finálního výrobku se kromě vlivu odrůdy silně projevuje vliv lokality, agrotechniky a ročníku, stejně tak jako u pšeníc pro pečárenské užití. Různý poměr elasticity a tažnosti těsta, který je odrůdovou vlastností, umožňuje použít mouku ze zrna potravinářské pšenice buď pro výrobu pečárenských či pečivářských výrobků.

Největší zastoupení trvanlivého pečiva je v podobě oplatek a sušenek, další jsou perníky, výrobky ze šlehaných hmot (dětské piškoty), preclíky, crackery a suchary.

3.4.1 Požadované jakostní ukazatele pečivářské pšenice

Již v roce 1999 komise složená ze zástupců ÚKZÚZ Brno, výzkumných ústavů, čokoládoven a organizací ZZN projednala základní kritéria hodnocení potravinářské pšenice pro pečivářské využití při registračním řízení ÚKZÚZ a následně kritéria normy pro obchodování s komoditou potravinářská pšenice pečivářská (Zimolka et al., 2005).

Pšenice pro pečivářské zpracování mají požadavky na technologickou jakost suroviny odlišné od pekářské pšenice. Proto byly stanoveny kritéria hodnocení, která zužují rozlišení jednotlivých kategorií odrůd pšenice pro zpracování na pečivářské mouky (Příhoda a Hrušková, 2007).

Základní kritéria hodnocení jakosti pšenice pečivářské lze shrnout:

- obsah bílkovin v zrně (N x 5,7) max. 11,5 %;
- Zeleného test - max. 25 ml;
- číslo poklesu 200 - 300 s;
- alveografické stanovení - deformační energie W v rozmezí 85 - 170 10⁻⁴J a poměrové číslo v intervalu 0,35 – 0,70;
- vaznost mouky v rozmezí 52 – 56 %;
- deklarace odrůdy.

V zásadě se jedná o pekařsky slabé mouky s nižším obsahem mokrého lepku a bílkovin, bez enzymatického poškození škrobu a bílkovin, jak je uvedeno v Tabulce 5. Důraz je kladen na reologické hodnocení pečivářských mouk, pro různé druhy jsou doporučována nejvhodnější rozmezí hodnot reologických ukazatelů. Pro testování reologických vlastností se používá alveograf a farinograf (Pedersen a Jorgensen, 2005).

Tabulka 5 - Jakostní ukazatelé pečivářských mouk

Ukazatel	Sušenky	Oplatky	Crackery
Vlhkost [%]	max. 15	max. 15	max. 15
Popel [%]	max. 0,6	max. 0,6	max. 0,6
Mokrý lepek [%]	28 - 30	24 - 28	28 - 30
N-látky [%]	10,5±1	9,5±1	-
Zrnitost [%]	250 µm zůst. max. 4,0% 160 µm zůst. max. 25 %	250 µm max. 1,0 % 125 µm max. 15 - 30 % 90 µm 20,0 - 50,0 %	jako pro sušenky
Číslo poklesu [s]	200 - 300	200 - 300	200 - 300
Alveograf: Deformační energie [W/10 ⁻⁴ J] Poměrové číslo P/L	140 - 170 0,55 - 0,80	80 - 110 0,30 - 0,50	110 - 140 0,45 - 0,55
Farinografická vaznost [%] Vývin [min] Pokles konzistence (B. J.) Stabilita [min]	54,0 ± 1,5 120 + 10 max. 3,0	50,5 ± 0,5 min. 50 max. 2,0	54,0 ± 1,5
Amylograf - max. P. J.	-	-	-
Kyselost [%]	max. 0,2	max. 0,2	max. 0,2

(Zdroj: Zimolka et al., 2005)

Spolu s tím byla doporučena další kritéria hodnocení, která napomohou k přesnějšímu rozlišení kategorií pro zařazení zkoušených odrůd:

- hodnoty Gluten indexu;
- číslo poklesu (odolnost odrůdy k porůstání);
- Zelenyho test (nízký objem sedimentu);
- tvrdost zrna.

Potvrdilo se, že na kvalitě finálního výrobku se kromě odrůdy silně projevuje vliv lokality, agrotechniky a ročníku obdobně jako u pšeníc pro výrobu kynutého těsta. Volbou vhodné oblasti pěstování, osevního postupu, přípravy půdy a ošetřování lze dosáhnout většího souladu a přiblížení se k požadované kvalitě (Zimolka et al., 2005).

3.4.2 Charakteristika požadovaných jakostních ukazatelů pečivářských pšeníc

Vlhkost

Voda je přirozenou součástí cereálních surovin a výrobků z nich. Obsah vody označovaný jako vlhkost, patří k základním analytickým ukazatelům a má velký význam na následné ošetření obilí před skladováním.

Příměsi a nečistoty

Příměsi a nečistoty nelze považovat za kvalitativní složku zrna, ale tvoří přirozenou součást obilné masy, mají spíše charakter znaku významného z ekonomického a zdravotního hlediska, který nelze vyloučit. Množství a složení příměsí a nečistot je pro pšenici přesně definováno normou ČSN 46 1011-6.

Číslo poklesu

Číslo poklesu (Hagbergerovo číslo) se stalo v Evropě používaným obchodním ukazatelem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklizní vlivem nadměrného příjmu vlhkosti. Je tedy významně ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně, ale také odrůdou. Hodnota čísla poklesu je závislá na činnosti α amylázy, která svojí činností způsobuje snížení viskozity suspenze šrotu. Číslo poklesu u potravinářské pšenice by nemělo klesnout pod hranici 220 s (Gooding et al., 2012).

Obsah mokrého lepku

Mokrý lepek je nerozpustný podíl pšeničných bílkovin, převážně gliadinů a gluteninů, který je díky svým vlastnostem schopen tvořit v těstě pružnou trojrozměrnou síť. Ta umožňuje zvětšovat působením kvasných plynů svůj objem při zachování tvaru a koreluje s charakteristikami finálního výrobku (Příhoda a Hrušková, 2007).

Gluten index

Gluten index je metoda pro měření kvality lepku. Tam je možné posoudit, zda je mokrý lepek slabý, středně silný nebo silný. Hodnota gluten indexu je vyjádřena hmotnostním procentuálním podílem mokrého lepku, který zůstane na sítku za podmínek zkoušky (Příhoda a Hrušková, 2007).

.Zelenyho test

Sedimentační test vyjadřuje norma ČSN ISO 5529, stanovení Zelenyho testem. Charakterizuje kvalitu lepkové bílkoviny, pozitivně koreluje s obsahem dusíkatých látek a objemem pečiva, Jedná se o geneticky založený znak, který umožňuje selektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny(Příhoda a Hrušková, 2007).

Tvrdot zrna

Vlastnosti endospermu pšeničného zrna se projevují mimo běžně stanovených ukazatelů také různou tvrdostí, které jsou určovány především genetickou výbavou jednotlivých odrůd a jsou dotvářeny vnějšími agroekologickými podmínkami. Charakteristika endospermu zrna pšenice ovlivňuje mlynářské a pekařské vlastnosti při zpracování. Diference v tvrdosti různých odrůd pšenice vyplývá z vazeb mezi škrobovými zrny a zásobními látkami. Bílkoviny jsou rozhodujícím faktorem, který ovlivňuje viskoelastické vlastnosti pšeničného těsta. V závislosti na těchto vazbách dochází k rozdílnému průběhu trhlin v endospermu při mechanickém působení na zrno při mletí. Tím dochází ke vzniku částic s různými vlastnostmi. Stanovením tvrdosti zrna pšenice je možné některé tyto vlastnosti predikovat. Tvrdot zrna byla stanovena podle metodiky AACC 55-30 Index velikosti částic pro pšenici v Tabulce 6. (Particle size index – PSI) (Williams a Sobering,1993).

Tabulka 6 - Stupnice relativní tvrdosti zrna

Kategorie	PSI [%]
Extra tvrdá	pod 7
Velmi tvrdá	8 – 12
Tvrdá	13 - 16
Středně tvrdá	17 - 20
Středně měkká	21 - 25
Měkká	26 - 30
Velmi měkká	31 - 35
Extra měkká	nad 35

(Zdroj: předpis AACC 55-30)

Reologické stanovení

Při technologickém zpracování obilovin je reologie uznávána jako cenný nástroj k měření vlastností těsta, přeneseně užité kvality mouky. Chování těsta materiálů při zpracování napodobují reologická měření a tím napomáhají předvídat kvalitu konečného produktu (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003).

Alveograf

Měření na přístroji alveograf probíhá za podmínek zkoušky předpisem metody ICC č. 121, pomocí statické deformace. Alveograf hodnotí změny těsta s konstantním obsahem vody na principu plošné deformace těsta napínaného tlakem plynu.

Farinograf

Přístroj zaznamenává odpor těsta za definovaných podmínek ČSN ISO 5530. Vaznost mouky je schopnost mouky přijímat vodu. Je ovlivněna výtěžností mouky a tvrdostí zrna, odvislá od celkového obsahu bílkovin a bobtnavosti mokrého lepku. V menší míře se na vaznosti podílejí další složky mouky (pentozany a poškozený škrob). Vaznost je ovlivňujícím faktorem pro výtěžnost a stabilitu těsta. Vaznost mouky se stanovuje na farinografu a pro pečivářské užití by se měla pohybovat v rozmezí 50,5 – 55,5 % (Zimolka et al., 2005).

3.4.3 Rozdělení trvanlivé pečivo

Trvanlivé pečivo je skupina druhů, která je charakteristická tím, že je připravována odlišnými výrobními postupy. Některé druhy jsou poměrně mladé, ale ostatní jsou na trhu s velkou oblibou již řadu let. Navíc se i v této oblasti komodit projevil vstup zahraničního kapitálu po roce 1989. V posledních letech se do výroby trvanlivého pečiva značně investovalo a mnoho provozů se značně zmodernizovalo (Prugar, 2008).

Výrobky z trvanlivého pečiva můžeme rozdělit do těchto skupin:

- sušenky;
- oplatky;
- perníčky;
- suchary.

Výhodou trvanlivého pečiva je delší doba skladovatelnosti oproti pečivu denní spotřeby (chléb, rohlíky ad.) Právě možnost delšího uchování těchto potravin je předností, která je vyhledávána v dnešních domácnostech, při cestování, sportu apod.

Možnost delšího uchování od běžného pečiva je v odlišnosti přípravy a zpracování:

- pro kypření se používá chemického nebo mechanického principu;
- výrobky se balí při výrobě;
- surovinou je „pekařsky slabá“ pšeničná mouka (Pelikán, 2001).

Mouky jsou klasifikovány na základě obsahu bílkovin:

- mouky silné (10-15 %);
- mouky prostřední (8-10 %);
- mouky slabé (do 8 %).

Mezi důležitými parametry pro mouky na pečivářenské výrobky dále patří vodní aktivita (a_w) a obsah popela. Vodní aktivita má vliv na vymílací stupeň a tím i obsah popela v mouce (Kadlec et al., 2002).

Při výrobě pečivářských výrobků se používají i další přísady pro dosažení požadovaných vlastností:

- sacharidy, sladila, která zahrnují sirup glukózy dextrózy, xylitol a sladový cukr;
- vícesytné alkoholy;
- tuky (dodají specifickou vůni, chuť);
- amynolytické enzymy (hydrolýza škrobu);
- bakteriální proteázy (neutrální pH v rozsahu 6-8) (Pedersen et al., 2005).

3.4.2.1 Sušenky

Sušenky jsou cereální výrobky s obsahem tuku (0-35 %) a cukru (10-20 %). V sortimentu trvanlivého pečiva tvoří sušenky cca 40 % objemu.

Sušenky jsou tvořeny z podílu mouky, cukru, tuku a přísad. Skladovatelnost v zabaleném stavu je min. ½ roku a vlhkost se pohybuje do 4 % objemu.

Dělení sušenek

Podle obsahu tuku:

- biskvity (měkké, s obsahem tuku 15-35 %);
- keksy (tvrdé, s obsahem tuku 0-15 %).

Podle způsobu zpracování těsta:

- připravované za studena (biskvity);
- připravované za tepla (keksy).

Podle způsobu tvarování:

- vypichování (s obsahem tuku 0 - 20 %);
- lisování (s obsahem tuku 15 - 30 %);
- vytlačování (řezné, s obsahem tuku 15 - 30 %);
- stříkané (drezírované, s obsahem tuku nad 30 %).

Podle úpravy před balením:

- jednoduché a plněné;
- polomáčené a celomáčené;
- sladké, slané a ochucené.

Suroviny pro výrobu sušenek

Základní surovinou pro výrobu sušenek je pšeničná mouka hladká. Obsah lepku je (22 - 28 %), to dává těstu menší pružnost a dobrou tažnost. Nižší obsah proteinu dává dobré pečící vlastnosti sušenek. Funkční vlastnosti pšeničných sušenek podléhají reologickým charakteristickým rysům těst pro sušenky (Pedersen a Jorgensen, 2007).

Významný jakostní ukazatel je zrnitost mouky a požadované granulační spektrum závisí na druhu sušenek a výrobní technologii. Křehkost sušenek zvyšuje poměr hrubších frakcí.

Pro jednotlivé druhy sušenek jsou doporučovány mouky s obsahem bílkovin:

- vypichované (7 - 8 %);
- lisované (8 - 9 %);
- vytlačované (7 - 8 %);
- stříkané (7,5 - 8,5 %).

3.4.2.2 Oplatky

Oplatky patří na druhé místo (se 40 %) ve spotřebě trvanlivého pečiva. Jsou to výrobky s dlouhodobou oblibou a tradicí. Výroba spočívá v technologii dlouhého šlehání a následného pečení v kleštích (Kadlec et al., 2002).

Surovina pro výrobu oplatek

Těsto pro výrobu oplatek se skládá z pšeničné mouky a vody, to tvoří 94 - 97 % objemu. V menším objemu se dále přidává cukr, sušené mléko, vejce, tuk a lecitin. Pro výrobu oplatek je vyžadována mouka se slabým lepkem s obsahem bílkovin 8 - 10 % nebo mouka s obsahem mokrého lepku v sušině do 30 %. Pokud se při výrobě oplatek použije mouka s vyšším obsahem silného a pevného lepku, jsou oplatky příliš pevné a při kousání ostré (Perego et al., 2007).

3.4.4 Spotřeba sušenek a trvanlivého pečiva

Kněnický (2005) ve své článku charakterizuje český trh s oplatkami a sušenkami jako rostoucí, a to jak z pohledu prodaného objemu výrobků, tak i z pohledu vynaložených finančních prostředků za nákup komodity pro tuto výrobu. Spotřeba oplatek v českých domácnostech zaznamenává jako jedna z mála nepřetržitě rostoucí ráz během posledních několika let a to jak v objemu, tak i hodnotě. Spotřebu sušenek uvádí Tabulka 7.

Tabulka 7 - Spotřeba sušenek na 1 obyvatele

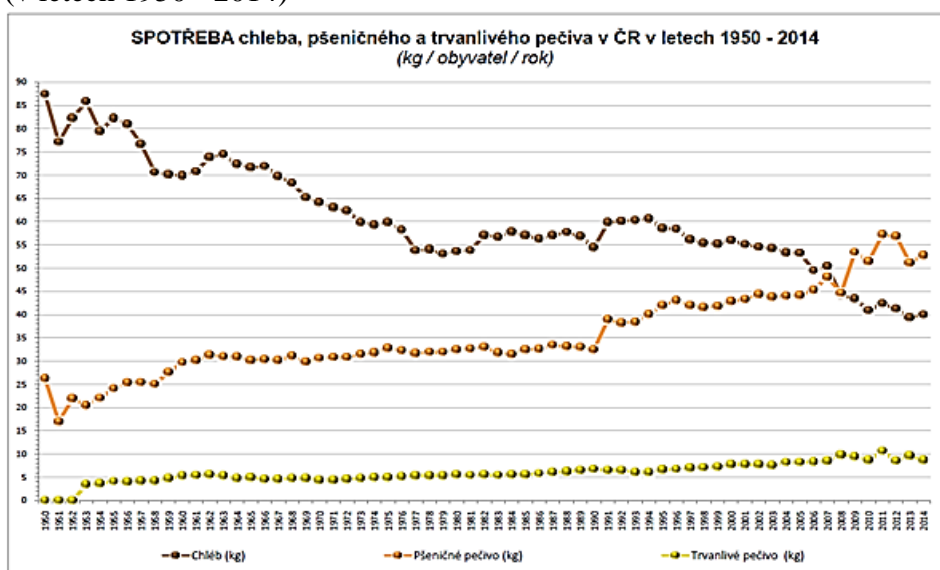
Spotřeba sušenek na 1 obyvatele [kg.rok ⁻¹]		
1.	Irsko	7,22
2.	Anglie	6,60
	Nový Zéland	6,60
3.	Česko	6,40
	Austrálie	6,40
	Itálie	6,40
	Nizozemsko	6,40
4.	Francie	6,00
	Španělsko	6,00

(Zdroj: ČSÚ, www.csu.cz)

Juda (2008) ve svém článku uvádí, že oplatky a sušenky patří do kategorie impulsivního zboží. Více než polovina zákazníků o koupi sladkostí rozhodne až u pultu. Tuzemský kupující nepodléhá módním vlivům a vybírá si své oblíbené příchutě i dobře známé balení, spotřebitelské preference se nijak výrazně nemění, dokonce je možné konstatovat, že domácí trh je konzervativní a poměrně málo adaptabilní. Obrázek 3 graficky znázorňuje značnou spotřebu trvanlivého pečiva na jednoho obyvatele v ČR.

Obrázek 3 - Spotřeba chleba, pšeničného a trvanlivého pečiva

(v letech 1950 - 2014)



(Zdroj: www.csu.cz)

3.4.5 Výroba oplatek v ČR

Největším výrobcem oplatek a trvanlivého pečiva v České republice je firma Mondelēz International.

Samotná historie Opavské továrny se začala psát již v roce 1840, kdy tamější soukeník Kašpar Melhior Baltasar Fiedor založil firmu Fiedor, která se zaměřila na výrobu oplatek. Dodnes jsou velice oblíbené oplatky kulatého tvaru, známé jako Fidorka. Výroba byla později zautomatizovaná jeho synem Theodor. Ten v roce 1887 předčasně zemřel, poté podnik úspěšně vedla jeho žena Marie.

Po skončení druhé světové války byla továrna na základě Benešových dekretů zestátněna a později se stala součástí státního podniku Čokoládovny Praha. Na počátku devadesátých let došlo k privatizaci a novým vlastníkem se stalo konsorcium společností Danone a Nestlé. V roce 1999 byly Čokoládovny rozděleny – Nestlé nadále zastřešovalo výrobu čokoládových

cukrovinek, zatímco firma Danone výrobu trvanlivého pečiva. Později se firma Danone Čokoládovny přejmenovala na Opavia – LU. V roce 2007 Opavia přešla pod americký koncern Kraft Foods, v roce 2012 a následně pod Mondelēz International, který vznikl rozdělením Kraft Foods na dvě samostatné skupiny.

Obrázek 4 představuje jen malé množství výrobků, které tato společnost vyrábí ze svého širokého sortimentu na pultech našich obchodů (Mondelēz Int.).

Obrázek 4 - Pečivářenské výrobky



(Zdroj: vlastní foto)

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Charakteristika výrobního subjektu

Společnost GoodMills Česko s.r.o. je součástí nadnárodního koncernu GoodMills Group s provozovny v Německu, Rakousku, Maďarsku, Rumunsku, Bulharsku, Polsku a v České republice zabývající se mlynářskou činností. GoodMills Česko s.r.o. provozuje v České republice dva samostatné mlýny a to v Litoměřicích a v Kyjově a jedno velkokapacitní silo v Kopidlně.

Profil společnosti

Na společnost, jako na zpracovatele potravinářské pšenice (a potravinářského žita), jsou kladeny stále vyšší a vyšší požadavky zákazníků. Proto je třeba k těmto požadavkům přistupovat zodpovědně a garantovat odběratelům vysoký standard výrobků již od prvopočátku. Tyto požadavky se řeší s producenty ještě před samotným nákupem např. konzultacemi nad osevními plochami, vzájemnou spoluprací se šlechtitelskými stanicemi, nabídkou odrůd pro úzkou spolupráci s prvovýrobou, na kterou zároveň navazují odběratelské vztahy výstupních produktů, servisem kvalitativních rozborů nejen v období žní, ale i po celý zbytek roku.

Společnost GoodMills Česko s.r.o. vyrábí všechny druhy mouk, které se v ČR běžně zpracovávají. Významné postavení společnosti na tuzemské trhu je základem kladných dodavatelsko-odběratelských vztahů a je podstatou pro dlouhodobou spolupráci, protože kvalita potravinářské pšenice je základem pro kvalitní mlýnské zpracování a následný finální produkt (Goodmills Česko).

4.2 Charakteristika vybraných pečivářských odrůd v ČR

Součástí této práce je charakteristika odrůd, které byly vybrány na základě spolupráce společnosti GoodMills Česko s.r.o. a šlechtitelských stanic za účelem zpřesnění výběru vhodných odrůd pšenice pro pečivářské užití.

4.2.1 Arkeos

Odrůda Arkeos nezařazena do jakostní skupiny, vhodná pro pečivářenské užití.

Arkeos je velmi raná odrůda nižšího vzrůstu s velmi vysokou odnoživostí. Je vhodná do všech výrobních oblastí s vysokým výnosovým potenciálem ve všech výrobních podmínkách. Rostlina je dobře odolná vůči poléhání, se středně až velmi dobrou odolností vůči vyzimování.

Rizikový faktor: střední odolnost vůči padlí travnímu, rzi pšeničné a braničnatkám na listu (Limagrains-cereals).

4.2.2 Hermann

Odrůda Hermann je zařazena do jakostní skupiny C, prověřená pro pečivářenské užití.

Polopozdní odrůda středního vzrůstu s nadprůměrným výnosovým potenciálem v obilnářské a řepařské oblasti. Rostlina se vyznačuje vysokou odnoživostí a vyšším počtem zrn v klasu, tudíž vysoký výnos zrna. Předností je odolnost k fusarium a vyšší tolerance k chorobám.

Rizikový faktor: středně odolná proti poléhání, náchylnost k listové skvrnitosti, nižší odolnost proti napadení rzi plevovou, nižší až střední mrazuvzdornost (Horáková a kol, 2011).

4.2.3 Lear

Odrůda Lear je zařazena do jakostní skupiny C, na základě zkoušek zařazena jako vhodná pro pečivářenské užití.

Pozdní odrůda se střední až vysokou odnožovací schopností, vhodná pro pěstování ve všech výrobních oblastech. Rostlina krátká až střední délky s dobrou odolností vůči vyzimování. Vysoká odolnost vůči padlí travnímu a rzi pšeničné, velmi dobrá odolnost vůči braničnatkám na listu. Rezistentní vůči plodomorce pšeničné.

Rizikový faktor: střední odolnost vůči chorobám pad stébel, náchylnost k porůstání (Limagrains-cereals).

4.2.4 Vanessa

Odrůda Vanessa je zařazena do jakostní skupiny C, nevhodná pro pekařské účely, ve zkouškách pro pečivářenské užití.

Poloraná odrůda středně vysokého vzrůstu, vysoce výnosná. Rostlina krátkostébelnatá s dobrou odolností k poléhání a s vynikajícím zdravotním stavem s velmi dobrou

mrazuvzdorností, odolná proti napadení rzí travní a rzí plevovou, velmi dobrou odnožovací schopností.

Rizikový faktor: středně odolná k napadení fuzariózami klasů pšenice (Horáková a kol, 2013 - 2015).

4.3 Metody hodnocení vzorků

Rozhodující vliv na kvalitu výsledných produktů má již počáteční výběr a nákup vhodných odrůd potravinářské pšenice v požadovaných kvalitativních parametrech. Tato specializace umožňuje individuální přístup k jednotlivým zákazníkům a jejich požadavkům.

Laboratorní vybavení

Při měření kvalitativních ukazatelů pšenice byla použita laboratorní technika:

- kladívkový laboratorní mlýnek (Perten);
- vlhkoměr GAC 2100;
- Falling number;
- prosévací stroj, prosévací síta;
- automatický dávkovač;
- Inframatic;
- Alveograf;
- Farinograf.

Kvalita obilovin je vyjadřována souborem fyzikálních a chemických vlastností zrna. Každý vzorek se zkouší dvakrát, výsledek zkoušky se vypočte jako aritmetický průměr obou stanovení.

4.3.1 Odběr vzorků

Správné vzorkování dle normy ČSN ISO 950 vyžaduje nejvyšší pozornost. Na nutnost získání náležitě reprezentativního vzorku zrna se proto klade značný důraz. Spolehlivost všech výsledků, které mají vypovídající charakter o jakosti dodávky (vzorku) může být nedostatečným vzorkováním značně ovlivněna.

Všechny kvalitativní ukazatele získaných 176 vzorků od pěstitelů z různých lokalit České republiky byly analyzovány v laboratořích společnosti GoodMills Česko s.r.o.

4.3.2 Smyslové posouzení obilovin

Z předem promíchaného zkušebního vzorku pšenice dle příslušné normy ČSN 461011-2, se zjišťuje barva a pach.

Posouzení barvy - barva se posuzuje zrakem nejlépe při denním rozptýleném světle s vyloučením přímých slunečních paprsků. Barva pšenice je světle hnědá až hnědá s načervenalým odstínem.

Posouzení pachu - pach se posuzuje smyslově v zrně celém nebo rozemletém.

Jako přirozený pach se označuje charakteristická vůně, která odpovídá zdravým obilovinám. Za cizí pach se považuje nepřirozený pach obilovin, který omezuje účelovou použitelnost (pach hnilobný, plísňový, kvasný, zatuchlý, žluklý, kyselý).

4.3.3 Stanovení obsahu příměsí a nečistot

V laboratořích byly používány jednoduché síťové čističky Obrázek 5 umožňující separaci na dvou sítích, hrubém 2,0 mm a jemném 1,0 mm. V oddělených výstupech byla získána vyčištěná zrna, hrubé nečistoty (zlomková a drobná zrna) a jemné složky. Ke stanovení obsahu příměsí a nečistot byl použit 100 g vzorek pšenice. Oddělené složky byly zváženy a vyjádřil se jejich podíl v hmotnostních procentech.

Obrázek 5 - Swing 200



(Zdroj: vlastní foto)

4.3.4 Stanovení vlhkosti a objemové hmotnosti

V mlýnských laboratořích se k měření vlhkosti a objemové hmotnosti používají přístroje typu GAC 2100 Obrázek 6, k rychlému provoznímu stanovení založeném na nepřímém měření elektrické vodivosti nebo dielektrické konstanty.

Do násypky přístroje se vložil vzorek, došlo ke zvolení produktu na displeji přístroje a spustilo se měření. Vlhkoměr si sám odměřil potřebné množství, zarovnal hladinu vzorku, čímž bylo zaručeno shodné množství k analýze každého vzorku. Vlhkoměr stanovil vlhkost, objemovou hmotnost a teplotu. Po ukončení měření byl přístroj automaticky vyprázdněn a vzorek mohl být použit pro další analýzy.

Obrázek 6 - Vlhkoměr GAC 2100



(Zdroj: vlastní foto)

4.3.5 Stanovení čísla poklesu

Při stanovení čísla poklesu bylo postupováno dle normy ČSN EN ISO 3093. Pšeničné zrno bylo rozemleto na laboratorním mlýnku na šrot Obrázek 7. Na základě změřené vlhkosti byla zjištěna navážka vzorku, která se převedla do viskozimetrické kyvety, do které se přidalo 25 ml destilované vody, došlo k uzavření a důkladnému protřepání kyvety, pro potřebu homogenní hmoty. Po odzátkování se do kyvety vložilo míchadlo, se kterým došlo ke shrnutí veškerého materiálu ze stěn kyvety. Kyveta se i s míchadlem vložila do vroucí lázně přístroje Falling number Obrázek 8, který zbývající úkon vykonal automaticky. Míchání probíhalo po dobu 60 s,

během kterého došlo k rychlému zmazovatění a následnému ztekucení škrobu α -amylázy obsaženém ve vzorku, došlo k poklesu míchadla o určenou vzdálenost ve vzniklém gelu.

Obrázek 7 - Laboratorní mlýnek



(Zdroj: vlastní foto)

Obrázek 8 - Falling number + příslušenství



(Zdroj: vlastní foto)

4.3.6 Stanovení obsahu lepku, dusíkatých látek a Zelenyho testu

Pro urychlení analýz za provozu se využívá přístroj, který je založen na blízké infračervené spektroskopii (Near Infrared Spectroscopy). Jde o nedestruktivní analytickou metodu, kde hlavní předností je určení hned několika obsahů látek současně během jedné analýzy a to v čase do 1 minuty. Princip spočívá v měření odraženého, příp. prošlého záření vzorkem v oblasti vlnových délek 780 – 2500 nm. Část energie tohoto elektromagnetického záření je pohlcována absorbéry, což jsou dvouatomové vazby C-H, N-H, O-H, S-H, které jsou obsaženy v charakteristických skupinách látek. Příčinou absorpce světla je změna rotačně vibračních stavů těchto vazeb. Počet těchto látek je úměrný koncentraci látek v analyzovaném materiálu, proto je možné tyto závislosti analyticky využít.

Stanovení obsahu dusíkatých látek, obsahu lepku a Zelenyho testu bylo provedeno pomocí NIR analyzátoru Inframatic 8600 Obrázek 9.

Pšeničné zrnko bylo rozemleto na laboratorním mlýnku na šrot. Šrot byl vtěsnán do určeného prostoru přístroje, kde se nachází vzorkovací okno. Na přístroji bylo spuštěno měření, které stanovilo obsah dusíkatých látek, obsah lepku a hodnotu Zelenyho testu.

Obrázek 9 - Inframatic 8600



(Zdroj: vlastní foto)

4.3.7 Alveograf

Alveograf Obrázek 10 má zabudovanou vlastní hnětačku, která má jednu otáčivou lopatku ve tvaru Z, pracující s frekvencí 60 otáček za minutu. Těsto se připravuje s konstantním množstvím solného roztoku, bez ohledu na vaznost mouky. Po vyhnětení těsta se přepne hnětací lopatka na zpětný chod a těsto je lopatkou vytlačeno otvorem, přičemž se zformuje tenký plátek vytvarovaný již pro další měření. Plátek těsta se nechá 20 minut odležet, poté se upne kruhovým držákem nad otvorem přivádějícím přetlakový plyn zespodu a je přetlakem plynu odspodu napínán.

Obrázek 10 - Alveograf



(Zdroj: vlastní foto)

V alveografické křivce Obrázek 11 se vyhodnocuje vnitřní přetlak v bublině, který je charakterizován ukazateli:

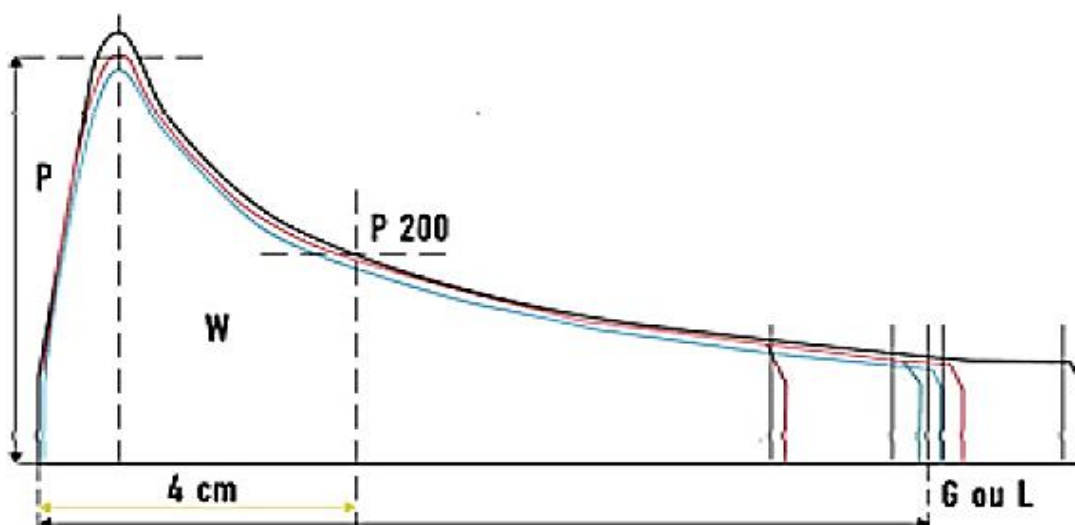
Přetlak (P): charakterizuje pevnost či pružnost lepkové struktury pšeničného těsta.

Délka (L): charakterizuje míru tažnosti těsta, kdy těsto odolává deformaci, aniž by se přetrhlo.

Deformační energie (W): jde o plochu pod alveografickou křivkou, která charakterizuje pekařskou sílu mouky. Nízká energie značí těsto méně odolné a stabilní při zpracování. Nízkou energii má těsto s tuhým, krátkým lepem, které je pekařsky obtížně zpracovatelné a dává malý objem pečiva. Je možné přepokládat, že mouky s nízkou energií a dostatečnou tažností budou pro výrobu trvanlivého pečiva vhodnější.

Poměrové číslo (P/L): je měřítko hodnot mezi pružností (P) a tažností (L).

Obrázek 11 - Alveogram



(Zdroj: Mlynářská technologie 1 – Hodnocení kvality)

4.3.8 Farinograf

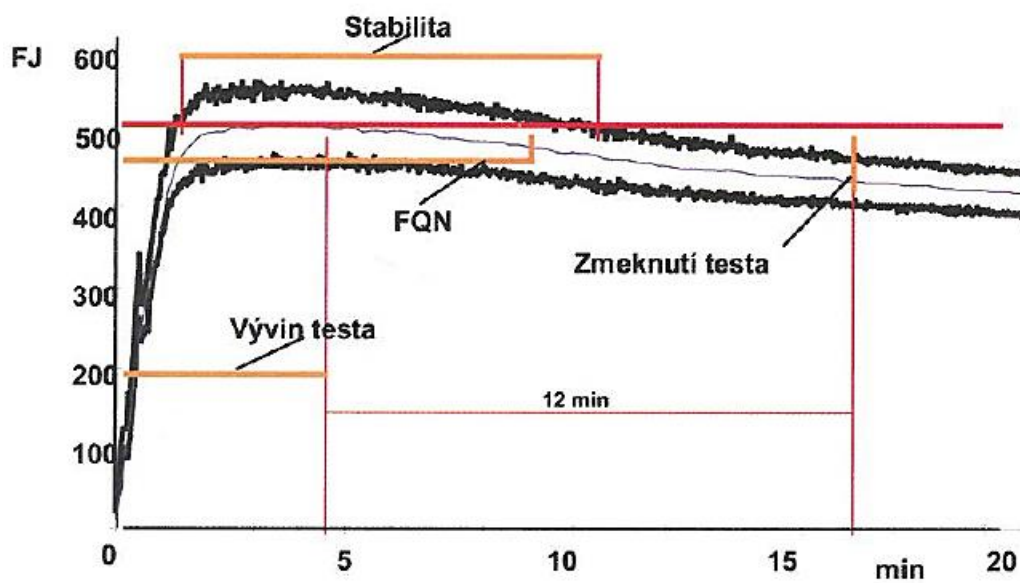
Farinograf Obrázek 12 zaznamenává odpor těsta při hnětení za definovaných podmínek, kterým jsou velikost hnětaček, počet otáček hnětaček a teplota. Měření na farinografu bylo provedeno podle ČSN EN ISO 5530 -1. K pšeničné mouce byla přidána destilovaná voda ze speciální skleněné byrety s dvojitým cejchováním a automatickým nastavováním nuly do vytvoření těsta maximální konzistence - 500 F. J. (Farinografických jednotek) a těsto se hnětlo po stanovenou dobu. Měření bylo provedeno v nádobce vytemperované na 30 °C. Objem hnětačky je 300 g mouky, součástí hnětací nádoby jsou dvě protisměrně se otáčející lopatky ve tvaru písmene Z s poměrem 3:2. Průběh hnětení byl zaznamenáván v podobě farinografické křivky. Množství vody přidané v mouce, potřebné k dosažení maximální konzistence, bylo označeno jako farinografická vaznost mouky. Vaznost byla vyjádřena v procentech vztažených na hmotnost mouky. Silné pekařské mouky mají vaznost kolem 58 % a více, Obrázek 13. Mouky vyrobené z měkkých pšenic vykazují vaznost mouky již od 48 %, Obrázek 14.

Obrázek 12 - Farinograf



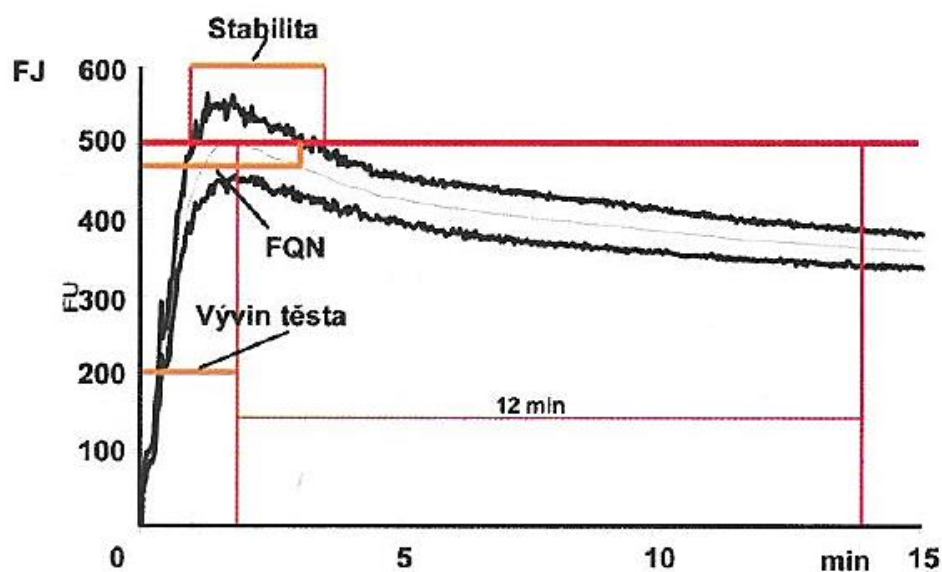
(Zdroj: vlastní foto)

Obrázek 13 - Farinogram pro silnou mouku



(Zdroj: Příhoda a Hrušková, 2007)

Obrázek 14 - Farinogram pro slabou mouku



(Zdroj: Příhoda a Hrušková, 2007)

4.3.9 Stanovení výtěžnosti mouky

Výtěžnost mouky je dána součtem hmotností jednotlivých výrobků.

$$\text{Výtěžnost mouky [\%]} = \frac{\text{hmotnost mouky [kg]} \times 100}{\text{hmotnost mouky [kg]} + \text{hmotnost otrub a výmelků [kg]}}$$

Výtěžnost mouky by se měla pohybovat v rozmezí 68 -75 %.

5 VÝSLEDKY

5.1 Hodnocení vybraných pečivářských odrůd v ČR

První část této práce spočívala v analýzách kvalitativních ukazatelů a samotném hodnocení vybraných odrůd potravinářské pšenice s predikcí pro pečivářské využití. Kvalitativním analýzám bylo podrobena 176 vzorků, které byly analyzovány podle kvalitativních ukazatelů uvedených v Tabulce 8.

Tabulka 8 - Průměrná kvalita nabídkových vzorků pšenice ze sklizně 2013

Odrůda	Zrno								Mouka								
	Vlhkost [%]	Příměsi [%]	Nečistoty [%]	Objemová hmotnost [g.l ⁻¹]	Číslo poklesu [s]	Obsah lepku [%]	Obsah N-látek [%]	Zeleného test [ml]	Výtěžnost [%]	Vlhkost [%]	Obsah lepku [%]	Číslo poklesu [s]	Vaznost [%]	Alveograf			
														P [mm]	L [mm]	Energie W [10 ⁴ J]	Poměr P/L
Arkeos	13,0	4,2	0,1	781	323	24,4	12,7	27,5	73,3	14,0	26,7	328,0	51,0	31,0	103,0	73,0	0,3
Hermann	13,7	5,1	0,1	750	318	23,3	12,6	17,9	72,6	14,0	26,3	327,1	49,8	43,3	87,3	105,7	0,5
Lear	11,1	4,2	0,1	777	169	21,8	12,0	15,5	76,2	13,8	23,3	201,1	50,8	39,7	89,7	97,7	0,4
Vanessa	13,0	2,3	0,1	782	299	23,8	12,4	22,6	71,5	14,3	26,7	303,7	52,9	63,8	58,0	122,8	1,2

(Zdroj: GoodMills Česko s.r.o.)

Z výsledků měření kvality nabídkových vzorků vybraných odrůd vhodných pro pečivářské užití ze sklizně 2013 byly vyhodnoceno:

Vlhkost, příměsi a nečistoty byly ve sledovaných odrůdách v rozmezí normy. Vzhledem k tomu, že jde o technické ukazatele pšenice, nebyly předmětem hodnocení.

Průměrná objemová hmotnost ve sklizni 2013 se výrazně lišila u odrůdy Hermann od odrůdy Arkeos, Lear a Vanessa Odrůda Hermann vykazovala nejnižší objemovou hmotnost a to 750 g.l⁻¹. Na rozdíl od odrůdy Arkeos, která vykazovala objemovou hmotnost 781 g.l⁻¹, odrůda Vanessa, která vykazovala ještě vyšší objemovou hmotnost 782 g.l⁻¹.

Nejnižší hodnotu čísla poklesu vykazovala odrůda Lear a to v průměru 169 s, která nedosahovala ani požadovaných parametrů. Naopak nejvyšší průměrné hodnoty ve sklizni 2013 u čísla poklesu bylo dosaženo u odrůdy Arkeos a to 323s.

Hodnoty obsahu lepku byly u odrůd Arkeos, Hermann a Vanessa srovnatelné, tyto hodnoty nijak nevybočují z průměrného hodnocení. Odrůda Lear měla nejnižší obsah lepku a to 21,8 %.

Obsah N-látek byl u odrůdy Arkeos nejvyšší a to 12,7 %, následovala odrůda Hermann 12,6 %, odrůda Vanessa 12,4 % a nejnižší obsah N-látek vykazovala odrůda Lear 12,0 %.

Zelenyho test byl opět nejvyšší u odrůdy Arkeos 27,5 ml. Nejnižší Zelenyho test byl u odrůdy Lear 15,5 ml.

Přes méně kvalitativní parametry zrna dosahovala odrůda Lear nejvyšší výtěžnosti mouky a to 76,2 %, což značí nejměkčí tvrdost zrna, u odrůdy Arkeos byla výtěžnost mouky 73,3 %, odrůda Hermann měla 72,6 % výtěžnosti mouky a nejnižší výtěžnost mouky vykazovala odrůda Vanessa 71,5 %.

Vlhkost v moukách byla v rozmezí normy u všech analyzovaných odrůd.

V průměru sklizně nejvyšší obsah lepku v moukách byl průkazně u odrůdy Arkeos, spolu s odrůdou Vanessa a to 26,7 %, přičemž výrazně nejnižší obsah lepku byl u odrůdy Lear a to 23,3 %.

V případě porovnání čísel poklesu ze zrna a v moukách, je patrné zvýšení čísla poklesu v moukách a to v závislosti na odebrání obalových vrstev a aktivity enzymu α -amylasy. Nejnižší číslo poklesu vykazovala odrůda Lear 201 s.

Farinografická vaznost byla nejnižší u odrůdy Hermann 49,8 %, následovala odrůda Lear s 50,8 %, následně odrůda Arkeos 51,0 % a nejvyšší vaznost mouky vykazovala odrůda Vanessa 52,9 %.

V případě alveografických zkoušek dosahovala odrůda Arkeos požadovaně nejnižší deformační energii W a to $73,0 \cdot 10^{-4} \text{J}$, následovala odrůda Lear s $97,7 \cdot 10^{-4} \text{J}$, Hermann se $105,7 \cdot 10^{-4} \text{J}$ a Vanessa se $122,8 \cdot 10^{-4} \text{J}$.

Nejnižší hodnotu alveografického poměru P/L vykazovala také odrůda Arkeos 0,3; u odrůdy Lear byl poměr P/L 0,4; u odrůdy Hermann poměr P/L 0,5, výrazně vyšší alveografický poměr P/L vykazovala odrůda Vanessa a to 1,22.

Záměrem tohoto pozorování bylo na základě kvalitativních výsledků vybrat vhodnou odrůdu pro pečivářenské užití.

Z důvodů nízké objemové hmotnosti a male dostupnosti na trhu byla odrůda Hermann z další pozorování vyřazena. Z posuzovaných odrůd pro nevyhovující číslo poklesu byla také odrůda Lear z dalšího pozorování vyřazena. V případě alveografických zkoušek odrůda Vanessa vykazovala příliš vysoký poměr P/L 1,2, pro které byla tato odrůda pro další sledování také vyřazena.

Odrůda Arkeos vykázala nejvíce vyhovujících parametrů z hlediska hodnocených kvalitativních ukazatelů. V období následujících dvou let tj. sklizeň 2014 a sklizeň 2015 byla tato odrůda podrobena dalšímu pozorování.

5.2 Hodnocení odrůdy Arkeos

Druhá část této práce byla postavena na základě hodnocení vybrané odrůdy Arkeos v roce 2013. Z následného pozorování kvalitativních ukazatelů ve sklizňových letech 2014 a 2015 byla sestavena Tabulka 9. Rozdílnost posuzovaných kvalitativních ukazatelů je v závislosti na vývoji požadavků. Pro porovnání byly použity průměrné kvalitativní parametry sledovaných sklizní 2013 – 2015.

Tabulka 9 - Průměrné hodnoty odrůdy Arkeos

Sklizeň	Zrno										Mouka			
	Objemová hmotnost [g.l ⁻¹]	Procentický podíl/průměr	Číslo poklesu [s]	Procentický podíl/průměr	Obsah lepku [%]	Procentický podíl/průměr	Obsah N-látek [%]	Procentický podíl/průměr	Zelenýho test [ml]	Procentický podíl/průměr	Výtěžnost mouky [%]	Procentický podíl/průměr	Vaznost mouky [%]	Procentický podíl/průměr
2013	784	100,2	319	94,2	24,7	104,7	12,7	104,1	28,1	123,0	73,6	113,8	51,6	103,3
2014	780	99,6	356	105,1	23,3	98,5	12,2	99,9	16,5	72,2	59,5	92,0	49,1	98,3
2015	784	100,2	341	100,6	22,9	96,8	11,8	96,0	24,0	104,9	60,9	94,2	49,1	98,4
Průměr	782,5	100,0	338,4	100,0	23,6	100,0	12,2	100,0	22,9	100,0	64,6	100,0	49,9	100,0

(Zdroj: GoodMills Česko s.r.o.)

Kvalitativním analýzám bylo podrobena 153 vzorků odrůdy Arkeos. Vzorky byly odebrány u pěstitelů českých i moravských krajů České republiky. U každého vzorku byly analyzovány kvalitativní ukazatele: vlhkost [%]; příměsi [%]; nečistoty [%]; objemová hmotnost [g.l⁻¹]; číslo poklesu [s]; obsah lepku [%]; obsah N-látek [%]; Zelenýho test [ml]; farinografická vaznost [10⁻⁴J].

Z výsledků měření vybrané odrůdy Arkeos byly vyhodnoceny tyto kvalitativní ukazatele:

Vlhkost, příměsi a nečistoty byly ve sledovaném období v rozmezí normy. Vzhledem k tomu, že jde o technické ukazatele, nebyly předmětem posouzení stability odrůdy Arkeos.

Objemová hmotnost za sledované období nevykazovala u této odrůdy výrazné rozdíly.

Číslo poklesu bylo průkazně nejvyšší v roce 2014 a to v průměru 356 s, naopak nejnižší číslo poklesu bylo v roce 2013 a to 319 s. S ohledem na metodologii stanovení čísla poklesu, kde je technologické stanovení ± 20 s, lze konstatovat, že číslo poklesu se výrazně nelišilo.

Vyšší variabilitu vykazoval obsah lepku v daných letech, který byl nejnižší v roce 2015 a to 22,9 %, naopak nejvyšší obsah lepku byl průkazně analyzován ze sklizně 2013 a to 24,7 %. Mezi zmíněnými průměry se jednalo o 7,9 % rozdíl.

Stabilita N-látek za sledované období byla s vyšší variabilitou a to 8,1 % z průměrného hodnocení. Nejvyšší obsah byl prokázán ve sklizni 2013 a to 12,7 %, nejnižší obsah N-látek byl ve sklizni 2015 a to 11,8 %.

Z celého měření byla nejvyšší variabilita v analýzách Zeleného testu. Stanovení nejvyššího Zeleného testu bylo ve sklizni 2013 a to 28,1 ml, přičemž sklizeň 2014 vykazovala průměrně 16,5 ml. Rozdíl mezi průměrně nejvyšším a nejnižším obsahem Zeleného testu byl 50,8 %.

Nejvyšší výtěžnost mouky byla v roce 2013 a to o 73,6 %, naopak nejnižší výtěžnost mouky byla v roce 2014 a to 59,5 %. Rozdíl v těchto sledovaných letech vykazoval 21,8 % v průměrné výtěžnosti mouky.

Nejvyšší vaznost mouky byla v roce 2013 a to 51,6 %, přičemž nejnižší vaznost mouky byla v roce 2014 a to 49,1 %. Lze tudíž konstatovat, že variabilita vaznosti byla nízká. Rozdíl mezi průměrnou nejvyšší a nejnižší vazností mouky bylo 5 %.

5.3 Statistické hodnocení vlivu ročníku na jednotlivé kvalitativní ukazatele

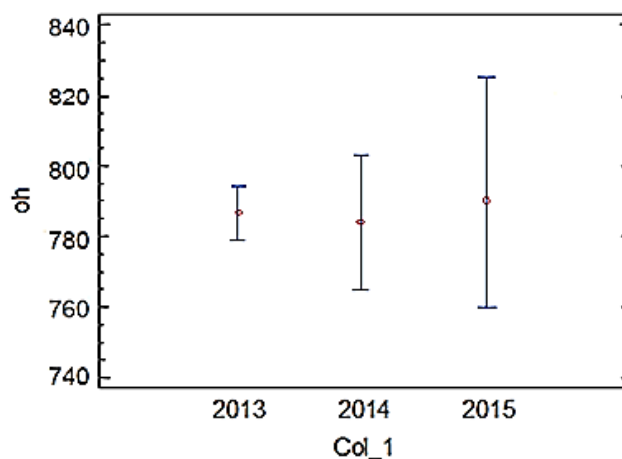
Statistické výsledky byly zpracovány za pomoci programu Statgraphics Centurion XVI. Statistickým porovnáním byla provedena jednofaktorová analýza rozptylu s porovnáním středních hodnot ve sledovaném období sklizní 2013 - 2015.

Testy měly prověřit, zda existují významné rozdíly mezi jednotlivými sklizněmi, které byly zkoumány ve sklizních (2013 - 2015). To je znázorněno v Tabulce 10.

Tabulka 10 - Statistické rozdíly ve sklizni (2013-2015)

Arkeos	Objemová hmotnost	Číslo poklesu	Obsah lepku	Obsah N-látek	Zeleného test	Výtěžnost mouky	Vaznost mouky
Počet vzorků	153	153	153	153	153	153	153
Průměr ze všech vzorků	783,5	329,3	23,99	12,37	25,7	68,18	50,53
Směrodatná odchylka	21,61	42,21	2,841	1,018	9,297	8,724	1,953
Koeficient variability	2,76 %	12,82 %	11,84 %	8,23 %	36,18 %	12,80 %	3,87 %

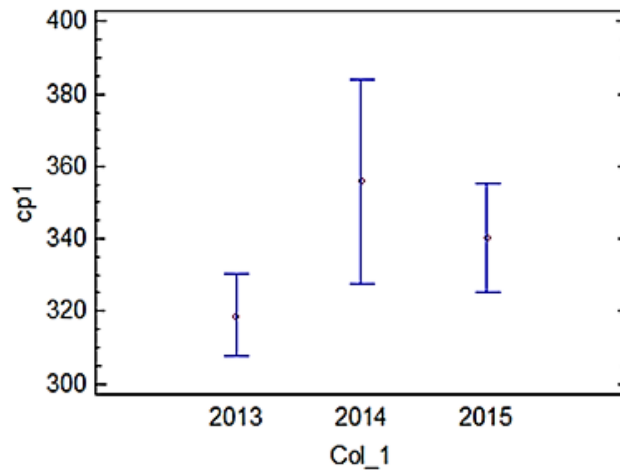
Graf 1 - Vliv ročníku na objemovou hmotnost (Tukey $\alpha=0,05$)



Vysvětlivky: oh – objemová hmotnost; Col_1 – sklizeň

Z Grafu 1 vyplývá, že nejvyšší objemová hmotnost zrna byla u odrůdy Arkeos v roce 2013 a 2015 a to 784 g.l⁻¹, ale rozptyl byl největší v roce 2015. V roce 2014 byla hodnota objemové hmotnosti 780 g.l⁻¹. Rozdíl v objemové hmotnosti byl o 3 procentické body nižší než v roce 2013.

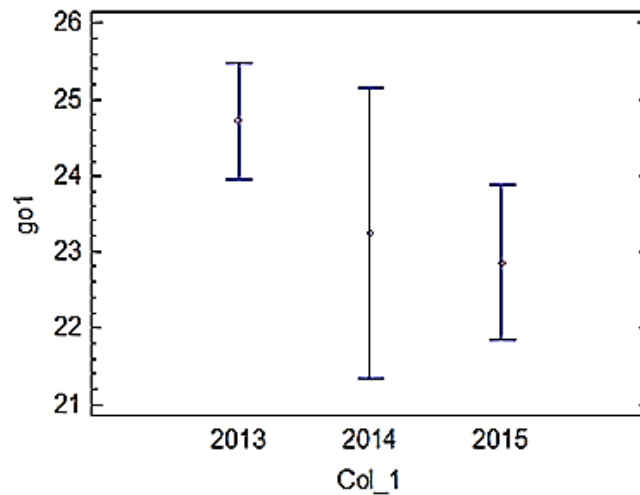
Graf 2 - Vliv ročníku na číslo poklesu (Tukey $\alpha=0,05$)



Vysvětlivky: cp1 – číslo poklesu; Col_1 – sklizeň

Z Grafu 2 je patrné, že nejvyšší stabilita čísla poklesu v zrně byla naměřena u odrůdy Arkeos v roce 2013, kdy číslo poklesu mělo hodnotu 319 s. Největší rozptyl byl zjištěn ve sklizni v roce 2014, kdy hodnota čísla poklesu byla 356 s. Rozdíl byl o 13 procentních bodů vyšší než v roce 2013.

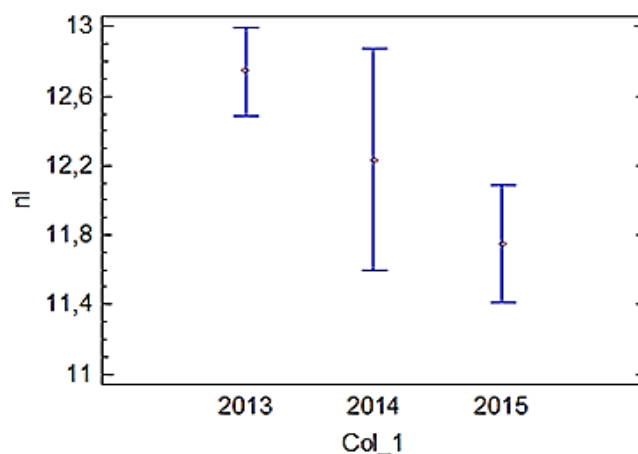
Graf 3 - Vliv ročníku na obsah lepku (Tukey $\alpha=0,05$)



Vysvětlivky: go1 – obsah lepku; Col_1 – sklizeň

Z Grafu 3 vyplývá, že nejvyšší stabilita lepku v zrně u odrůdy Arkeos byla v roce 2013, kdy lepek měl hodnotu 24,7 % a byl statisticky průkazně vyšší než v roce 2014 a 2015, kdy hodnoty lepku dosahovaly 23,3 % resp. 22,9 % a byly o 12 procentních bodů nižší než v roce 2013.

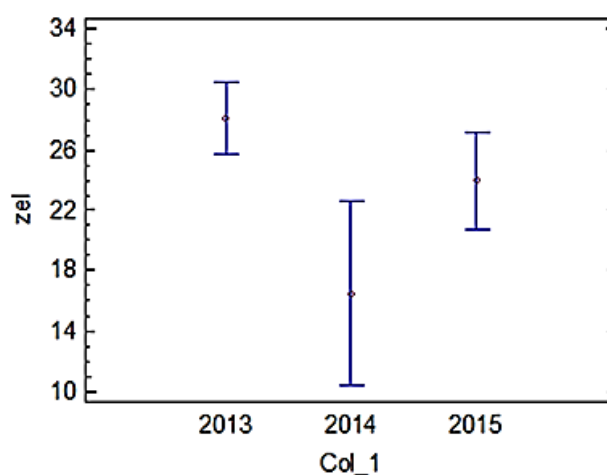
Graf 4 – Vliv ročníku na obsah N-látek (Tukey $\alpha=0,05$)



Vysvětlivky: nl – obsah N-látek; Col_1 – sklizeň

Z Grafu 4 je patrné, že nejvyšší stabilita N-látek v zrně u odrůdy Arkeos byla v roce 2013, kdy N-látky dosahovaly 12,7 %, a byly statisticky průkazně vyšší než v roce 2014 a 2015, kdy hodnoty N-látek dosahovaly 12,2 % resp. 11,8 % a byly o 8 procentních bodů nižší než v roce 2013.

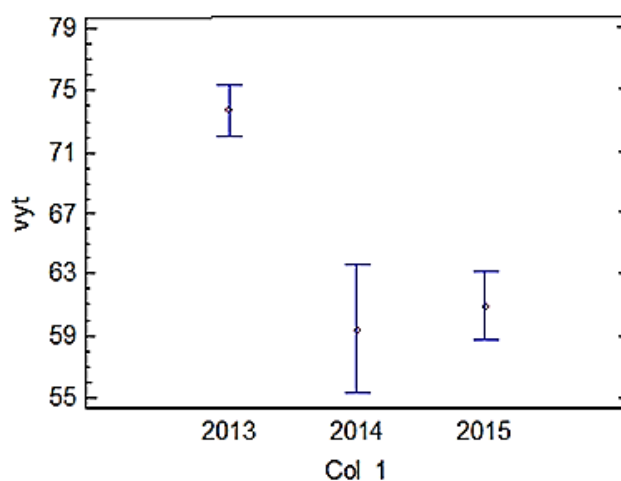
Graf 5 – Vliv ročníku na Zelenyho test (Tukey $\alpha=0,05$)



Vysvětlivky: zel – Zelenyho test; Col_1 – sklizeň

Z Grafu 5 vyplývá, že nejvyšší stabilita v zrně a nejmenší rozptyl Zelenyho testu byl u odrůdy Arkeos v roce 2013, kdy hodnota Zelenyho testu byla 28,1 ml (pozn. jiná kalibrace přístroje) a byla statisticky průkazně vyšší než v roce 2014 a 2015, kdy hodnoty Zelenyho testu byly 16,8 ml, resp. 24,0 ml a hodnoty byly o 36 procentních bodů nižší než v roce 2013.

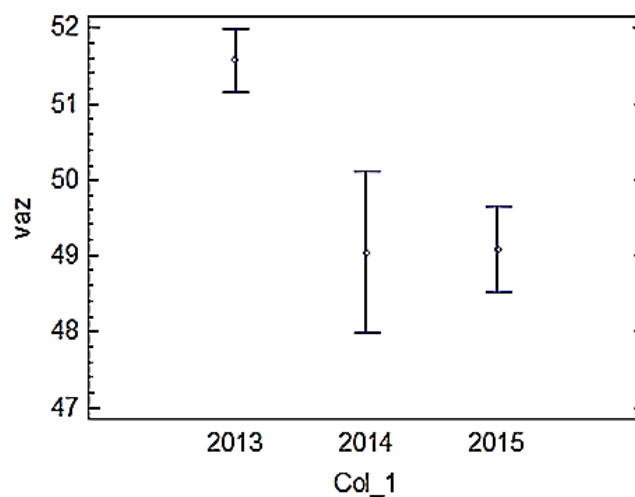
Graf 6 – Vliv ročníku na výtěžnost mouky (Tukey $\alpha=0,05$)



Vysvětlivky: výt – výtěžnost mouky; Col_1 – sklizeň

Z Grafu 6 vyplývá, že nejvyšší výtěžnost mouky u odrůdy Arkeos byla v roce 2013, kdy výtěžnost mouky dosáhla 73,6 % a byla statisticky průkazně vyšší než v roce 2014 a 2015, kdy hodnoty výtěžnosti mouky dosahovaly 59,6 %, respektive 60,9 % a byly o 13 procentních bodů nižší než v roce 2013.

Graf 7 – Vliv ročníku na vaznost mouky (Tukey $\alpha=0,05$)



Vysvětlivky: vaz – vaznost mouky; Col_1 – sklizeň

Z Grafu 7 je patrné, že nejvyšší stabilita vaznosti mouky u odrůdy Arkeos byla v roce 2013, kdy vaznost mouky dosáhla 51,6 % a byla statisticky průkazně vyšší než v roce 2014 a 2015, kdy hodnoty vaznosti mouky dosahovaly v obou případech shodně 49,1 % a byly o 4 procentní body nižší než v roce 2013.

5.4 Korelační matice kvalitativních znaků

Do korelační matice Tabulka 11 byly vloženy hodnoty kvalitativních znaků vybrané odrůdy Arkeos, které nám ukázaly, zda-li ve vztahu dvou proměnných existuje závislost.

Do hodnocení vzájemné závislosti byly použity hodnoty: objemová hmotnost; číslo poklesu; obsah lepku; obsah N-látek; Zelenyho test; výtěžnost mouky a vaznost mouky.

Tabulka 11 - Korelační matice jakostních znaků odrůdy Arkeos

Veličiny	Číslo poklesu	Obsah lepku	Obsah N-látek	Zelenyho test	Výtěžnost mouky	Vaznost mouky
Objemová hmotnost	0,1030	0,1720	0,2158	-0,0316	0,0565	0,0482
Číslo poklesu		0,3523	0,2846	-0,0363	-0,2249	-0,0299
Obsah lepku			0,907	0,359	0,3007	0,374
Obsah N-látek				0,1584	0,2341	0,2677
Zelenyho test					0,5503	0,4026
Výtěžnost mouky						0,5026

Výsledky korelační analýzy kvalitativních ukazatelů odrůdy Arkeos nabízí Tabulka 11:

Z hodnocení vzájemných vztahů mezi objemovou hmotností a číslem poklesu; objemovou hmotností a obsahem lepku; objemovou hmotností a obsahem N-látek, objemovou hmotností a výtěžností mouky a objemovou hmotností a vazností mouky statisticky vyplynula pozitivní závislost avšak nevýznamná. Negativní závislost byla zjištěna mezi objemovou hmotností a Zelenyho testem, míra významnosti těchto vztahů je ve všech případech nízká, tudíž neprůkazná.

Korelační analýzou byl vyhodnocen vztah mezi číslem poklesu a obsahem lepku a mezi číslem poklesu a obsahem N-látek. Z hodnocení těchto vzájemných vztahů vyplynuly kladné avšak statisticky neprůkazné závislosti. Záporná korelace byla vyhodnocena mezi číslem poklesu a Zelenyho testem a číslem poklesu a vazností mouky a mezi číslem poklesu a výtěžností mouky, ani tyto závislosti nejsou významné.

Korelační analýza vyhodnotila obsah lepku se všemi proměnnými výhradně v pozitivním korelačním vztahu. Velmi významná korelace je mezi obsahem lepku a obsahem N-látek. Pozitivní závislost, ale statisticky nevýznamná je mezi obsahem lepku a číslem poklesu, obsahem lepku a Zelenyho testu, obsahem lepku a výtěžností mouky, obsahem lepku a vazností

mouky. Závislost mezi obsahem lepku a objemové hmotnosti je také pozitivní, ale statisticky nevýznamná.

Korelační analýzou byl vyhodnocen obsah N-látek výhradně v pozitivním korelačním vztahu se všemi proměnnými. Významná je v tomto případě závislost mezi obsahem N-látek a vazností mouky a obsahem N- látek a číslem poklesu. Nejvýznamnější je obsah N-látek s obsahem lepku, tzn., pokud roste obsah N-látek roste i obsah lepku. Závislost je mezi obsahem N-látek a Zelenyho testem, obsahem N- látek a výtěžností mouky a obsahem N-látek a objemovou hmotností prokázala tato korelační analýza sice kladný, ale nevýznamný vztah.

Zelenyho test pozitivně koreluje s výtěžností mouky, metodou statistické analýzy byla potvrzena středně významná závislost. Závislost mezi Zelenyho testem a vazností mouky, Zelenyho testem a obsahem lepku, je statisticky pozitivní, slabě významná. Pozitivně nevýznamná závislost je mezi Zelenyho testem a obsahem N-látek. Negativní závislost je mezi Zelenyho testem a objemovou hmotností a Zelenyho testem a číslem poklesu, avšak statisticky nevýznamná.

Statisticky nevýznamnou negativní závislost má mezi sebou výtěžnost mouky a číslo poklesu. Středně pozitivní závislost je mezi výtěžností mouky a Zelenyho testem a výtěžností mouky a vazností mouky. S ostatními proměnnými Výtěžností mouky a objemovou hmotností, obsahem lepku a obsahem N-látek je pozitivně slabá závislost, tudíž nevýznamná.

Korelační vztah mezi vazností mouky má negativní závislost s číslem poklesu, je však zcela nevýznamný. Významná pozitivní závislost je mezi vazností mouky a výtěžností mouky. Nízká pozitivní závislost je mezi vazností mouky a Zelenyho testem a vazností mouky a obsahem lepku. Mírná závislost je mezi vazností mouky a obsahu N-látek. Zcela nevýznamnou závislost ukazuje korelační matice mezi vazností mouky a objemovou hmotností.

6 DISKUZE

Zásadním faktorem ovlivňujícím technologickou jakost pšeničného zrna je odrůda. Jednotlivé odrůdy pšenice jsou zařazeny do skupin podle pekařské jakosti. To má umožnit pěstiteli i zpracovateli zvolit si optimální odrůdu (Prugar, 2008).

Snahou společnosti GoodMills Česko s.r.o., jako zpracovatele zrna, je zajistit svým odběratelům mouku dle jejich požadavků. Pro dosažení požadované kvality výstupních mouk je již od prvopočátku nutná spolupráce řetězce: šlechtitel (nabídka vhodné odrůdy) – pěstitel (správný pěstební systém) – zpracovatel zrna (kvalitní mouka vhodná pro daný typ výroby) - zpracovatel mouky (požadovaná kvalita konečného výrobku). Již samotný nákup vhodné vstupní suroviny pro cílené mlýnské zpracování je velmi důležitý. Na rozdíl od pšenic vhodných pro pekárenské využití, je pro pečivářenské užití potřeba mouky s nízkým obsahem lepku. Pro ověření a upřesnění kvalitativních ukazatelů potravinářské pšenice pro pečivářenské užití byly vybrány odrůdy: Arkeos, Hermann, Lear a Vanessa.

Dílčím analýzám bylo podrobena 176 nabídkových vzorků vybraných odrůd, u kterých byly stanoveny následující kvalitativní ukazatele: vlhkost; příměsi; nečistoty; objemová hmotnost; číslo poklesu; obsah lepku; obsah N-látek; Zelenyho test; farinografická vaznost a alveografické zkoušky.

Kvalita pšeničného zrna je dána souhrnem fyzikálních a chemických vlastností, jak uvádí Palík et al (2009). Objemová hmotnost je ukazatelem mlynářské jakosti, která může zapříčinit nižší výtěžnost mouky. Objemová hmotnost zrna je v některých letech výrazně ovlivněna počasím. Ročníkové výkyvy potvrzují Kúst a Potměšilová (2013).

Objemová hmotnost u odrůdy Hermann vykazala nejnižší hodnotu a to 750 g.l^{-1} . Z důvodu nízké objemové hmotnosti v ročníkovém hodnocení a nízké dostupnosti nebyla odrůda Hermann zařazena do další pozorování. Nejvyšší objemová hmotnost byla naproti tomu zaznamenána u odrůd Arkeos 781 g.l^{-1} a Vanessa 782 g.l^{-1} .

Nízká nebo vysoká enzymatická aktivita, která nastává při startu klíčení zrna, poškozují zásobní látky endospermu. Proces klíčení může být spojován s nízkými teplotami, vysokou vlhkostí půdy, výkyvy teplot v posklizňovém období bezesporu vlastnostmi endospermu (Farrell a Kettlewell, 2008). Z posuzovaných odrůd nevyhovující číslo poklesu prokázala odrůda Lear, u které se potvrdila náchylnost k porůstání a ve sledované sklizni 2013 vykazovala nedostatečnou úroveň čísla poklesu v průměru pouze 169 s. Podle požadavků na číslo poklesu na pečivářenské užití mělo být alespoň v rozmezí 200 až 300 s jak uvádí Zimolka et al. (2005). U dalších odrůd se nízká aktivita enzymu α -amylasy projevila vysokými hodnotami čísla

poklesu, u odrůdy Arkeos 323 s; Hermann 318 s; a odrůdy Vanessa 298 s. Z tohoto důvodu byla odrůda Lear z dalšího pozorování vyřazena.

Obsah N-látek a lepku je významně ovlivnitelný správnou agrotechnikou s vhodně zvolenou předplodinou, dusíkatým hnojením a jeho dávkou a především termínem aplikace kvalitativní dávky dusíku. Požadovaný obsah N-látek pro pečivářské užití je do 11,5 %. Vyšší ročníková úroveň 2013 obsahu N-látek byla nepříznivá pro pečivářské užití, zvláště u odrůdy Arkeos (průměr 12,7 %), i v případě ostatních odrůd byla tato hranice překročena. Pravděpodobným důvodem takto vysokého obsahu N-látek mohla být vyšší dávka kvalitativního hnojení nebo při nižším hektarovém výnosu zrna dávka standardní. Cíleně je tedy možné a v případě pečivářských pšenic i žádoucí snížit dávku kvalitativního hnojení a tím regulovat obsah dusíkatých látek v zrně. Nejnižší obsah N-látek byl naměřen u odrůdy Lear 12,0 %.

Obsah lepku v zrně se u nabídkových vzorků dodavatelů jednotlivých testovaných odrůd nijak výrazně nelišil. Nejnižší hodnotu vykazovala odrůda Lear a to 21,8 %; o něco vyšší byla hodnota odrůdy Hermann s 23,3 %; nepatrně vyšší obsah lepku byl u odrůdy Vanessa 23,8 % a nejvyšší obsah lepku byl naměřen v případě odrůdy Arkeos 24,4 %.

Zelenyho test charakterizuje kvalitu a množství lepku v mouce. Pozitivně koreluje s obsahem bílkovin a objemem pečiva. Umožňuje vyselektovat odrůdy s nepříznivými vlastnostmi lepkových bílkovin (Eckert et al., 1993). Na rozdíl od pekařských výrobků nevede u trvanlivého pečiva vyšší obsah lepku ke zvýšení výtěžnosti výrobku, ale k příliš tuhým a kompaktním výrobkům (Sluková, 2003). Zelenyho test v zrně byl nejvyšší opět u odrůdy Arkeos a to 27,5 ml, naopak nejnižší Zelenyho test měla odrůda Lear 15,5 ml.

Při technologickém zpracování obilovin je reologie uznávaná jako cenný nástroj k měření vlastností těsta, přeneseně užitné kvality mouky. Chování těsta materiálů při zpracování napodobují reologická měření a tím napomáhají předvídat kvalitu konečného produktu (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003). Alveografické poměrové číslo je měřítkem hodnot mezi pružností a tažností těsta. V případě alveografických zkoušek odrůda Vanessa vykazovala poměr P/L 1,2, které bylo příliš vysoké. Pro pečivářské užití je maximální hodnota poměru P/L do 0,8, jak uvádí Zimolka et al. (2005). Důvodem pro nezařazení odrůdy Vanessa do dalšího pozorování byl vysoký alveografický poměr.

Vaznost mouky je ukazatelem jakosti, který ovlivňuje výtěžnost a stabilitu mouky. Obecně lze říci, čím vyšší je vaznost mouky, tím bude větší objem pečiva, jak uvádí Zimolka et al. (2005). V případě požadavků na pšeničné mouky pro pečivářské užití je trend opačný. Vysoká vaznost pečivářské mouky není žádoucí. Farinografická vaznost mouky byla nejvyšší

u odrůdy Vanessa a to 52,9 %, Arkeos 51,0 % odrůda Lear 50,8 % a nejnižší vaznost mouky byla u odrůdy Hermann 49,8 %.

Na základě dobrých reologických vlastností a vyhovujících kvalitativních výsledků zrna s výjimkou zvýšeného obsahu bílkovin byla pro následné pozorování a testování pečivářské kvality vybrána odrůda Arkeos.

Záměrem dalšího pozorování a měření kvalitativních ukazatelů odrůdy Arkeos bylo potvrdit její predikci pro pečivářské účely a zhodnotit její stabilitu.

Podle sklizně 2013 u odrůdy Arkeos, byla vysoká hodnota dusíkatých látek a to 12,7 %. Agrotechnika byla u pěstitelů ještě pod vlivem pekářské pšenice, kde je kvalitativní hnojení základem pro zvýšení obsahu N-látek. Avšak pro pečivářské účely je trend opačný. V následujících letech, v souvislosti s určitou osvětou se část zemědělců přizpůsobila novým požadavkům v agrotechnice. To se projevilo ve sklizni 2014 širokým rozmezím obsahu dusíkatých látek v zrna v nabídkových vzorcích. Od nízké hodnoty 11,5 % až po 12,5 %. Část zemědělců zřejmě přizpůsobila agrotechniku vynecháním kvalitativní dávky. To se více projevilo v sklizni 2015, kdy rozptyl obsahu N-látek byl výrazně nižší a hlavně celková hladina dusíkatých látek s hodnotou 11,8 % v zrna byla pod úrovní 12 %. Ve vztahu k pečivářskému užití odrůdy Arkeos byl zaznamenán příznivý kvalitativní vývoj na základě bližší spolupráce s pěstiteli.

Prugar (2008) charakterizuje kvalitu lepkové bílkoviny. Dle popisu se jedná o výrazně geneticky založený znak, umožňující selektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny. Pozitivně koreluje s obsahem hrubých bílkovin. V závislosti na měřených parametrech odrůdy Arkeos za období sklizně 2013 byla tato kladná korelace potvrzena, avšak nutné v tomto případě zohlednit, že i přes naměřené hodnoty může být závislost ne zcela přesná. Naměřené hodnoty Zeleného testu byly pro odrůdu Arkeos ve sklizňovém roce 2013 - 28,1 ml; ve sklizni 2014 - 16,5 ml a ve sklizni 2015 - 24 ml.

Z výsledného hodnocení kvalitativních ukazatelů je nutné vyzdvihnout hodnoty alveografických zkoušek u odrůdy Arkeos a to deformační energii $W 73 \cdot 10^{-4} J$ a poměru P/L 0,3, které jsou v souladu s požadavky pro pečivářské užití.

Odrůda Arkeos nižší úrovní sedimentačního indexu a nízkého alveografického poměru P/L není vhodná pro pekařské užití. Tyto charakteristiky však vytvářejí předpoklady pro uplatnění odrůdy pro výrobu speciálních mouk pro pečivářské výrobky.

Pro celkové zhodnocení stability odrůdy Arkeos, je ale časová řada tří sklizňových ročníků velmi krátká.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce spočívala ve zpřesnění výběru vhodné potravinářské pšenice v závislosti na jakostních ukazatelích a její predikci pro pečivářské využití.

V praktické části byly stanoveny kvalitativní ukazatele u nabídkových vzorků vybraných odrůd: Arkeos, Hermann, Lear a Vanessa. Tyto parametry byly porovnány s normou ČSN 46 1100-2 a požadavky na kvalitu pro pečivářské využití.

Pro ověření kvalitativních ukazatelů vybraných odrůd potravinářské pšenice pro pečivářské užití byla použita příslušná metodika mlynářské výroby.

Na základě provedených kvalitativních analýz byly z dalšího testování vyřazeny tyto odrůdy: z důvodu nízké objemové hmotnosti a nedostatečného množství na trhu byla vyřazena odrůda Hermann, vykázala nejnižší hodnotu 750 g.l^{-1} ; pro nevyhovující číslo poklesu 169 s byla vyřazena odrůda Lear, z důvodu vysokého alveografického poměru P/L 1,2, byla z dalšího pozorování vyřazena odrůda Vanessa. V závislosti na dobrých reologických vlastnostech a vyhovujících kvalitativních parametrech zrna byla pro následné pozorování vybrána odrůda Arkeos.

V tříletém pozorování (2013-2015) byly u odrůdy Arkeos klasifikovány kvalitativní parametry, které i přes vyšší variabilitu obsahu N-látek vyhovují pro potřeby pečivářského užití.

Na základě těchto výsledků je možné potvrdit odrůdu Arkeos jako vhodnou pro pečivářské užití.

V závislosti na výsledcích této diplomové práce doporučuji společnosti GoodMills Česko s.r.o. nadále pokračovat ve sledování kvalitativních ukazatelů odrůdy Arkeos s cílem potvrdit stabilitu této odrůdy.

Pro zajištění ročníkově stabilní pečivářské jakosti produkce odrůdy Arkeos je nutná spolupráce s pěstiteli, jak v oblasti dodavatelské, tak především v cílené agrotechnice s nižší úrovní výživy dusíkem a vynecháním kvalitativní dávky dusíkatého hnojení.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Adel, El Titi., 2002. *Soil Tillage in Agroecosystems*, Boca Raton, FL, USA, s. 3.
- Benda, V., Babůrek, I., Kotrba, P. *Základy biologie*. 1. vydání. Praha: VŠCHT, 2006. 167 s. ISBN 80-7080-587-0.
- Bláha, L., Hadlec, P., Hnilička, F. *Vlivy sucha a vysoké teploty na chemické složení obilok ozimé pšenice*. Úroda, 2008, roč. 56, č. 9, st. 16-18.
- Burešová. O., Palík, S., *Grain quality of bread wheat from the 2007 harvest*. Obilnářské listy, 2008, roč. 16, č. 1.
- Dobraszczyk, B. J., Morgenstern, M. P. 2003. *Rheology a the Breadmaking Process*. Journal of Cereal Sciencel. 38. 229-245.
- Dudáš, F., Pelikán, M. *Využití produktů rostlinné výroby: určeno pro posl. agronomické a provozně ekon. fak.* 1. vyd. Praha: MON, 1989. 247 s.
- Eckert, B., Amend, T., Belitz, H. D. 1993. *The course of the SDS a Zeleny sedimentation tests for gluten quality a related phenomena studied using the light microscope*. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A. 196. 122–125.
- Faměra, O., *Základy pěstování ozimé pšenice*. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha. 1993. 51 s., ISBN 80-7105-045-8.
- Foltýn, J. et al. *Pšenice*. 1. vyd. Praha: SZN, 1970. 441, [10] s., 8 s. barev. obr. příl. Rostlinná výroba.
- Gooding, M. J., Uppal, R. K., Addisu, M., Harris, K. D., Uauy, C., Simmonds, J. R., Murdoch, A. J. 2012. *Reduced height alleles (Rht) a Hagberg falling number of wheat*. Journal of Cereal Science. 55. 305-311.
- Hampl, J. *Cereální chemie a technologie: vysokošk. učebnice*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1970. 396 s., [2] s. obr. příl. Řada potravinářské literatury.

Hicks, C. I., See, H., Fletcher, D. F., Ekwebelam, C. 2012. The shear rheology of bread dough: Analysis of local flow behaviour using CFD. *Food a Bioproducts*. 30. 361–369.

Horáková, V., Dvořáčková, O., Mejzlík, T. *Seznam doporučených odrůd 2011 a Přehled odrůd 2011*. Brno: ÚKZÚZ, 2011, 237 s, 978-80-7401-043-9.

Horáková, V., Dvořáčková, O., Mejzlík, T. *Seznam doporučených odrůd 2013 a Přehled odrůd 2013*. Brno: ÚKZÚZ, 2013, 208 s, ISBN 978-80-7401-074-3.

Horáková, V., Dvořáčková, O., Mejzlík, T. *Seznam doporučených odrůd 2014 a Přehled odrůd 2014*. Brno: ÚKZÚZ, 2014, 202 s, ISBN 973-80-7401-089-7.

Horáková, V., Dvořáčková, O., Mejzlík, T. *Seznam doporučených odrůd 2015 a Přehled odrůd 2015*. Brno: ÚKZÚZ, 2015, 198 s, ISBN 978-80-7401-108-5.

Hrabě, J., Rop, O., Hoza, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN 8073183722.

Hrušková, M., Váňová, M., Švec, I., Jirsa, O., Klem, K., Palík, S. *Vliv intenzity a ročníku pěstování na technologické parametry vybraných odrůd potravinářské pšenice. (Effect of growing intensity and crop year on breadmaking parameters in selected bread wheat cultivars)* Obilnářské listy, 14, 2006, 3, s. 56-59 Česká republika.

Farrell, A. D., Kettlewell, P. S., 2008. *The effect of temperature shock a grain morphology on alpha-amylase in developing wheat grain. Annals of Botany*. 102. 287 – 293.

Chloupek, O., Procházková, B., Hrudová, E. *Pěstování a kvalita rostlin*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. 178 s. ISBN 80-7157-897-5.

Juda, R., *Doplňkový prodej: sušenky a oplatky*. Trafikant, 2008, roč. 5, č. 1, s. 10-11.

Kadlec, P. et al. *Technologie potravin I*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.

Kent, N. L., *Technology of cereals*. 4 edition. Pergamon Press Oxford, 1994, 352 s, ISBN 1 85573 361 7.

Knětický, S., *Produkty, pohyby na trhu*. Zboží a Prodej, 2005, roč. 7, č.1, 11 s.

Kolář, P., DP - *Dopady klimatu a meteorologických extrémů na produkci vybraných zemědělských plodin na Moravě v letech 1961 - 2007.*, 2010, 88 s.

Kučerová, J. *Technologie cereálií*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. 141 s. ISBN 80-7157-811-8.

Kůst, F., Potměšilová J. *Situační a výhledová zpráva obiloviny 2013*, Ministerstvo zemědělství Praha, 114 s. ISBN 978-80-7434-134-2, ISSN 1211-7692, MK ČR E 11003.

Kůst, F., Potměšilová J. *Situační a výhledová zpráva obiloviny 2014*, Ministerstvo zemědělství Praha, 116 s. 978-80-7434-191-5, ISSN 1211-7692, MK ČR E 11003.

Kůst, F., Potměšilová J. *Situační a výhledová zpráva obiloviny 2015*, Ministerstvo zemědělství Praha, 114 s. ISBN 978-80-7434-225-7, ISSN 1211-7692, MK ČR E 11003.

Muchová, Z. *Faktory ovlivňující technologickou kvalitu pšenice a jej potravinářské využití*. Nitra - Slov. poľnohosp. univ., 2001. 112 s. ISBN 80-7137-923-9.

Palík, S. et al. *Metodika pěstování ozimé pečárenské pšenice*. Kroměříž: Agrotest fyto, 2009. 68 s. ISBN 978-80-86888-07-1.

Pelikán, M. *Zpracování obilovin a olejnin*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 148 s. ISBN 80-7157-525-9.

Perego, P., Sordi, A., Gustalli, R., Convert, A. *Effects of change in ingredient composition on the rheological properties of a biscuit industry dough*. International Journal of Food Science and Technology, 2007, č. 42, 649-657 s.

Petr, J. *Pěstování pšenice podle užitkových směrů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. ISBN 80-7271-090-7.

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

Příhoda, J., Hrušková, M. *Hodnocení kvality: aplikace doporučených přístrojů, metod a interpretace výsledků pro praxi*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2007. 187 s. Mlynářská technologie; sv. 1. ISBN 978-80-239-9475-9.

Příhoda, J., Novotná, D., Humplíková, P. *Základy pekárenské technologie*. Vyd. 1. Praha: Pekař a cukrář, 2003. ISBN 80-902922-1-6.

Rovenská, Blanka. *Anatomický atlas pšenice*. 1. vyd. Praha: Academia, 1968. 157, [1] s.

Sluková, M., *Kvalitativní ukazatele pšenice a pšeničných mouk*. [online]. [cit. 2009-03-22].

Špaldoň, E., 1982. *Rostlinná výroba*, SZN, Praha, 714 s.

Velíšek, J. *Chemie potravin*. Vyd. 2., upr. Tábor: OSSIS, 2002. 3 sv. (331, 303, 343 s.). ISBN 80-86659-01-1.

Williams, P. C. and Sobering, D. C. 1993, "Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds," *J. Near-infrared Spectroscopy* 1: 25-30 s.

Zhang, X., J. Cai, B. Wollenweber, F. Liu, T. Dai, W. Cao a D. Jiang. *Multiple heat and drought events affect grain yield and accumulations of high molecular weight glutenin subunits and glutenin macropolymers in wheat*. *Journal of Cereal Science*. 2013, roč. 5, č. 1, s. 134-140 [cit. 2013-01-20]. ISSN 07335210.

Zimolka, J. et al. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, ©2005. 179 s. ISBN 80-86726-09-6.

Internetové odkazy:

www.biology.webz.cz/carl

www.limagrain-cereals.cz

www.csu.cz

www.eagri.cz

www.mondelez.jobs.cz

www.selgen.cz/obiloviny

9 PŘÍLOHY

9.1 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Vědecká klasifikace pšenice.....	11
Tabulka 2 - Kvalitativní požadavky pro pekařské a pečivářenské účely.....	20
Tabulka 3 - Průměrné hodnoty kvality pšenice	29
Tabulka 4 - Přehled osevních ploch, celková výroba a hektarové výnosy	30
Tabulka 5 - Jakostní ukazatelé pečivářenských mouk.....	33
Tabulka 6 - Stupnice relativní tvrdosti zrna.....	35
Tabulka 7 - Spotřeba sušenek na 1 obyvatele	39
Tabulka 8 - Průměrná kvalita nabídkových vzorků pšenice ze sklizně 2013	53
Tabulka 9 - Průměrné hodnoty odrůdy Arkeos	55
Tabulka 10 - Statistické rozdíly ve sklizni (2013-2015).....	57
Tabulka 11 - Korelační matice jakostních znaků odrůdy Arkeos.....	61

9.2 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Podélný řez pšeničným zrnem	14
Obrázek 2 - Vliv prostředí a odrůdy jakost pšenice	18
Obrázek 3 - Spotřeba chleba, pšeničného a trvanlivého pečiva	40
Obrázek 4 - Pečivářenské výrobky	41

Obrázek 5 - Swing 200	45
Obrázek 6 - Vlhkoměr GAC 2100	46
Obrázek 7 - Laboratorní mlýnek	47
Obrázek 8 - Falling number + příslušenství	47
Obrázek 9 - Inframatic 8600	48
Obrázek 10 – Alveograf	49
Obrázek 11 – Alveogram	50
Obrázek 12 – Farinograf	51
Obrázek 13 - Farinogram pro silnou mouku	51
Obrázek 14 - Farinogram pro slabou mouku	52

9.3 Seznam grafů

Graf 1 - Vliv ročníku na objemovou hmotnost (Tukey $\alpha=0,05$).....	57
Graf 2 - Vliv ročníku na číslo poklesu (Tukey $\alpha=0,05$)	58
Graf 3 - Vliv ročníku na obsah lepku (Tukey $\alpha=0,05$)	58
Graf 4 – Vliv ročníku na obsah N-látek (Tukey $\alpha=0,05$)	59
Graf 5 – Vliv ročníku na Zelenyho test (Tukey $\alpha=0,05$)	59
Graf 6 – Vliv ročníku na výtěžnost mouky (Tukey $\alpha=0,05$)	60
Graf 7 – Vliv ročníku na vaznost mouky (Tukey $\alpha=0,05$)	60

9.4 Přehled zkratk

ČR	- Česká republika
ČSÚ	- Český statistický úřad
EU	- Evropská unie
GI	- gluten index
ha	- hektar
HTZ	- hmotnost tisíce zrn
L	- délka (L) je mírou tažnosti těsta
N	- dusík
P	- přetlak (P) pevnost či pružnost těsta
PSI	- Particle size index

ÚKZÚZ	- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
USA	- United States of America
W	- deformační energie [10^4 J]
ZZN	- Zemědělské zásobování a nákup

9.5 Přehled norem a metod

AACC 55-30	- Stanovení tvrdosti zrna
ČSN 46 1100	- Obiloviny, luštěniny
ČSN 46 1100-2	- Pšenice potravinářská
ČSN EN ISO 3093	- Stanovení čísla poklesu
ČSN EN ISO 5530-1	- Stanovení farinografické vaznosti
ICC 115/1	- Stanovení farinografické křivky
ICC 121	- Stanovení alveografické křivky