Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů

Využití reologického hodnocení těsta pro predikci jakosti pečiva

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Helena Boučková

Vedoucí práce: Ing. Oldřich Faměra, CSc.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití reologického hodnocení těsta pro predikci jakosti pečiva" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Iloně Hálové a paní Boženě Riljákové (Katedra kvality zemědělských produktů, Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů), které byly školitelem-specialistou mé práce, za jejich cenné rady a odborné vedení při provádění laboratorního pokusu. Dále pak poděkování patří vedoucímu práce Ing. Oldřichu Faměrovi, CSc., za poskytnutí důležitých informací a konzultací. Poděkování patří mé rodině, která mě během celého studia podporovala a pomáhala.

Využití reologického hodnocení těsta pro predikci jakosti pečiva

Souhrn

Pro pekárenský průmysl je nezbytná neustálá kontrola kvality zrna, která umožní předpovědět některé charakteristiky mouky a tím i její následné využití pro výrobu pečiva. Tato diplomová práce se zabývá využitím farinografického hodnocení těsta pro predikci jakosti pečiva. Pro komplexní zhodnocení kvality zrna byly zjišťovány pekárenské jakostní ukazatele. Na závěr bylo provedeno senzorické hodnocení pečiva.

Měření byla prováděna u 12 odrůd pšenice ozimé. Jedná se o odrůdy Evina a Fabius (jakostní skupina E), Bohemia, Etana, Fakir, Patras, Sultan, Zeppelin (jakostní skupina A), Baletka, Tobak (jakostní skupina B), KWS Ozon a Vanessa (jakostní skupina C). Odrůdy byly pěstovány ekologickým a konvenčním způsobem. Ekologický způsob pěstování byl proveden na pokusné stanici Katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze – Uhříněvsi a konvenční způsob pěstování na šlechtitelské stanici Stupice. Obě šlechtitelské stanice leží ve hodných půdně-klimatických podmínkách v řepařské oblasti středních Čech.

Farinografické ukazatele nevykazují významné rozdíly mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami. Ekologicky pěstované odrůdy dosáhly vyšší vaznosti. Naopak konvenčně pěstované odrůdy vykazují mírnější pokles konzistence a delší dobu stability. Z výsledků měrného objemu pečiva (ml/100 g) nevyplývá významný rozdíl mezi oběma způsoby pěstování. Hodnoty měření obsahu N-látek, obsahu lepku a Zelenyho testu vyšly velmi nízké. Naopak číslo poklesu dosahuje vysokých hodnot. Vyšší hodnoty v těchto jakostních ukazatelích byly naměřeny u odrůd v rámci konvenčního způsobu pěstování.

Největšího měrného objemu dosáhla odrůda Tobak (konvenční způsob pěstování). Tobak vykazuje zároveň dlouhou dobu stability a mírný pokles konzistence. V jakostních parametrech dosáhla tato odrůda také lepších výsledků oproti ostatním odrůdám. Jedná se o jakostní parametry: obsah N-látek, obsah lepku, gluten index a Zelenyho test. Stejně tak bylo u této odrůdy získáno velmi dobré senzorické hodnocení. Tyto výsledky se u odrůdy Tobak nepotvrdily v rámci ekologického způsobu pěstování. Naopak nejhorších výsledků v jakostních parametrech i reologických vlastnostech vztažených k pekařské jakosti dosahuje odrůda Vanessa (oba způsoby pěstování). I přes špatné výsledky dosáhla Vanessa dobrého měrného objemu.

Klíčová slova: pšenice, reologické vlastnosti, ekologický systém pěstování, konvenční systém pěstování, kvalita pečiva

The use of rheological assessment tests for predicting the quality of bread

Summary

For the baking industry is important to constantly check the quality of grain, which allows to predict some characteristics of flour and then its subsequent use for the production of baked goods. In this diploma work was used farinograph test and its evaluation for predicting the quality of bread. During this work there were determined bakery quality indicators, which subsequently help to complexly evaluate the quality of grain. In the conclusion there were used sensory assessment of bread.

The measurements were performed in twelve winter wheat varieties. These varieties are called Evina and Fabius (quality group E), Bohemia, Etana, Fakir, Patras, Sultan, Zeppelin (quality group A), Baletka, Tobak (quality group B), KWS Ozon a Vanessa (quality group C). The whaet varieties were grown by organic and conventional way. Organic way of cultivation was carried out at the experimental station of the Department of Crop Production FAPPZ ČZU in Prague - Uhříněves and conventional method of growing was made at growing station Stupice. Both growing stations are located in the same soil and climatic conditions, which is in the sugar beet growing area in Central Bohemia.

Indicators made by farinograph show that conventionally grown wheat varieties did not achieved better results than the varieties grown by organic system. Organically grown wheat varieties showed better binding properties than the varieties grown by conventional way. On the other hand conventionally grown wheat varieties exhibit lower diminution of consistency and longer stability. The results of the specific volume of bread (ml / 100 g) does not show significant difference between the two methods of cultivation. The values of the content of N-substances, gluten content and Zeleny´s test came very low. Conversely falling number reaches high values. Higher values of these quality indicators were measured in the varieties within conventional cultivation method.

The greatest variety of specific volume reached wheat variety called Tobak where were used conventional method of cultivation. Tobak exhibits a long time stability and a slight decrease in consistency. The quality parameters of this variety also reached better results compared to other varieties. The quality parameters are: content of N-substances, content of gluten, gluten index and Zeleny test. This variety as well obtained very good

sensory evaluation. Tobak variety grown under organic conditions did not confirmed these results . Conversely, the worst results in quality parameters and rheological properties related to baking quality achieved a variety called Vanessa where were used both methods of cultivation. Despite the poor results Vanessa achieved good specific volume.
Keywords: wheat, rheological properties, the organic cultivation system, the conventional system of growing, quality of bread

Obsah

1 Úvod 11

2 Cíl práce 12

2.1 Hypotéza 12

2.2 Cíl práce 12

3 Literární rešerže 13

3.1 Morfologická stavba zrna 13

3.1.1 Taxonomické zařazení 13

3.1.2 Morfologická stavba zrna 13

3.2 Chemické složení pšeničného zrna 15

3.2.1 Sacharidy 15

3.2.1.1 Monosacharidy a oligosacharidy 15

3.2.1.2 Škrob 15

3.2.1.3 Neškrobové polysacharidy 17

3.2.2 Lipidy 19

3.2.3 Vitaminy a minerální látky 20

3.2.4 Bílkoviny 20

3.3 Pekařská jakost pšeničné mouky 23

3.3.1 Číslo poklesu 23

3.3.2 Obsah mokrého lepku 25

3.3.3 Obsah dusíkatých látek (N-látek) 26

3.3.4 Gluten index 26

3.3.5 Sedimentační test dle Zelenyho 26

3.3.6 Pekařský pokus 27

3.3.7 Barva mouky 27

3.3.8 Granulace 28

3.3.9 Tvrdost zrna 28

3.3.10 Kvalita jako odrůdový znak 29

3.4 Druhy mouk 30

3.5 Reologie 32

3.5.1 Reologické chování těsta 33

3.5.1.1 Proces hnětení a tvarování při výrobě chleba 33

3.5.1.2 Proces kvašení při výrobě chleba 35

3.5.1.3 Proces pečení při výrobě chleba 35

3.5.1.4 Fyzikální podstata tvorby těsta 36

3.5.2 Přístroje v reologii 36

3.5.3 Farinograf 37
3.6 Srovnání kvality pšenice pěstované v konvenčním a ekologickém zemědělství ……39
3.6.1 Konvenční a ekologické zemědělství 39
3.6.2 Vliv způsobu zemědělství na jakost 40
4 Praktická část 43
4.1 Materiál a metodika 43
4.1.1 Podmínky pěstování odrůd 43
4.1.2 Hodnocení odrůd 43
4.1.2.1 Doporučené odrůdy 43
4.1.2.2 Předběžně doporučené odrůdy 44
4.1.2.3 Ostatní odrůdy 45
4.1.3 Metodika pokusu 45
4.2 Pracovní postup 47
4.2.1 Příprava vzorku 47
4.2.1.1 Šrot 47
4.2.1.2 Mouka 47
4.2.2 Analytické stanovení 48
4.2.2.1 Stanovení objemové hmotnosti zvané hektolitrová váha (ČSN ISO 7971-2) ..48
4.2.2.2 Stanovení vlhkosti (ČSN ISO 712) 48
4.2.2.3 Obsah N-látek dle Kjeldhala (ČSN 461011-8) 49
4.2.2.4 Sedimentační index – Zelenyho test (ČSN ISO 5529) 50
4.2.2.5 Číslo poklesu (ČSN ISO 3093) 50
4.2.2.6 Mokrý lepek (ČSN ISO 5531) 51
4.2.2.7 Stanovení popela (ČSN 560512-8) 52
4.2.2.8 Stanovení tvrdosti metodou PSI (AACC metoda 55-30) 52
4.2.2.9 Granulace (ČSN 560512-5) 53
4.2.2.10 Reologické vlastnosti na farinografu (ČSN ISO 5530) 53
4.2.2.11 Pekařský pokus (metodika LZJO) 54
4.2.2.12 Senzorické hodnocení pečiva: 55
4.3 Výsledky měření 56
4.3.1 Vyhodnocení rozdílů jakostních ukazatelů ekologicky a konvenčně pěstovaných odrůd pšenice 56
4.3.1.1 Objemová hmotnost 58
4.3.1.2 Tvrdost zrna 58
4.3.1.3 Vaznost mouky 59
4.3.1.4 Číslo poklesu 60

4.3.1.5 Zelenyho test 61
4.3.1.6 Obsah N-látek 62
4.3.1.7 Obsah lepku 63
4.3.1.8 Vyhodnocení gluten indexu 64
4.3.1.9 Měrný objem pečiva 65
4.3.2 Výsledky reologického hodnocení těsta 66
4.3.2.1 Doba vývinu těsta 67
4.3.2.2 Stabilita těsta 68
4.3.2.3 Pokles konzistence 69
4.3.3 Vyhodnocení závislostí mezi reologickými vlastnostmi a jakostními ukazateli 70
4.3.4 Senzorické vyhodnocení 74
4.3.4.1 Výška a šířka pečiva 74
4.3.4.2 Poměr výška/šířka pečiva 75
4.3.4.3 Technologické vlastnosti těsta 76
4.3.4.4 Tvar pečiva 77
4.3.4.5 Barva pečiva 77
4.3.4.6 Parcelace 78
4.3.4.7 Pružnost střídky 78
4.3.4.8 Pórovitost střídky 79
4.3.4.9 Chuťový vjem 79

5 Diskuze 81

6 Závěr 87

7 Seznam použité literatury 88

8 Seznam 101

8.1 Seznam obrázků 101

8.2 Seznam tabulek 101

8.3 Seznam grafů 102

9 Přílohy 103

1 Úvod

Již několik tisíc let je jednou z hlavních složek lidské stravy kynutý chléb. Kynutí chlebového těsta je jedním z nejstarších biotechnologických procesů. Pšenice představuje jednu z nejvýznamnějších pěstovaných kultur. S roční produkcí okolo 146 milionů tun (z roku 2014) patří pšenice setá (*Triticum aestivum L.*) k jedné z nejdůležitějších plodin v České republice a je nejdůležitější obilovinou používanou pro pekařský průmysl. Na rozdíl od jiných obilných zrn obsahuje pšeničné zrno jedinečný komplex lepkotvorných bílkovin schopných vytvořit typickou strukturu kynutého těsta, potažmo kynutých výrobků a je proto nejrozšířenější obilovinou pro pekařské využití. Dále se tato obilovina, respektive její deriváty, používá v pivovarnictví. V neposlední řadě je pšenice důležitým zdrojem energie, některých esenciálních aminokyselin, vitaminů, minerálních látek, fytochemikálií a dalších přírodních látek. Přes její důležitou úlohu v lidské stravě mohou pšeničné produkty představovat pro menšinu lidí i zdravotní riziko, jako je celiakie nebo pekařské astma.

2 Cíl práce

2.1 Hypotéza:

Složení bílkovin zrna odrůd pšenice ovlivní reologické vlastnosti těsta. To se projeví rozdíly v průběhu kynutí těsta, při pečení a v konečných vlastnostech pečiva.

2.2 Cíl práce:

Cílem práce je zjistit optimální farinografické charakteristiky jako predikční ukazatele pro dosažení vysoké jakosti pekařských výrobků.

3 Literární rešerže

3.1 Morfologická stavba zrna

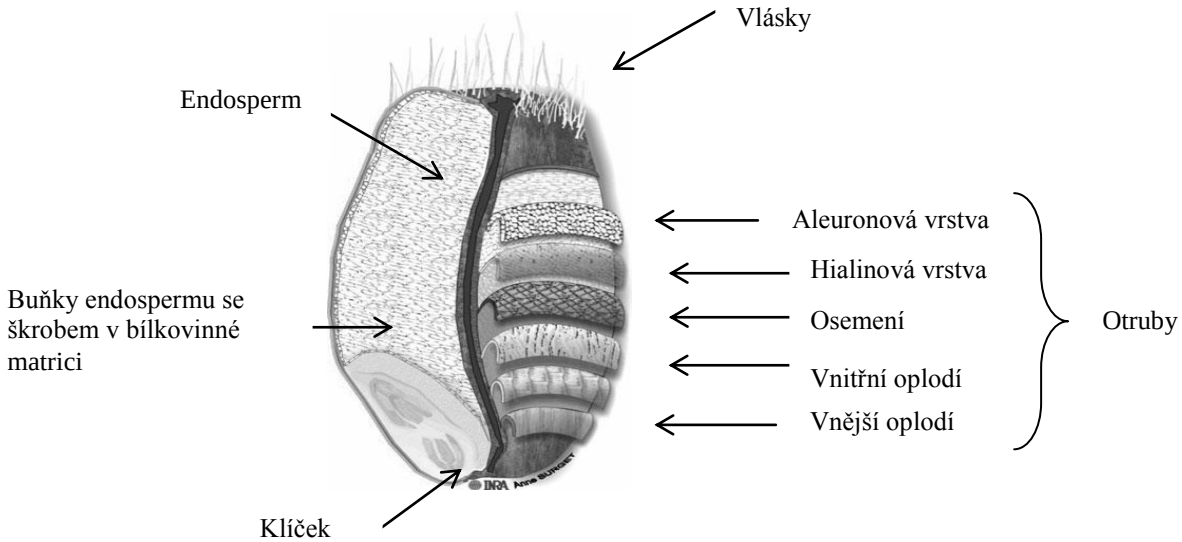
3.1.1 Taxonomické zařazení

Pšenice patří mezi obiloviny, které se botanicky řadí mezi traviny (*Gramineae*) a téměř všechny obiloviny řadíme do čeledi lipnicovité (*Poaceae*) (Arendt a Zannini, 2013). Taxonomicky je řazena k rodu *Triticum*, přičemž komerčně nejdůležitější je *Triticum aestivum L.subspecies vulgare* (pšenice setá) a pšenice tvrdá *Triticum durum L.*, která se používá téměř výhradně na výrobu těstovin. Pšenice setá má nelámavý klas, bezosinatý i osinatý, různě hustý. Plevy a pluchy jsou vejčité nebo podlouhle vejčité se zřetelným kýlem, obilky nahé, buclaté, na průřezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protější straně ochmýřené. Z botanického hlediska se člení druh *Triticum aestivum L.* na čtyři variety podle barvy a osinatosti klasů. Pšenice setá má ozimou a jarní formu (Kopáčová, 2007).

3.1.2 Morfologická stavba zrna

Zrno pšenice (obilka) se skládá ze tří částí. Z endospermu, který obsahuje převážně škrob a proteiny, z klíčku (zárodku) složeného převážně z lipidů a proteinů a z otrub obsahující hlavně vlákninu (Marquart et al., 2007).

Obr. 1 Morfologická stavba obilky (Fardet, 2010)



Obalové vrstvy, v mlýnské technologii označované jako otruby, mají za úkol chránit obilku před vnějšími vlivy. Nejsvrchnější vrstvy (oplodí) chrání obilku především proti mechanickému a mikrobiologickému poškození (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Jsou tvořeny nerozpustnými a obtížně bobtnajícími polysacharidy, především celulosou s velkou mechanickou pevností (Příhoda, Skřivan a Hrušková, 2008). Vnější obalové vrstvy mohou sloužit jako zdroj nestravitelné vlákniny, což může být využíváno z hlediska potřeb úpravy výživových hodnot výrobků, ale z hlediska pekárenské technologie mají tyto složky zhoršující účinek na kvalitu a zpracovatelnost těsta a často i na vzhled hotového výrobku (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Podpovrchové obalové vrstvy (osemení) nesou v buňkách barviva a určují tak vnější barevný vzhled zrna. Některé další vrstvy jsou složeny z polysacharidů, které ale s vodou bobtnají, nebo se částečně rozpouštějí a jsou schopny vodu velmi pevně vázat, čímž do jisté míry přispívají k udržování vlhkosti zrna (Příhoda, Skřivan a Hrušková, 2008). Podpovrchové obalové vrstvy mohou mít příznivý účinek na zvýšení vaznosti mouk a prodloužení vláčnosti střídy pekařských výrobků, ale mohou také zvyšovat lepivost těsta (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Zrno pšenice obsahuje standardně 14,5 % otrub (Xie et al., 2008). Na rozhraní mezi obalovými vrstvami a endospermem se nachází aleuronová vrstva. Ta podle podmínek mletí může být vymleta společně s endospermem do mouk nebo jí část zůstává ulpělá na otrubách. Buňky aleuronové vrstvy obsahují vysoký podíl bílkovin (30 %) a také nejvyšší obsah minerálních látek (Příhoda, Skřivan a Hrušková, 2006). Tyto bílkoviny nepatří k nejpevnějším lepkotvorným, které jsou nositelem pekařské síly mouky. Mouka, která má vyšší obsah aleuronové vrstvy může vykazovat vyšší obsah bílkovin a mokrého lepku, avšak její schopnost vytvořit pevnou a stabilní strukturu pšeničného pečiva bude snížena. Aleuronová vrstva zaujímá asi 8 % z celkového podílu pšeničného zrna (Xie et al., 2008). Endosperm (vnitřní obsah zrna) představuje největší podíl zrna a je technologicky nejvýznamnější částí. Obsahuje zásobní látky pro klíčící rostlinu. Pšeničná mouka je téměř čistý rozdrcený pšeničný endosperm. Podstatná část endospermu je tvořena škrobem (3/4), ale pro pekárenskou technologii je také velmi významným zdrojem bílkovin. Ty tvoří jen asi 10 % obsahu endospermu, ale jejich obsah a kvalita je určující pro pekárenskou zpracovatelskou kvalitu pšeničné mouky (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Teoreticky se předpokládá, že střed obilky a tím i střední část endospermu tvoří škrob ve formě neporušených granulí a lepkotvorné bílkoviny s nízkou tažností tvořené převážně vysokomolekulárními gluteniny. Další část endospermu směrem k okraji obsahuje převážně škrob s určitým stupněm poškození a bílkoviny jsou zastoupeny

jak gluteniny, tak gliadiny. Okrajová část endospermu se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin nelepkového charakteru a zastoupením neškrobových polysacharidů (Hrušková, Karas a Švec, 2011). Celkový podíl endospermu v pšeničném zrnu je kolem 83 %. Klíček (embryo) je vlastním zárodkem nové rostliny a nositelem genetické informace a v zrnu zaujímá přibližně 2,5 % (Xie et al., 2008). Před mlýnským zpracováním zrna je vždy předem odstraňován celý blok klíčku, který velmi rychle podléhá oxidačním a enzymovým změnám (Příhoda, Skřivan a Hrušková, 2006).

3.2 Chemické složení pšeničného zrna

3.2.1 Sacharidy

Sacharidy tvoří vedle bílkovin nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Mezi polysacharidy se řadí škrob, celulosa, hemicelulosa, slizy, dále jsou v pšeničném zrnu zastoupeny oligosacharidy a monosacharidy. V neposlední řadě jsou sacharidy zastoupeny v zrnu ve formě komplexů s lipidy a bílkovinami – glykolipidy a glykoproteiny.

3.2.1.1 Monosacharidy a oligosacharidy

Monosacharidy jsou základními stavebními jednotkami oligo- a polysacharidů. Volné se vyskytují v nepatrném množství, a to především v klíčku. Do mouky se jich dostává jen málo (1 – 3 %). V mouce se vyskytuje především glukosa a fruktosa. Důležitými disacharidy jsou maltosa a sacharóza. Jedná se o vedlejší produkt hydrolýzy škrobu (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

3.2.1.2 Škrob

Škrob je nejdůležitější zásobní polysacharid vyskytující se v mnoha rostlinách včetně obilovin. V pšeničném zrnu je obsažen v endospermu a tvoří přibližně 60 – 75 % sušiny. Jeho obsah v mouce, která je tvořena zejména endospermem, je vyšší, asi 80 % (Goesaert et al., 2005). Škrob není látkou jednotnou, ale směsí dvou polysacharidů, amylosy a amylopektinu. Amylosa je v podstatě lineární řetězec několika set molekul glukosy spojených vazbou α-1,4 (Hizukuri, Takeda a Yasuda, 1981). Molekula amylopektinu je větší a rozvětvená a kromě vazeb α-1,4 se vyskytují i vazby α-1,6, a proto lépe odolává amylolitickým enzymům, než molekula amylosy (Zobel, 1988). Poměr amylosy ku amylopektinu se liší dle botanického původu a vegetačního stadia rostliny. U našich obilovin je tento poměr 25 – 28 % : 72 – 75 % (Colonna a Bule'on, 1992). Granule škrobu jsou v obilovinách přítomny jako intracelulární

ve vodě nerozpustné, různých velikostí a tvaru, v závislosti na botanickém původu. Na rozdíl od většiny rostlinných škrobů, vykazují škroby pšenice, ječmene a žita bimodální velikostní rozdělení. Velká zrna, nazývaná prima nebo též škrob A, jsou lentikulárního tvaru se středním průměrem přibližně 20 μm. Malá zrna, nazývaná sekunda nebo škrob B, jsou kulovité o velikosti částic menší než 10 – 15 μm (Karlsson, Olered, a Eliasson, 1983). Malá zrna jsou pevně fixována na bílkovinnou matrici, jsou tudíž velmi špatně oddělitelná a snižují nejen kvalitu lepku, ale i výtěžnost škrobu (Cornell et al., 1994). Velká škrobová zrna obsahují vyšší podíl amylosy, jsou snadněji degradovatelná α-amylasou a k jejich mazovatění dochází při nižších teplotách, než je tomu u malých škrobových zrn (Peng et al., 1999). Velikost škrobových zrn je důležitá vlastnost, která ovlivňuje možnosti využití a zpracování pšenice. Škrob má rozhodující význam pro výrobu různých produktů na bázi škrobu, škrob B je obvykle zpracován na ethanol (Capouchová, Petr a Marešová, 2003).

Škrob je látkou v obilovinách i mouce nejhojnější a v těstě tvoří asi 60 % z jeho objemu (Hicks et al., 2012). Vedle pšeničného lepku má zcela zásadní význam pro cereální technologii. Z fyzikálních vlastností škrobu jsou nejvýznamnější schopností bobtnání, mazovatění a retrogradace (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Škrobová zrna jsou ve vodě nerozpustná, ale mají schopnost bobtnat v omezené míře. Bobtnání nabývá na intenzitě se zvyšující se teplotou a pokračuje i při stejné teplotě s časem. Při pokojové teplotě a při dostatečném množství vody absorbuje škrob až 50 % své hmotnosti (Atwell et al., 1988). K úplnému zmazovatění škrobu dojde při určitém rozmezí teplot a po určité době. Na počátku zahřívání škrobová zrna bobtnají, a tím zvětšují svůj objem. V důsledku toho stoupá viskozita suspenze. Při dalším zahřívání se do vody uvolňují molekuly amylosy a rozrušují se plně nabobtnalé části škrobového zrna. Když zmazovatí veškerý nerozpustný škrob, začíná viskozita klesat (Kalichevsky a Ring, 1987). V pekařském těstě nikdy nedojde v průběhu pečení k úplnému mazovatění škrobových zrn, protože v těstě není dostatek vody. Dochází především k bobtnání zrn a jen jejich povrch může zmazovatět. Pokud se vzniklý gel nechá chladnout, začnou se spolu zpětně asociovat molekuly amylosy a amylopektinu a viskozita se zvyšuje. Tento děj se nazývá retrogradace. Vzniká pružný škrobový gel, který je hlavním nositelem vody obsažené ve střídce výrobků potažmo vláčnosti. Retrogradace škrobu je ovlivněna řadou podmínek a látek, včetně pH, přítomností solí, cukrů a lipidů (Eliasson a Gudmundsson, 1996).

Škrob je v těstě přítomen v nativním stavu. Během přípravy těsta absorbuje škrob asi 46 % vody a podle Eliasson a Larsson (1993) vytváří společně s proteiny v těstě síť. Jiné

studie uvádí, že reologické chování pšeničného těsta je ovlivněno specifickými vlastnostmi škrobových zrn (Larsson a Eliasson, 1997) a přítomností amylolytických enzymů (Martı'nez-Anaya-Jime'nez, 1997 a). Během pečení dochází díky kombinaci tepla, vlhkosti a času k bobtnání a mazovatění škrobu (Hug-Iten, Conde-Petit a Escher, 2001). Vzhledem k tomu, že dochází k separaci fází amylosy a amylopektinu, nejsou granule škrobu homogenní. Střed granulí je obohacen amylosou a na povrchu škrobových zrn se nachází amylopektin. Po ochlazení vytvoří amylosa kontinuální síť, ve které jsou deformované granule škrobu propojeny. Amylosa je základní stavební prvek chleba a je tedy rozhodujícím faktorem pro počáteční pevnost bochníku vzhledem k její rychlé retrogradaci (Eliasson a Larsson, 1993). Mouka, která neobsahuje amylosu, je pro výrobu chleba nevhodná, protože získaný chléb má velmi špatné vlastnosti střídky. Během skladování ztrácí chléb svou vláčnost. Kůrka se zpevňuje a střídka se stává méně elastickou a ztrácí se vlhkost a chuť (Hoseney, 1994).

Škrob může být biochemicky hydrolyzován α-amylasami a β-amylasami. α-amylasy jsou typickými endo-amylasami, které více či méně náhodně hydrolizují α-1,4 vazby škrobu, čímž se získávají nízkomolekulární α-dextriny. Její aktivita je ve zralých neporušených obilkách nízká. Pokud však dojde k naklíčení zrna, ať již na poli během sklizně nebo v důsledku chybného režimu skladování zrna nebo k poškození škrobových zrn během mletí (až 8 %), její aktivita silně vzroste. Obilná zrna s takto narušeným škrobem, resp. z něho vymletá mouka, mohou být pro zpracování nevhodná. Poškozený škrob absorbuje více vody a je náchylnější k enzymatické hydrolýze, což má za následek příliš rychlou tvorbu nízkomolekulárních cukrů a lepivost těsta (Hoseney, 1994). Při procesu pečení α- amylasa, která má optimum aktivity při vyšších teplotách, silně naruší strukturu těsta, neboť škrob nemá kapacitu k udržení dostatečného množství vody ve střídě. Pečivo má nekvalitní střídu – mazlavou či drobivou (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). β-amylasa působí naopak z vnějšku makromolekul amylosy a amylopektinu. Dochází k postupnému odštěpování molekul maltosy. Maltosa je v mouce důležitá, protože je substrátem pro kvasinky či bakterie používané pro kypření těsta. Zvýšená hladina redukujících cukrů podporuje vznik Maillardových produktů, které zesílí chuť a barvu kůrky chleba (Bowles, 1996; Drapron a Godon, 1987).

3.2.1.3 Neškrobové polysacharidy

Mezi neškrobové polysacharidy řadíme arabinoxylany (dříve nazývané pentozany), β-glukany, celulosu aj. Jedná se o polysacharidy, které se liší od amylosy a amylopektinu buď

povahou monosacharidů, které je tvoří nebo povahou vazeb (Henry, 1985). Jsou to látky, nazývané také jako vláknina, kterým jsou připisovány zdraví prospěšné účinky. S příjmem vlákniny je spojována nižší hladina glukosy a cholesterolu v krvi. Vláknina působí jako ochrana proti kardiovaskulárním chorobám a rakovině tlustého střeva, reguluje funkci střev (Martínez, Díaz a Gómez, 2014).

Neškrobové polysacharidy tvoří až 75 % z hmotnosti pšeničného zrna. Největší skupinu z neškrobových polysacharidů tvoří arabinoxylany (Mareš a Stone, 1973 a, b). Pokud jsou neškrobové polysacharidy přítomny v pečivu v nízkém množství, mohou zpomalovat zvětrávání pečiva (Gomez et al., 2003). Avšak přídavek většího množství vlákniny do výrobku vede ke snížení objemu pečiva a zhoršení jeho organoleptických vlastností (Ktenioudaki a Gallagher, 2012).

Arabinoxylany jsou polymery obsahující ve svých molekulách podstatný podíl pentos (především arabinosy a xylosy). Jde o pestrou skupinu látek, kterou lze rozdělit na látky vodou neextrahovatelné (nerozpustné ve vodě), kam se řadí hemicelulosy, které doprovází celulosu v buněčných stěnách a na vodou extrahovatelné (rozpustné) arabinoxylany, neboli slizy. Jejich obsah v obilovinách je rozdílný. V pšeničné mouce se nachází 1,5 – 2,5 % arabinoxylanů. Rozpustné arabinoxylany, i když nejsou v moukách zastoupeny ve vysokých koncentracích, mají díky svým unikátním fyzikálně-chemickým vlastnostem svůj technologický význam. V těstě vytvářejí glykoproteiny a mohou tak přispívat k tvorbě prostorové struktury žitných těst. I v pšeničném těstě, založeném na bázi lepku, však zřejmě mají určitý význam při vázání vody. Vodou extrahovatelné arabinoxylany mohou vytvářet vysoce viskózní roztoky. Dále mohou arabinoxylany stabilizovat bílkoviny proti tepelnému narušení (Izydorczyk, Biliaderis, a Bushuk, 1991).

Celulosa se podobně jako škrob skládá z polymerů tvořených glukosovými jednotkami, které jsou spojeny vazbou β-1,4. Celulosa je zcela nerozpustná a za normálních teplot ani výrazně nebobtná. Pokud se v různě drcené nebo rozemleté formě přidává do těsta pro zlepšení dietetických vlastností výrobku, snižuje vaznost vody a pevnost a pružnost těsta (Příhoda, Humpolíková a Novotný, 2003).

β-glukany řadíme mezi rozpustné polysacharidy (rozpustnou vlákninu), které jsou obsažené ve větší míře v ječmenu a ovsu. Mohou vytvářet vysokoviskózní gely. Hydrokoloidním vlastnostem β-glukanů se přičítá mnoho pozitivních efektů ječných a ovesných mlýnských produktů (Příhoda, Humpolíková a Novotný, 2003). β-glukany podporují trávení. Reologické testování ukázalo, že začlenění ovesných β-glukanů způsobilo

vznik pružnějšího těsta. Jejich použití pro zvýšení nutriční hodnoty pšeničného chleba je však omezené v důsledku negativních vlivů na technologické vlastnosti. Přídavek ovesného β-glukanu měl za následek vyšší úroveň přidání vody a došlo ke snížení objemu bochníku a dokonce i k zhroucení struktury. Nicméně dle studie Hager et al. (2011) je tato rozpustná vláknina vhodná jako doplněk pro bezlepkový chléb.

3.2.2 Lipidy

Lipidy v pšeničné mouce pocházejí z membrán a organel. Celkově jsou obilná zrna na lipidy poměrně chudá. Vyšší výskyt tuků je patrný v klíčku, kde je hmotnostní podíl lipidů přibližně 64 %. V endospermu je přítomno 1,5 – 3 % lipidů. Celkové lipidy v pšeničné mouce se skládají především z triacylglycerolů. Z mastných kyselin převažuje kyselina linolová a olejová. Podle rozpustnosti jsou lipidy klasifikovány jako škrobové a neškrobové (Eliasson a Larsson, 1993). Neškrobové lipidy tvoří asi 75% z celkových lipidů v mouce a mají charakter nepolárních lipidů. Lipidy vázané na škrob jsou obecně polární (Hoseney, 1994). Lipidy mohou výrazně ovlivnit kvalitu těsta. Bylo prokázáno, že polární lipidy obilného zrna mají pozitivní vliv na zvyšování objemu pečiva, nepolární naopak. Lze předpokládat, že funkce lipidů souvisí s jejich účinkem na stabilitu plynových bublin (Gan, Ellis a Schofield, 1995). Během míchání těsta probíhají dva procesy, které mají vliv na lipidy potažmo i na kvalitu konečného výrobku. Za prvé, většina volných lipidů se váže na lepek nebo povrch škrobových granulí a důsledkem toho je jejich snížená extrahovatelnost (Addo a Pomeranz, 1991). Za druhé, polynenasycené mastné kyseliny, například kyselina linolová, podléhá snadno oxidaci a výsledkem této reakce jsou hydroxiperoxidy a volné radikály. Tyto sloučeniny mohou oxidovat další složky, jako jsou proteiny a karotenoidy, což ovlivňuje reologické vlastnosti těsta a barvu střídky (Hoseney, 1994). Hydrolytické žluknutí tuku v mouce, které je katalyzováno přítomnou lipasou, se projevuje zvýšením kyselosti. Lipidy mohou hrát i pozitivní roli při výrobě pekárenských výrobků, ať již jako recepturní složky nebo součásti zlepšujících prostředků. Jedná se o ztužené tuky nebo emulgátory (monoacylglyceroly, lecithin). Mohou zvýšit sílu těsta a posílit tak jeho stabilitu, čímž dojde ke zlepšení opracovatelnosti těsta. Zvyšují objem a výsledkem toho je jednotnější a měkčí struktura střídky. Kromě uvedeného mohou také napomáhat zabránit zvětrávání pečiva (Olesen, Qi Si a Donelyan, 1994).

3.2.3 Vitaminy a minerální látky

Bioaktivní látky jsou v obilném zrnu rozděleny nerovnoměrně. Některé, jako například rozpustná vláknina, selen, vitaminy skupiny B, karotenoidy a flavonoidy, jsou přítomny v endospermu, ale většina těchto látek je zastoupena ve významném množství v otrubách, zejména v aleuronové vrstvě a v klíčku (Fardet, 2010).

Obiloviny jsou považovány za jeden z hlavních zdrojů vitaminu B1 (thiamin). Bílé mouky obsahují podle stupně vymletí asi desetkrát méně vitaminu B1 než mouky celozrnné. Obiloviny mají obsah niacinu (vitamin PP), zejména pak ječmen a pšenice. Jeho obsah je značně ovlivněn mletím a loupáním, neboť niacin je soustředěn především v klíčku a otrubách. V malém množství je obsažen vitamin A ve formě provitaminu β-karotenu v klíčcích (Fardet, 2010). Karotenoidy se v pšenici seté vyskytují jen vzácně, zatímco pšenice tvrdá je na jejich obsah bohatá (1,5 – 4,8 mg/kg). Karotenoidy dodávají mouce barvu a jsou důležitým znakem kvality těstovin a jiných potravinářských výrobků (Hidalgo, Fongaro a Braolini, 2014). Vitamin E (tokoferol) je obsažen také především v klíčku, v endospermu se prakticky nevyskytuje (Fardet, 2010).

Obecně obiloviny obsahují jen malé množství minerálních látek. Jejich obsah se pohybuje kolem 1,8 %. Obsah popelovin není konstantní a do značné míry je ovlivněn obsahem minerálií v půdě a způsobem hnojení rostliny. Nejvyšší koncentrace popelovin je v obalových vrstvách a aleuronové vrstvě, nejnižší v endospermu. Oxid fosforečný ve formě fytinu tvoří polovinu celkového obsahu minerálních látek. Dále jsou přítomny ve větším množství draslík, hořčík, síra a vápník (Fardet, 2010). Obsah popelovin v mouce je ukazatelem stupně vymletí a je základem pro klasifikaci mouk (Příhoda, Humpolíková a Novotný, 2003).

3.2.4 Bílkoviny

Ze všech látek obsažených v zrnu mají největší význam bílkoviny, a to jak z hlediska technologického, tak i pro svou nutriční hodnotu. Obsah bílkovin v pšeničném zrnu se pohybuje mezi 10 – 12 % (Goesaert et al., 2005). Obsah bílkovin kolísá v různých částech zrna. Relativně nejvyšší je v aleuronové vrstvě a v klíčku, kde se bílkoviny vyskytují i ve formě metabolicky a geneticky důležitých látek, jako jsou enzymy a nukleproteiny. V endospermu ubývá obsah bílkovin směrem do středu. Tyto bílkoviny přecházejí do mouky a jsou hlavními nositeli technologických vlastností. Jejich vlastnosti nezávisí pouze

na chemickém složení, ale ještě ve větší míře než u polysacharidů na strukturním uspořádání (Prugar et al., 2008).

Obilné bílkoviny můžeme klasifikovat podle několika hledisek. Podle morfologického původu rozlišujeme bílkoviny endospermu, aleuronové vrstvy a zárodečné, pocházející z klíčku. Podle biologické funkce v rostlině můžeme rozlišit bílkoviny metabolicky aktivní (enzymy, membránové, složky ribosomů…) a zásobní, které dělíme na nízkomolekulární a vysokomolekulární. Podle chemického složení rozlišujeme jednoduché bílkoviny bez jiných sloučenin a komplexní – lipoproteiny, glykoproteiny, nukleoproteiny aj. K jedné z nejdéle používaných metod charakterizace bílkovin patří frakcionace bílkovin. Metoda je založená na postupné separaci bílkovin dle jejich odlišné rozpustnosti navržené Osbornem na začátku minulého století. Albuminy a globuliny jsou extrahovány především slabými vodnými roztoky chloridu sodného. Prolaminy, v případě pšenice nazývané gliadiny, jsou po odmytí předchozí frakce získány extrakcí ve vodných roztocích alkoholů - nejčastěji ethanolu. Gluteliny, nazývané u pšenice gluteniny, bývají velmi často extrahovány slabými zásadami nebo kyselinami. Nejčastěji publikované vzájemné procentické poměry mezi albuminy-globuliny, gliadiny a gluteniny u pšenice jsou v rozmezích 20-25 % (alb-glo): 40-50 % (gli): 35-40 % (glu). Tyto čtyři základní frakce se vyskytují v různých poměrech ve všech obilných zrnech. Albuminy a globuliny se označují jako bílkoviny rozpustné, zatímco prolaminy a gluteliny jako bílkoviny lepku (Goesaert et al., 2005). Mezi albuminy a globuliny patří všechny obilné enzymy a řada dalších proteinů – fyziologicky aktivní nebo strukturální proteiny. Jedná se o tzv. nelepkové bílkoviny, které tvoří 15 – 20 % z celkového obsahu bílkovin a vyskytují se především ve vnějších vrstvách obilného zrna. Lepkové proteiny, tvořící 80 – 85 % z celkového obsahu pšeničných proteinů, jsou hlavní zásobní proteiny pšenice. Nacházejí se v endospermu, kde tvoří souvislou hmotu kolem škrobových granulí. Obecně nejsou rozpustné ve vodě. Jsou rozděleny do dvou funkčně odlišných skupin: monomerní prolaminy (gliadiny) a polymerní gluteliny (gluteniny) (Shewry a Halford, 2002). Gliadiny a gluteniny se obvykle nachází více či méně ve stejném množství v poměru 2:3. Molekulová hmotnost gliadinu se pohybuje v rozmezí 30 000 až 80 000 Da (daltonů). Poskytují lepku tažnost (Veraverbeke & Delcour, 2002). Gluteniny jsou heterogenní směsí polymerů s molekulovou hmotností od 80 000 až do několika milionů Da. Gluteniny poskytují lepku pružnost (Wrigley, 1996). Kromě gliadinu a gluteninu obsahuje lepek také lipidy v rozmezí 3,5 – 6,8 %, minerální látky 0,5 – 0,9 % a 7 – 16 % sacharidů (Shon a Zeng, 2007).

Pšeničné prolaminy a gluteliny bobtnají pouze omezeně. Při použití mechanické energie na hnětení a za přítomnosti vzdušného kyslíku tvoří pevný gel = lepek. Lepek tvoří vlastní kostru těsta. Je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, jeho tažnosti a pružnosti. V nativním zrnu ani v mouce ještě ve skutečnosti lepek neexistuje a vytváří se až po propojení prostorové sítě pšeničné bílkoviny. Z těsta jej lze izolovat vypíráním proudem vody, přičemž se postupně vyplavují látky rozpustné ve vodě a škrob a po určité době zůstává substance, která se nazývá mokrý lepek. Vypraný lepek sestává průměrně z 90 % proteinů, 8 % lipidů a 2 % sacharidů v sušině. Lepek je charakteristický tažností, pružností a schopností bobtnat ve zředěném roztoku kyseliny mléčné. Tyto vlastnosti předurčují do značné míry vlastnosti těsta (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

V procesu míchání těsta dochází k hydrataci pšeničné mouky a výsledkem dodání mechanické energie je porušení bílkovinného komplexu. Lepkové proteiny jsou transformovány do kontinuální soudržné viskoelastické proteinové sítě – lepku (Singh a MacRitchie, 2001). Tento proces je doprovázen dramatickým zvýšením vyluhovatelnosti proteinů z lepku. Během kynutí těsta dochází k dalším změnám v síti lepkových proteinů. Ty se stávají méně extrahovatelné. Síť lepkových proteinů hraje během kynutí těsta hlavní roli při zadržení plynů vznikajících při kvašení a při počáteční fázi pečení. Množství a kvalita lepkových bílkovin je určena z velké části intenzitou a dobou míchání těsta. Optimálně smíchané těsto přispívá k retenčním vlastnostem plynu v kynoucím těstě. Retenční vlastnosti plynu určují objem a strukturu střídky výsledného výrobku. Předpokládá se, že kvalitu lepkových bílkovin určují dva faktory. Prvním faktorem je poměr lepkových bílkovin gliadin/glutenin. V rámci viskoelastické sítě lepkových bílkovin pšeničné mouky plní gliadin a glutenin různou roli. Polymery gluteninu, díky jejich velkým rozměrům, tvoří kontinuální síť, která zajišťuje pevnost (odolnost proti deformaci) a pružnost těsta (Belton, 1999). Na druhé straně jsou monomerní gliadiny, u nichž se předpokládá, že působí jako změkčovadla polymerního systému gluteninu. Tímto způsobem poskytují plasticitu/viskozitu pšeničného těsta (Khatkar, Bell a Schofield, 1995). Různé poměry elasticity a viskozity určují využití pšeničné mouky buď na výrobu chleba, nebo sušenek. Dobře vyvážený poměr elasticity a viskozity předurčuje toto těsto pro výrobu kynutého těsta. Naopak těsto s nevyváženým poměrem lepkových bílkovin, jako je vysoká viskozita a nízká pružnost, je vhodné pro výrobu sušenek (Novotný a Jurečka 2000). Pro kvalitu chleba je požadována rovnováha mezi viskozitou a elasticitou a sílou. Druhým faktorem, který ovlivňuje kvalitu lepkových bílkovin, jsou frakce gluteninu. Obecně vzato, rozdíly ve vlastnostech gluteninu

hrají významnější roli v kvalitě lepkových bílkovin a v procesu pečení chleba, než vlastnosti gliadinu, který též ovlivňuje kvalitu lepkových bílkovin. Upečený chléb má díky gluteninu typickou pěnovou strukturu. Na rozdíl od široce přijímaného názoru, že retrogradace škrobu hraje hlavní roli při zvětrávání chleba, role lepku v tomto procesu není úplně jasná. Obecně se předpokládá, že škrob a lepek spolu interagují a podílí se na zpevnění chleba (Gray a BeMiller, 2003).

3.3 Pekařská jakost pšeničné mouky

Kvalita produktu by měla být pokud možno spotřebitelem vnímána jako konstantní. Tohoto cíle není snadné dosáhnout, vzhledem k vnitřní variabilitě suroviny. Odrůda je určitým nositelem jakosti. Na jakost pšenice mají dominantní vliv především místo pěstování (kvalita půdy), klimatické podmínky a zvolená agrotechnika (hnojení, ošetřování v době růstu, doba sklizně atd.). Tak i velmi kvalitní odrůda může mít za nepříznivých podmínek pěstování špatnou pekařskou jakost (Bordes et al., 2008).

Pšeničná mouka je hlavní složkou v řadě potravin. Ne každý typ mouky je stejně vhodný pro výrobu konkrétního produktu. Proto má kvalita mouky velký význam ve výrobním procesu. Pšeničná mouka je vícesložkový systém a všechny tyto složky vzájemně ovlivňují její pekařskou jakost. Pro posouzení kvality a užitkového směru pšeničné mouky se používá tří skupin metod. První skupina zahrnuje metody, které sledují vlastnosti jednotlivých složek mouky. Jedná se o obsah dusíkatých látek (N-látky), obsah mokrého lepku, sedimentační test dle Zelenyho a číslo poklesu. Druhá skupina metod zahrnuje reologické testy farinograf, mixograf, alveograf aj., které indikují vlastnosti těsta a kvalitu mouky. Do poslední skupiny řadíme pekařský pokus (Duyvejonck et al, 2012). Vlastnosti mouky, které mají přímý vliv na jakost chleba, tvoří její pekařskou hodnotu. U pšenice jsou to schopnost tvorby plynu, pekařská síla mouky, barva mouky, granulace mouky.

3.3.1 Číslo poklesu

Hagbergerovo číslo poklesu slouží pro hodnocení kritéria kvality respektive poškození endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy (Gooding et al, 2012). Aktivitu přítomných amylas a stupeň poškození škrobu popisuje stav sacharido-amylasový komplex (Hrušková, Jirsa a Šves, 2006). Číslo poklesu závisí na činnosti α-amylasy, která svojí činností způsobuje snížení viskozity suspenze šrotu. Nadměrné hladiny α-amylasy jsou důsledkem procesu klíčení zrna před sklizní nebo se projevuje jako pozdní zralost α-amylasy.

Na číslo poklesu má také vliv počasí, především množství srážek a teplota během dozrávání zrna a sklizně (Gooding et al, 2012). Vydatné srážky ve sklizňové zralosti vedou k prorůstání zrna a následnému snížení čísla poklesu (Burešová a Pavlík, 2009). Nízké číslo poklesu snižuje pekařskou kvalitu. Těsto získané z mouky s nadměrnou aktivitou α-amylasy je lepkavé, těžko zpracovatelné, má nižší schopnost vázat vodu, pružnost střídky je malá a i struktura střídky může být špatná díky možnému poškození struktury lepku (Gooding et al, 2012). Podle ČSN 461100-2:2001 je pro potravinářskou pšenici určena minimální hodnota čísla poklesu 220 s (sekund). Praxe však ukazuje, že optimální hodnoty jsou pouze v rozsahu 220 – 250 s. Důvodem je to, že zrno s číslem poklesu nižším než 220 s má vysokou aktivitu amylolytických enzymů (Burešová a Pavlík, 2009). Takové těsto má sklon být lepkavé a mazlavé (Prugar, 2008). Zrno s číslem poklesu vyšším než 250 s má nízkou aktivitu amylolytických enzymů a před zpracováním je nutné ji zvýšit. Standardně se k ní přidává slad nebo jiná α-amylasa (Burešová a Pavlík, 2009). Těsto s vysokým číslem poklesu a nízkou aktivitou α-amylasy je suché a výrobek má malý objem (Prugar et al., 2008).

Tab. 1 Hodnota čísla poklesu (Pavlík et al., 2009)

Hodnota čísla poklesu (s)	Interpretace pro pekařské účely
pod 150	vysoká aktivita α-amylasy, obilí je poškozeno porostlí; střída chleba bude mazlavá
220	limit pro EU intervenční pšenici
200 – 300	optimální aktivita α-amylasy, neporostlé obilí; střída chleba je velmi dobrá
300 a více	nízká aktivita α-amylasy; střída chleba je drobivá, objem bochníku bude snížený

Mouka musí mít dostatečnou plynotvornou schopnost, tj. schopnost vytvořit těsto, které dokáže zadržet dostatečné množství kvasných plynů. Plynotvornou schopnost ovlivňují amylolytické enzymy (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Působením dostatečně aktivních amylolytických enzymů vznikají v těstě zkvasitelné cukry, které jsou důležité pro správný průběh fermentace. Správný průběh fermentace se projevuje stabilní produkcí dostatečného objemu oxidu uhličitého od vyhnětení až po dosažení určité teploty během pečení. Během pečení se uplatňuje schopnost zmazovatělého škrobu vázat velké množství

vody a zajišťovat vláčnou střídku pečiva. Uvedené skutečnosti ovlivňují objem, tvar a senzorické vlastnosti cereálních výrobků. Předpokladem dobré plynotvorné schopnosti je tedy dobrý stav amylaso-škrobového komplexu v mouce (Hrušková, Jirsa a Švec, 2006).

3.3.2 Obsah mokrého lepku

Síla mouky je bezprostředně spjata s kvalitou a množstvím lepku a je předurčena genetickými vlastnostmi odrůdy pšenice a podmínkami jejího pěstování (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Bílkoviny pšenice skládající se z gliadinu a gluteninu jsou důležité pro funkčnost pšeničné mouky. Jejich jedinečné reologické vlastnosti tvoří vlastní matrici těsta, která určuje jakost chleba (Lagrain et al, 2008). Obsah lepkové bílkoviny v mouce vyjádřený jako obsah mokrého lepku má největší význam pro objem a tvar pečiva. Obsah mokrého lepku v mouce kolísá mezi 21 – 36 % (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Síť lepkových proteinů hraje během kynutí těsta hlavní roli při zadržení plynů vznikajících během kvašení a při počáteční fázi pečení. Tato schopnost je podmíněna fyzikálními vlastnostmi těsta tažností, pružností a schopností bobtnat (Singh a MacRitchie, 2001).

Silná mouka je taková, která má vyšší obsah lepku. Lepek obsahuje nízké množství enzymů, je málo tažný a tuhý. Váže velké množství vody při zadělávání, pomalu dosahuje optima svých fyzikálních vlastností. Při dlouhé době kynutí se vlastnosti silné mouky pomalu zhoršují, a proto těsto dobře uchovává svůj původní tvar (nerozplývá se). Silná mouka má také značně vyvinutou schopnost tvorby plynů (Hampl a Příhoda, 1985). Silné mouky jsou vhodné pro výrobu chleba a těstovin (Příhoda, Humpolíková a Novotná 2003). Opakem je slabá mouka, která vykazuje menší vaznost, a jejíž fyzikální vlastnosti dosahují rychle, již v průběhu hnětení, svého optima, po němž ihned následuje prudké a dosti hluboké zhoršení. Pečivo z takové mouky má tendenci k rozplývání, je značné lepivé a proto hůře zpracovatelné. Často je u takové mouky snížena nebo naopak mírně zvýšena plynotvorná schopnost (Hampl a Příhoda, 1985). Mouky s podílem lepku nad 40 % nemusí být z hlediska pekařské kvality nejlepší. Lepek je zpravidla velmi tažný a málo pružný. Výrobky z takové mouky mají nízký tvar (Šedivý et al., 2013).

Tab. 2 Hodnoty obsahu mokrého lepku (Šedivý et al., 2013)

Množství mokrého lepku (%)	Vyhodnocení	Množství bílkovin (%)
nad 40	velmi vysoký	přes 14

35 – 40	velmi dobrý	12 – 14
30 – 35	dobrý	10 – 12
20 – 25	slabý	6 – 10
pod 20	velmi slabý	pod 6

3.3.3 Obsah dusíkatých látek (N-látek)

Obsah dusíkatých látek v sušině významně ovlivňuje zpracovatelské vlastnosti zrna. Pro pekárenství je rozhodující, že obsah dusíkatých látek v zrnu kladně koreluje s obsahem lepkových bílkovin. Ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti těsta a objem pečiva (Burešová a Pavlík, 2009). Sušina zrna, určeného pro pekárenské zpracování, by měla obsahovat alespoň 11,5 % N-látek (N × 5,7). Obsah dusíkatých látek v zrnu je ovlivněn vnějšími vlivy. Jejich obsah v zrnu se zvyšuje při vyšších teplotách a nižších srážkách v období tvorby zrna (Muchová, 2001).

3.3.4 Gluten index

Gluten index (GI) je metoda pro měření kvality zpracovávané pšenice. V porovnání s instrumentálními metodami, jako například mixograf nebo farinograf, je podstatně rychlejší. Testem na stanovení gluten indexu lze posoudit, zda je mokrý lepek slabý, středně silný nebo silný (Curic et al., 2001; Oikonomou et al., 2015). Hodnota gluten indexu vyjadřuje hmotnostní procentuální podíl mokrého lepku, který zůstane na sítku po automatickém promytí solným roztokem a následném odstředění (Bonfil a Posner, 2012). Metoda navazuje na stanovení obsahu mokrého lepku (Šedivý et al., 2013). Nejlepších výsledků objemu pečiva dosahují mouky s hodnotami gluten indexu mezi 82 – 89 %. Hodnoty blízké 100 % a mírně pod 82 % ukazují na horší objemy a hodnoty nižší pod 60 % ukazují na velmi špatnou kvalitu (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

3.3.5 Sedimentační test dle Zelenyho

Tento jakostní parametr ukazuje na kvalitu a množství lepku v mouce. Sedimentační test pozitivně koreluje s obsahem bílkovin a objemem pečiva. Je to vhodný nástroj pro šlechtění nových odrůd s potřebnými genetickými vlastnostmi. Umožňuje selektovat odrůdy se špatnými vlastnostmi lepkových bílkovin (Eckert et al., 1993).

Podstatou tohoto testu je větší rychlost sedimentace částic mouky s vyšším podílem a kvalitnější bílkovinou než u mouk pekařsky slabších (Příhoda, Humpolíková a Novotná,

2003). Průměrné hodnoty v rozmezí 38 – 42 ml jsou ukazatelem dobré pekárenské kvality pšeničných bílkovin, která je dána přítomností vysokomolekulárních podjednotek gluteninů (Beldrok et al., 2000).

Tab. 3 Hodnocení Zelenyho testu (Šedivý et al., 2013)

Objem sedimentu (ml)	Jakost lepku
30 – 40	dobrý lepek
40 – 50	velmi dobrý lepek

3.3.6 Pekařský pokus

Nejúplnější přehled o pekařské síle mouky dává pokusné pečení za definovaných podmínek. Pro pokusné pečení musí být přesně definován postup, receptura a použité zařízení (hnětač). Při vyjadřování výsledků pokusného pečení se používají především ukazatelé objemu výrobku. Nejčastěji se objem výrobku vyjadřuje pomocí měrného objemu v cm^3 na 100 g výrobku nebo pomocí objemu na 100 g mouky tzv. objemové výtěžnosti. Objem výrobku je vhodný pro objektivní srovnání a je nejlépe vyčíslitelným ukazatelem (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Výrobky jsou tedy hodnoceny podle měrného objemu, tvaru a charakteru kůrky a střídky (Hrušková a Příhoda, 2007).

Tab. 4 Stupnice jakosti pšeničné hladké mouky (Šedivý et al., 2013)

Objem výrobku (cm^3)	Vlastnosti mouky
do 400 cm^3	mouka velmi špatné jakosti
401 – 480 cm^3	mouka uspokojivé jakosti
481 – 600 cm^3	mouka normální jakosti
nad 601 cm^3	mouka velmi dobré jakosti

3.3.7 Barva mouky

Barva mouky je ovlivněna vlastními genotypovými vlastnostmi dané odrůdy, podmínkami životního prostředí, stupněm vymletí a skladovacími podmínkami. Ve skutečnosti má stupeň vymletí silný vliv na několik složek v mouce. Jsou jimi obsah popela, bílkovin, pigmentu a také obsah poškozeného škrobu. Barva mouky je nejvíce ovlivněna obsahem popela. Je tím tmavší, čím více se do mouky semele podobalových částí zrna (Hidalgo, Fongaro a Braolini, 2014). O takové mouce se hovoří jako o výše vymleté

mouce. Barvu mouky nebo barevný odstín střídky pečiva ovlivňují přísady celozrnných mouk nebo šrotů (Kučerová, 2004).

Dle vyhlášky č. 333/1997 Sb. je pro pšeničnou mouku charakteristická bílá barva s nažloutlým odstínem. Chlebová pšeničná mouka se vyznačuje barvou bílou se žlutošedým nebo našedlým odstínem a celozrnná pšeničná mouka s hnědým, načervenalým nebo tmavočerným odstínem. Sama barva mouky může ukazovat svým našedlým odstínem na tzv. zadní mouku s vyšším podílem poškozeného škrobu a horší pekařskou zpracovatelností (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

3.3.8 Granulace

Granulaci mouky definuje vyhláška č. 333/1997 Sb. Granulace mouky (velikost moučných granulí) závisí na způsobu mletí zrna a vyjadřuje velikost podílu částic, které propadají sítem o stanovené velikosti. Hrubší mouky se zpracovávají šetrněji, obsahují méně porušených škrobových zrn, a díky tomu mají menší enzymovou aktivitu. Hrubší mouky bobtnají pomalu, ale těsto je pevnější a stabilnější. Tyto mouky jsou vhodné pro výrobu těstovin. Hladké mouky (s jemnou granulací) prochází větším počtem mlecích válců (Novotná a Novotný, 1987). Semílání na jemné granule má vliv na stupeň poškození škrobu. Čím je vymílání intenzivnější, tím je poškození škrobu větší. Při normálním mletí se uvádí podíl poškozeného škrobu až 10 %. Poškozený škrob snadněji podléhá amylolytickým enzymům a je rychleji hydrolyzován na zkvasitelné cukry a rychleji mazovatí. Nízkomolekulární sacharidy a dextriny způsobují lepivost těsta a jeho horší zpracovatelnost (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

3.3.9 Tvrdost zrna

Tvrdost zrna charakterizuje fyzikálně – chemickou stavbu endospermu zrna pšenice, která je dána především genetickým základem odrůdy. Toto stanovení není v ČR metodicky standardizováno. Stanovení tvrdosti se provádí podle metody AACC 55-30 v jednotkách PSI (Particle Size Index). Tato metoda je založena na uzančním drcení zrna a na třídění meliva na sítě 0,075 mm (Wiliams a Sobering, 1986). Menší množství propadu meliva znamená, že zrno se rozmělnilo na větší množství větších částic, které zůstaly na sítě. Tento stav je typický pro určitou vnitřní stavbu endospermu a je označovaný jako tvrdý endosperm. Naopak u měkčího zrna dochází k rozpadu endospermu mnohem snadněji. Částice jsou drobnější a podíl frakcí větších částic je nízký. U měkčího zrna je větší podíl propadu, který je

vyjádřený větší hodnotou PSI % (Faměra et al., 2010). Obecně lze uvést, že pro pečivárenské a krmné účely jsou vhodné odrůdy s nízkou tvrdostí zrna, pekárenskému využití naopak vyhovují odrůdy s tvrdším zrnem (Prugar et al., 2008).

Tab. 5 Stupnice relativní tvrdosti zrna (AACC)

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

3.3.10 Kvalita jako odrůdový znak

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

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

Základní užitkový směr, který se sleduje u všech registrovaných odrůd, je jejich pekárenská jakost. Pro zařazení odrůdy je rozhodující šest základních parametrů: měrný objem pečiva, hodnota sedimentačního testu podle Zelenyho, číslo poklesu, obsah dusíkatých látek, vaznost mouky a objemová hmotnost. Odrůdy jsou zařazeny do kategorie:

- E – elitní (nejlepší, ve všech znacích vynikající, obecně by měly sloužit k vylepšování jakosti suroviny),
- A – kvalitní (ve všech parametrech vyhovující),

- B – chlebová (některý z parametrů může být na hranici, v méně příznivých ročnících se očekává, že nesplní požadavky pro pekárenskou pšenici),
- C – nevhodné pro pekárenské využití (Prugar et al., 2008).

Tab. 6 Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do jakostních kategorií (Prugar et al., 2008)

Kategorie Vyjádření hodnoty	E - elitní absolutně	A – kvalitní absolutně	B - chlebová absolutně
Objemová výtěžnost (ml)	530	500	470
Obsah dusíkatých látek (%)	12,6	11,8	11
Zelenyho test (ml)	49	35	21
Číslo poklesu (s)	286	226	196
Objemová hmotnost (g/l)	790	780	760
Vaznost mouky (%)	55,4	53,2	52,1

3.4 Druhy mouk

Mouka podléhá zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. Označování mouk a členění mouk na skupiny a podskupiny se řídí vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. Mouky se označují především slovním popisem podle způsobu jejich použití. Celosvětově se běžně mouka značí podle obsahu popela. Typ mouky je číselné označení, které udává přibližně tisícinásobek hmotnosti popela v mouce (Holý a Janíček, 1967). Nejvíce minerálních látek je ve vnějších vrstvách obilky (až 2 % - celozrnné mouky s typovým označením T 1800), směrem ke středu množství minerálních látek klesá (0,4 % - mouky s typovým označením T 400). Podle typu mouky poznáme, z jakých částí obilky je mouka namleta a jaké můžeme očekávat její vlastnosti (Šedivý et al., 2013).

Mouky s vyšším typovým číslem (T 1050, T 930) jsou vhodné pro výrobu chleba. Jedná se o mouky tmavé, více vymleté, zadní, obsahují více minerálních látek, více enzymů, u těchto pšeničných mouk je lepek s horší kvalitou. Pekařsky nejhodnotnější s nejlepší kvalitou lepku je mouka prodávaná pod názvem pšeničná mouka hladká pekařská speciál (T 530). Bílkoviny zde tvoří pevnou a stabilní bílkovinou kostru pečiva, která je nezbytná pro výrobu. Obsah minerálních látek v sušině se pohybuje do 0,6 %. Jsou to mouky ze střední části obilky a jsou vhodné pro výrobu jemného i běžného pečiva. Středně světlé mouky

(T 650, T 700) jsou již více vymleté mouky, obsahující více popelovin, jsou tmavší, lepek je horší kvality. Taková mouka je vhodná pro kynutá těsta s chudší recepturou (běžné pečivo). Mouky s nízkým typovým číslem (T 450) jsou mouky světlé, málo vymleté, přední, mají lepek horší kvality, hodí se pro cukrářskou a pečivárenskou výrobu (Šedivý et al, 2013).

Tab. 7 Základní druhové mouky pšenice (Šedivý et al., 2013)

Parametry	Typ	Obsah popela v %	Granulace (síto (μm)/min propad (%))
Mouky hladké z toho:			
Pšeničná světlá	T 530	max. 0,60	257/96 - 162/75
Pšeničná polosvětlá	T 650	max. 0,75	257/96 - 162/75
Pšeničná chlebová	T 1000	max. 1,15	257/96 - 162/75
Mouky polohrubé	T 400	max. 0,50	366/96 - 162/75*
Mouky hrubé	T 450	max. 0,50	485/96 - 162/15*
Mouky celozrnné pšeničné	T 1800	max. 1,90	2800/96

*maximální povolený propad

Krupice, hrubé a polohrubé mouky obsahují převážně kvalitní nepoškozený škrob a lepkotvorné bílkoviny, které zpravidla vykazuje vysokou elasticitu a nízkou tažnost. Obsah ostatních složek je velmi nízký, stejně tak i enzymová aktivita. Tyto výrobky jsou sestaveny výhradně z předních pasážních produktů. Uplatňují se při výrobě těstovin, noků a knedlíků, případně v některých cukrářských výrobách, pekařské využití je zcela ojedinělé.

Hladká mouka světlá obsahuje převážně bílkoviny lepku a škrob. Škrob je poškozen spíše mírně, enzymová aktivita je přiměřená nižšímu obsahu popela. Lepek je vyrovnaný, někdy může inklinovat k převaze elasticity. Mouka je sestavena z převahy předních pasážních produktů. Jedná se o běžnou pekařskou mouku používanou pro výrobu běžného pečiva, jemného pečiva a toustových chlebů.

Hladká mouka polosvětlá má podobné složení jako mouka světlá. Je sestavena z velmi podobných nebo totožných pasážních produktů s přídavkem podílu produktů pasáží středních až zadních. Je-li správně sestavena, jedná se o velmi kvalitní pekařskou mouku s vhodnou enzymovou aktivitou a vyrovnaným lepkem vyznačujícím se vyšší vazností vody a tažností. Použití této mouky je v podstatě shodné se světlou, nehodí se k výrobě těch druhů pečiva, u nichž se požaduje vysoká bělost střídky.

Hladká mouka chlebová obsahuje vyšší podíl méně kvalitních bílkovin včetně bílkovin rozpustných (nelepkových). Vyšší je i poškození škrobu, které je způsobeno i mechanicky díky vyšší námaze, které byly mouky pocházející převážně ze středních až zadních pasáží vystaveny. Použití je dáno názvem mouky – tedy pro výrobu chleba (Příhoda, Skřivan a Hrušková, 2006).

3.5 Reologie

Reologie je odvětví fyziky, které studuje deformaci a tok hmoty v reakci na namáhání či napětí. Materiály mohou být klasifikovány podle jejich chování na Newtonovy a ne-Newtonovy (Schramm, 2004). Většina potravin vykazuje vlastnosti ne-Newtonských viskoelastických systémů (Abang Zaidel et al., 2010).

V technologii zpracování obilovin je reologie široce uznávaná jako cenný nástroj posouzení kvality mouky. Proto jsou reologická měření zpravidla používaná v celém zpracovatelském řetězci za účelem sledování mechanických vlastností, molekulární struktury a složení materiálu. Reologická měření napodobují chování materiálů při zpracování a pomáhají předvídat kvalitu konečného produktu.

Cílem reologie je stanovit vlastnosti reprodukovatelné takovým způsobem, který umožňuje srovnání mezi různými vzorky, počty zkoušek, velikostí tvarů a zkušebními metodami.

Reologie popisuje chování látek za deformace za dynamických a statických podmínek. Reologické měření je charakterizováno vztahem mezi napětím, velikostí síly deformace a časem. Reologie zkoumá tok vysokomolekulárních látek deformace těsta, modul pružnosti, jejich viskozitu, tvrdost, pevnost a houževnatost materiálu. Obecné cíle reologických měření jsou:

- získat kvantitativní popis mechanických vlastností materiálů,
- získat informace týkající se molekulární struktury a složení materiálů,
- charakterizovat a simulovat výkon materiálu během zpracování,
- kontrola kvality.

Reologie může souviset s funkčností výrobku. Mnohé reologické testy byly použity k pokusu pro získání informací o konečné kvalitě výrobku (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003).

Reologické testy se používají pro pokusy měření síly potřebné k zjištění regulace deformace. Tyto techniky se kategorizují v závislosti na druhu deformace jako je komprese (stlačování), napětí (roztažnost) a na vyjádření nezávislosti vzorku na způsobu testování, velikosti vzorku a jeho geometrii. Hlavní techniky používané pro měření vlastností obilovin mohou být tradičně rozděleny do popisných (empirických) postupů a základních měření (Bloksma a Bushuk, 1988). V rámci obilnářského průmyslu došlo v průběhu let k velkému vývoji v používání empirických měření reologických vlastností s množstvím zařízení pro testování, jako jsou např. penetrometr, texturometr, konzistometr, amylograf, farinograf, mixograf, extenzograf, alveograf, různé průtokové viskozimetry a fermentační záznamová zařízení. Empirické testy jsou snadno proveditelné a často jsou používány pro kontrolu kvality výrobků, jako jsou konzistence, tvrdost, struktura, viskozita atd. Nicméně tyto nástroje nesplňují požadavky na základní reologické testy z důvodu:

- geometrie vzorku je variabilní a není dobře definována,
- napětí a deformace jsou neřízené, komplexní a nerovnoměrné,
- proto je nemožné definovat jakýkoli reologický parametr jako je napětí deformace, rychlost deformace, modul pružnosti nebo viskozitu (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003).

Empirické techniky používané pro kontrolu kvality těsta jsou obecně uznávány jako standardní metody ICC, OPUS ISO a jiné národní normy (Hadnadev et al., 2011).

Abychom dostali úplný přehled o chování těsta v průběhu celého procesu zpracování chleba, je nutné použít širokou škálu různých reologických zařízení, což je časově velmi náročné a vyžaduje velké množství vzorku. Proto je snahou ve vývoji nových reologických přístrojů do budoucna kombinovat různá zařízení do jednoho přístroje, snížit množství vzorku a napodobit reálné zpracování a podmínky pečení (Hadnadev et al., 2011).

3.5.1 Reologické chování těsta

3.5.1.1 Proces hnětení a tvarování při výrobě chleba

Reologické vlastnosti jsou ovlivněny především moukou, vodou a solí. Ostatní složky nijak podstatně reologické vlastnosti neovlivňují (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Když se směs mouky s vodou vyvine v těsto, vytvoří se viskoelastická síť lepkových bílkovin, která má schopnost zachytit a udržet bublinky plynu. V roce 1941 studovali provzdušňování chlebového těsta během procesu míchání Baker a Mize. Baker a Mize zjistili, že provzdušňování okamžitě po smíchání složek má obrovský vliv na stav těsta, konkrétně

na texturu upečeného chleba. Prokázali také, že je nutné, aby se v průběhu míchání začlenily bublinky plynu do nukleačních míst a mohl proběhnout proces kynutí. To, že bublinky plynu mají přímý vliv na texturu chleba, potvrdil o mnoho let později i Campbell et al. (2001). Míchání je rozhodující operace, kdy dochází ke vzniku vlastní struktury těsta. Na tvorbě struktury těsta během procesu míchání se podílí tři hlavní funkce: homogenizace, začleňování vzduchových bublin do matrice a vývoj glutenu pomocí mechanického vstupu energie (Bloksma a Bushuk, 1988). Během míchání těsta dochází k distribuci složek těsta a fázi hydratace současně s mechanickým vstupem energie (Peighambardoust et al., 2006 a). Hydratace hraje hlavní roli při počáteční změně struktury proteinu v těstě. Po započetí míchání se hydratují povrchové částečky mouky (Peighambardoust et al., 2010). Mícháním složek se molekuly bílkovin postupně vážou na hydratované polysacharidy. Vznikají příčné vazby a dochází tak k rozvoji trojrozměrné struktury, která dává lepku jeho viskoelastické vlastnosti (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003). Z nabobtnalé bílkoviny popřípadě polysacharidů vzniká gel, který umožňuje těstu vykazovat viskózní tečení (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Během míchání mají gluteniny tendenci se přizpůsobit a vytvořit mezi sebou vzájemné vazby, což vede ke zvýšení síly těsta. MacRitchie, (1992) zjistil pozitivní korelaci mezi množstvím gluteninů a pevností těsta. Gliadin naopak podporuje rozšiřitelnost těsta (Song a Zheng, 2008). Toto zjištění vedlo Anderssena (2007) k závěru, že role míchání těsta je důležitá nejen z hlediska vytvoření struktury těsta, ale také z důvodu počátečního rovnoměrného rozdělení vody v mouce. Energie přivedená prostřednictvím míchání na optimální úroveň bude transformovat lokálně spojené struktury tak, aby došlo ke vzniku lepkové sítě, která je indikativní pro plně rozvinuté těsto (Peighambardoust et al., 2010).

Po ukončení míchání následuje další běžná operace ve výrobě pekařských výrobků – tvarování. Jedná se o proces, kdy se těsto formuje na výsledný tvar díky řízené distribuci vzduchových bublin. Opakované prohnětení těsta je důležité pro rozvoj specifické trojrozměrné lepkové struktury. Maximální viskozita těsta se shoduje s nejvyšším objemem chleba, což ukazuje, že opakované prohnětení ovlivňuje tvar výrobku. Během hnětení se mění tekutost, tuhost a elasticita těsta. Díky opakovaně se tvořící lepkové síti dochází ke zvyšování pružnosti těsta, což je zásadní pro strukturu výrobku (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003). Vzniklé těsto je jemnější a zdánlivě se jeví jako více homogenní (Bloksma, 1964). Vývoj lepkové sítě je obvykle měřen jako množství energie, která je potřebná pro vytvoření těsta (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003). Dle Kilborn a Tipples (1974) se během hnětení

a tvarování využije jen asi 10 – 15 % z energie celkového množství energie pro míchání. Největší odpor vůči deformaci klade těsto v době optimálního vyhnětení (Bloksma, 1964). Pokud dojde ke přehnětení, ztrácí těsto svoji elasticitu a na povrchu je lepivé (Příhoda, Hampl a Karlová, 1971). Příhoda, Humpolíková a Novotná (2003) doplňují, že těsto je sice jemné, ale po ukončení hnětení se povrch jemně orosí a získává lesklý vzhled.

3.5.1.2 Proces kvašení při výrobě chleba

Důležitým krokem v procesu výroby chleba je kvašení. V tomto kroku výroby dochází k expanzi vzduchových bublin, které byly začleněny do struktury těsta během míchání a poskytují charakteristiku provzdušněné struktury chleba (Dobraszczyk et al., 2000). V průběhu zrání a kynutí přispívají k bobtnání a změnám chemických vazeb činnost enzymů a účinky organických kyselin. Je-li žádoucí ještě další mechanické promíchání, provádí se po určité době, tzv. přetužení. To umožní pokračovat průběhu řady chemických reakcí, jejichž důsledkem je také dosažení žádoucích reologických vlastností těsta (zpevnění prostorové sítě založené na disulfidických vazbách mezi bílkovinnými řetězci, zvyšování tažnosti těsta) (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

3.5.1.3 Proces pečení při výrobě chleba

V procesu pečení rostou plynové bublinky, těsto se rozšiřuje a vytváří se konečný objem a textura pečeného produktu (He a Hoseney, 1991). Mez rozšíření vzduchových bublinek přímo souvisí s jejich stabilitou. Případná ztráta plynu může mít vliv na změnu makromolekul a vede ke zhroucení struktury. Je tedy důležité zachovat stabilitu bublinek plynu a zabránit předčasnému zhroucení struktury v procesu pečení. Mechanické zpevnění těsta zamezuje plynu se tolik rozpínat a ztenčovat se a tím se zvyšuje stabilita proti předčasnému zhroucení struktury. Očekává se tedy, že těsto s vhodnými charakteristikami zpevnění vede ke vzniku jemnější střídky a většímu objemu výrobku (Dobraszczyk a Roberts, 1994). Proti rozšíření vzduchových bublinek je nutné dodržet příslušné reologické podmínky, jako jsou: biaxiální rozšíření, velké napětí a nízká míra deformace. Bylo prokázáno, že selhání funkce plynu obsaženého v buněčných stěnách v těstě přímo souvisí s mechanickým zpevňováním při použití velké deformace biaxiálního protažení (Dobraszczyk a Roberts, 1994; Dobraszczyk, 1997; Dobraszczyk et al., 2003).

3.5.1.4 Fyzikální podstata tvorby těsta

Při běžném natahování vláken těsta se nikdy těsto nenatahuje na maximum. Materiál nikdy není zcela homogenní a dynamický. Při vyvíjení maximálního tlaku se těsto stává stejnorodé. S postupným snižováním tlaku vzniká v jednotlivých částech těsta více nejednotných částí. Je důležité, aby byla síla použita co nejrychleji. Čím déle působíme na těsto, tím více dochází k nežádoucímu ztužování těsta a jeho ztrátám (Dobraszczyk, Campbell a Gan, 2000).

Struktura bublinek plynu, jejich těkavost a stabilita v těstě jsou důležitými parametry během procesu pečení. Ovlivňují ztrátu hmoty těsta, potažmo ztrátu bublinek z těsta, která je v přímé souvislosti s protahováním těsta. S tím je také spojeno snižování ohebnosti těsta, tzv. J-stres. J-stres je nutné mít v podvědomí při operacích, kde dochází k mechanickému namáhání těsta, např. při chlazení polymerních vláken, při kypření těsta, při expanzi plynu nebo při výrobě chleba (Dobraszczyk a Roberts, 1994). Pro pekařský průmysl jsou velmi důležité vlastnosti: již zmíněná tvorba plynu, dále pak protahovatelnost nebo tvrdost.

Tvrdost těsta je dána proplétáním glutinových vláken a zejména jejich zdvojování má vliv na viskozitu těsta a tvorbu bublinek. Bublinky, které jsou menší, jsou i více stabilní a z těsta tolik neunikají. Správná tvrdost těsta určuje, že těsto po upečení je správně drobivé – obsahuje malé bublinky plynu a tvoří užší stěny buněk. U těsta s vyšší tvrdostí probíhá lépe proces nakypřování a není potřeba takového množství plynu. U silných mouk je vysoká tvrdost a nižší ztráty než u slabých mouk, které jsou chudé na bílkovinná vlákna a makromolekulární struktury (Dobraszczyk et al., 2003).

3.5.2 Přístroje v reologii

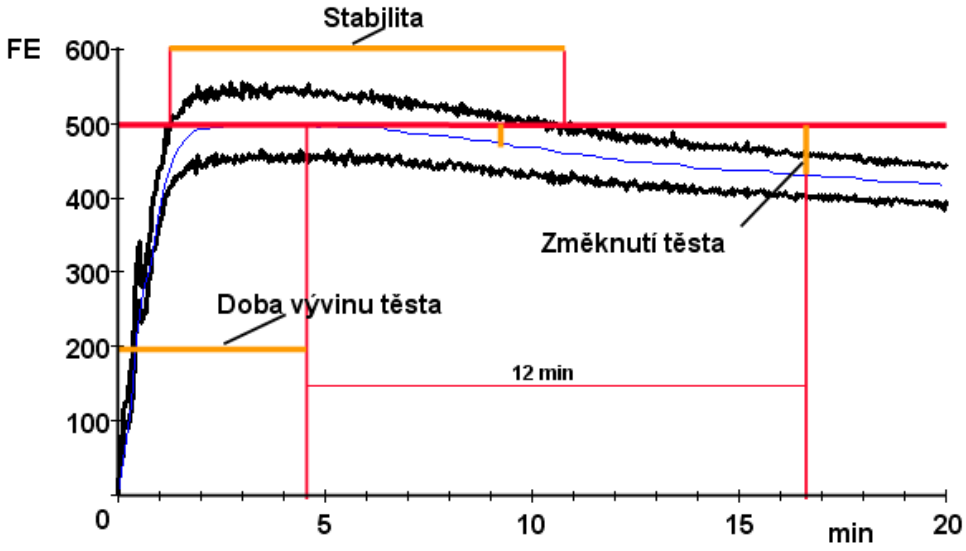
Dnešní doba pokročila do bodu, kdy je potřeba podrobnějšího a explicitního pochopení reologických vlastností pšeničné mouky a sledování těsta na molekulární úrovni. Lepší pochopení reologie těsta má dlouhodobý dopad nejen na rozsah zpracování těsta ve zpracovatelském průmyslu, ale i na zemědělské odvětví. Formulace molekulárních modelů poskytuje základ pro prediktivní testy, které mohou být kombinovány s jinými protokoly. Skutečné modelování je založeno na bázi pokusů, které přímo sledují měnící se reologii těsta a do jisté míry simulují určité technologické pochody. Cílem měření na základě reologie je předvídat chování těsta během technologického procesu a získat materiály k provádění včasných provozních zásahů (Gras, Carpenter a Anderssen, 2000).

Konvenční metody používané k testování reologie těsta se dělí na základě několika hledisek. Z hlediska teorie průběhu deformace se obvykle dělí na přístroje pracující za statické deformace (těsto je pouze jednorázově deformováno rovnoměrně rostoucím napětím za ustálených podmínek) a přístroje, měřící v průběhu dynamické deformace, kdy je těsto v neustálém (většinou neustáleném) pohybu. Dalším hlediskem pro klasifikaci přístrojů může být účel, jakému výsledky měření slouží. Můžeme tak rozlišit přístroje, s jejichž pomocí zjišťujeme jen některé reologické charakteristiky těsta jako ukazatele kvality mouky nebo zrna, dále přístroje, které jen simulují některé technologické pochody, a konečně přístroje, které vypovídají o obojím. Jedná se o přístroje: extenzograf, amylograf, farinograf, mixograf, fermentograf, maturograf, amylograf aj. (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

3.5.3 Farinograf

Farinograf byl vynalezen v roce 1930 jako první nástroj k testování fyzikálních vlastností těsta (Janssen, van Vliet a Vereijken, 1996). Jedná se o jeden z nejpopulárnějších empirických reologických přístrojů používaný ke sledování chování těsta během hnětení. Měří a zaznamenává mechanickou odolnost těsta během míchání a hnětení, předpovídá pekařský výkon, hodnotí účinky dalších sypkých přísad v mouce a kontroluje homogenitu mouky. Hlavní využití farinografu spočívá v určení vaznosti vody, což je množství vody potřebné k vytvoření pevné konzistence těsta (Idriss, Abdelrahman a Snege, 2012).

Fyzikální vlastnosti těsta se měří za přesně definovaných podmínek. Teplota nádoby je vytemperovaná na 30 °C a je vybavená dvěma hnětači typu Z. Za konstantních otáček a při konstantní teplotě je těsto podrobeno míchání. V závislosti na dostupném množství mouky jsou testy prováděny s množstvím 300 g, 50 g nebo 10 g a její vlhkostí 14 %. Za účelem získání těsta a vyhodnocení jeho reologických vlastností se přidává voda v množství, které zajišťuje dosažení maximální konzistence těsta 500 FJ (farinografických jednotek). Jedná se o empirickou hodnotu, která představuje střední hodnotu stupnice, navrženou Brabenderem. Princip farinografu tkví v interpretaci výsledných křivek, kdy se vyhodnocuje časový vývin těsta, jeho stabilita a stupeň změknutí a absorpce vody (Hadnadev et al., 2011).



Obr. 2 Farinografická křivka s vyznačenými měřenými znaky

Křivka vytvořená farinografem odráží svou šíři rozkyv celého registračního zařízení při záběrech lopatek hnětačky. Hodnotu konzistence těsta se uzančně určuje jako střed šíře křivky. Průběh křivky bývá pro mouky různé kvality velmi rozdílný. Časový úsek, od počátku do dosažení maximální konzistence, neboli vzestupná část křivky odpovídá úseku, po který je voda rychle absorbována moukou (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Absorpce vody je ovlivněna vlastnostmi mouky, především jejích hlavních komponent – lepkem a škrobem. Vysoká absorpce vody v kombinaci s nízkým stupněm změknutí ukazuje na valitní mouku, zatímco vysoká absorpce vody v kombinaci s vysokým stupněm změknutí jsou parametry pro mouku nekvalitní (Hadnadev et al., 2011). Čas odpovídající této části křivky se nazývá doba vývinu těsta. Je to doba od počátku přidávání vody až do okamžiku, kdy se na křivce objeví první příznak poklesu od maximální konzistence. Bývá dosti rozdílná. U měkkých pšenic kolem 2 až 6 minut, u pšenic tvrdých i více než 10 minut (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

Vývin doby těsta závisí na kvalitě lepku, velikosti škrobových zrn a stupně poškození škrobu. Kromě toho se doba vývinu těsta zvyšuje s nárůstem proteolytické degradace proteinu, s poklesem velikosti škrobových zrn a zvýšení obsahu poškozeného škrobu v důsledku zvýšení specifického povrchu, který absorbuje vodu (Hadnadev et al., 2011).

Když dosáhne křivka maxima, začne různě rychle klesat. U tvrdé, vysoce kvalitní pšenice bývá pokles mírný a někdy se konzistence udrží na hodnotě 500 FJ (farinografických jednotek) i několik minut. V tomto případě se doba vývinu určuje až k počátku poklesu křivky. Čím slabší vytvoří mouka těsto, tím dochází k rychlejšímu poklesu konzistence.

Pokles křivky charakterizuje tedy odolnost těsta vůči mechanickému nebo mechanicko-chemickému namáhání (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

Stabilita a stupeň změknutí jsou parametry ukazující na kvalitu lepku a popisují viskoelastické vlastnosti vytvořeného lepkového komplexu. V praxi vyšší stabilita a nižší stupeň změknutí naznačují, že těsto bude lépe držet při dlouhém mechanickém zpracování. Zvýšený stupeň změkčení je zvláště důležitý ukazatel proteolytické degradace lepku (Hadnadev et al., 2011). Stabilita je časové rozmezí mezi okamžikem, kdy horní obrys křivky protíná hodnotu 500 FJ při stoupání křivky a okamžikem, kdy ji protíná při klesání. Uvádí se v minutách. Stupeň změknutí je rozdíl mezi hodnotou konzistence v okamžiku maxima a za 12 minut od maxima. Uvádí se ve FJ (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

Z výsledků farinografického měření vyplývá, že odrůdy pšenice a z nich vymletá mouka s vyšší hladinou vysokomolekulárních gluteninů (kvalitnější bílkovinou) bude mít lepší vaznost, delší dobu vývinu, delší stabilitu těsta a nižší pokles konzistence při hnětení a vyšší měrný objem pečiva. Takovéto odrůdy jsou vhodné pro pekárenské využití a pro výrobu kynutých těst (Václavíková, Konvalina a Hajšlová, 2012).

3.6 Srovnání kvality pšenice pěstované v konvenčním a ekologickém zemědělství

3.6.1 Konvenční a ekologické zemědělství

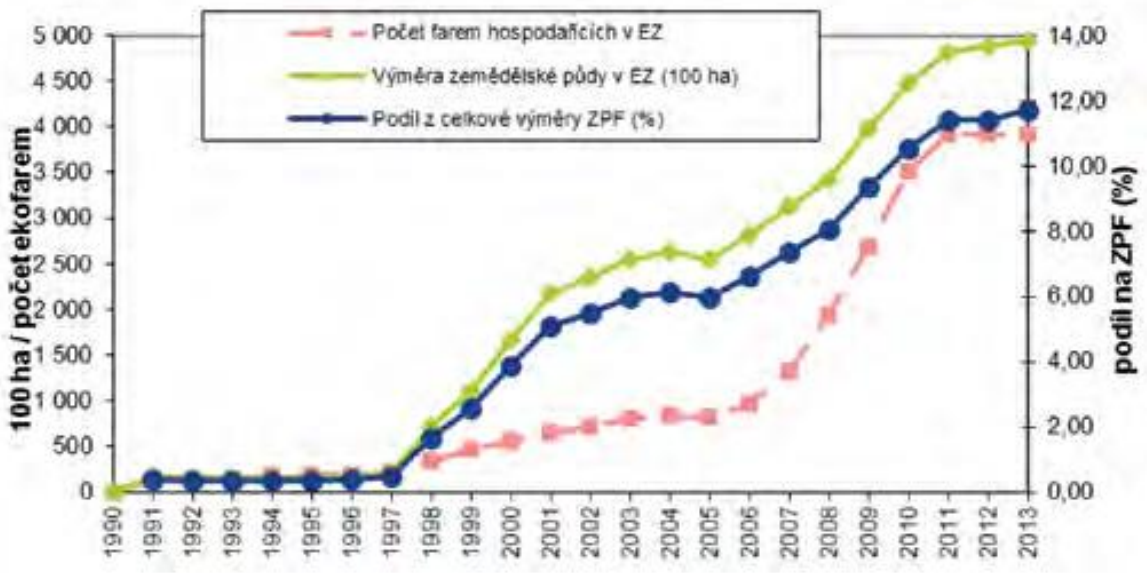
Konvenční zemědělství je v dnešní době nejpoužívanější způsob zemědělství ve vyspělých zemích. V rámci tohoto zemědělství se využívá různě vysoké míry prostředků, které zvyšují výnos rostlin, jako např. průmyslová lehce rozpustná hnojiva, pesticidy, růstové regulátory aj., nebo se využívá látek, které ovlivňují užitkovost zvířat, jako např. krmné přísady, medikamenty aj. Speciální technologie pěstování i chovu zvířat upřednostňují technické a ekonomické požadavky na úkor přirozených potřeb živých organismů. Obdobně se používá řada umělých látek a postupů při skladování a zpracování. Při tomto prioritním zaměření na kvantitu se do velké míry zanedbávají ekologické požadavky (Moudrý, 1997).

Naopak ekologické zemědělství je výrobní systém založený na snížení externích vstupů s cílem podporovat zdraví ekosystému. Lze jej definovat jako systém, který mimo jiné zakazuje používat umělá hnojiva, chemické pesticidy a geneticky modifikované organismy a postupy, které zatěžují a znečišťují životní prostředí nebo zvyšují riziko kontaminace potravního řetězce a dbá na pohodu zvířat (Mason a Spaner, 2006). Kvalita vlastního

produktu v ekologickém zemědělství je chápána jako jeden z nejdůležitějších parametrů hodnocení, neboť odráží výsledek kvality celého zemědělského systému (Hajšlová a Schulzová, 2006).

Ekologické zemědělství se stává stále více podporovanou strategií vedoucí k udržitelnému rozvoji a ochraně životního prostředí na Zemi, je nejrychleji rostoucím agrárním sektorem. Rovněž v České republice se ekologické zemědělství stalo běžnou součástí agrárního sektoru (Rozsypal, 2006). Celkový vývoj ekologického zemědělství v ČR od roku 1990 je znázorněn níže v grafu 1. Celková výměra ekologicky obhospodařovaných ploch k 31. 12. 2013 vzrostla na téměř 494 tis. ha, což představuje podíl 11,7 % z celkové výměry zemědělské půdy ČR (ÚKZÚZ, 2013).

Graf 1 Vývoj celkové výměry půdy a počtu farem v EZ a podílu na celkovém ZPF (1990–2013) (ÚKZÚZ, 2013)



3.6.2 Vliv způsobu zemědělství na jakost

Pohled na jakostní znaky odrůd v ekologickém zemědělství se mírně liší od konvenčního. Prioritou není maximální výnos, ale co nejkvalitnější produkce (Konvalina, Zechner a Moudrý, 2007). Jakost pšenice pro technologické pekařské zpracování závisí především na kvalitě a složení bílkovin a škrobu. Technologická jakost pšenice je organickým systémem pěstování ovlivněna spíše negativně (Václavíková, Konvalina a Hajšlová, 2012). K nejvýraznějším rozdílům mezi kvalitativními ukazateli obilovin vypěstovaných

v konvenčním a ekologickém způsobu pěstování patří rozdíly v obsahu N-látek a mokrého lepku (Krejčířová, Capouchová a Petr, 2007). Chlebové mouky musí mít relativně vysoký obsah bílkovin 11 – 13,5 % v závislosti na typu chleba. Kvalitativní změna obsahu bílkovin závisí především na působení životního prostředí méně pak na genotypu. Nejdůležitějším faktorem, který životní prostředí ovlivňuje, je obsah bílkovin. Obsah bílkovin je ovlivněn především hnojením a místem pěstování a to až z 63 % z celkové variability (Bushuk a Bekes, 2002). Ze studie Guarda et al. (2004) vyplývá, že pokud dojde ke snížení množství dusíkatých hnojiv na polovinu, tak obsah bílkovin v zrnu se sníží o 1 %. Díky absenci používání dusíkatých hnojiv mívají ekologicky pěstované odrůdy pšenice, ve srovnání s konvenčně pěstovanými odrůdami, nižší hladiny dusíkatých látek a nemají tak šanci na výstavbu kvalitních lepkových bílkovin, které později utváří nadýchanou strukturu pečiva. Ekologicky pěstované pšenice jsou obecně charakterizovány horší kvalitou pekařsky významných bílkovin, ale lepší kvalitou nutričních bílkovin, což je dáno vyšším obsahem albuminů a globulinů (Václavíková, Konvalina a Hajšlová, 2012).

Tyto výsledky jsou v souladu se závěry Graveland et al. (1996), podle kterého aplikace dusíku všeobecně zvyšuje podíl bílkovinných frakcí typických pro lepek – glutenin a gliadin. Zvyšující se podíl těchto frakcí v celkovém obsahu bílkovin vede ke zlepšení technologické, zejména pekárenské jakosti pšenice, ale ke snížení biologické a nutriční hodnoty bílkovin, díky snižování obsahu esenciálních aminokyselin (Bushuk, 1989).

Dle studie Krejčířová, Capouchová a Petr (2007) bylo zjištěno v konvenčním i ekologickém způsobu pěstování nejvyšší zastoupení vysokomolekulárních gluteninů a současně nejnižší zastoupení albuminů a globulinů u odrůd zařazených do jakostní skupiny E – elitní a A – kvalitní a nejnižší u odrůd zařazených do jakostní skupiny C – ostatní, nevhodné pro pekárenské zpracování. Odrůdy z jakostní skupiny C se vyznačovaly nejvyšším zastoupením z výživového hlediska hodnotných albuminů a globulinů. Prugar (1999) a Capouchová (2003) uvádí, že odrůdy z jakostních skupin E a A si zachovávají své geneticky podmíněné rozdíly ve znacích pekařské jakosti a chovají se jako technologicky lepší, kvalitnější odrůdy i při ekologickém způsobu pěstování.

Množství a kvalita bílkovinného komplexu v pšeničném zrnu může být značně ovlivněna zejména hnojením dusíkatými hnojivy a odrůdou. U pšenice pěstované v rámci ekologického zemědělství bez použití hnojiv je nutné najít jiný způsob, jak zvýšit obsah lepkových bílkovin v zrnu a tím dosáhnout lepší kvality pekárenských výrobků. Jednou z možností jak tohoto dosáhnout je změnit strukturu růstu pšenice. Jedná se o rozšíření

vzdálenosti mezi řádky (Bicanová et al., 2006). Rovněž podle Förster et al. (2004), rozšířením vzdáleností mezi řádky, došlo ke zvýšení kvality lepkových bílkovin v zrnu pšenice. Výsledky prokázaly, že tímto způsobem může být dosaženo vyšší pekárenské kvality.

4 Praktická část

4.1 Materiál a metodika

4.1.1 Podmínky pěstování odrůd

Ke zpracování výsledků této diplomové práce bylo použito 12 odrůd pšenice ozimé různých jakostních skupin (E, A, B, C) sklizené v roce 2013. Každá odrůda byla pěstována jak konvenčním, tak i ekologickým způsobem zemědělství ve dvou šlechtitelských stanicích. Jedná se o odrůdy Bohemia (A), Baletka (B), Evina (C), KWS Ozon (C), Tobak (B), Vanessa (C), Etana (A), Fabius (E), Fakir (A), Patras (A), Zeppelin (A), Sultan (A). Odrůdy jsou popsány v kapitole 4.1.2 Hodnocení odrůd. Pokusy byly zakládány podle zásad platných pro vedení Státních odrůdových pokusů v ČR – metodou znáhodněných bloků, ve 4 opakováních. Velikost pokusné parcely byla cca 10 m^2.

Ekologický způsob pěstování byl proveden na pokusné stanici Katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze – Uhříněvsi a konvenční způsob pěstování na šlechtitelské stanici Stupice. Obě šlechtitelské stanice leží ve shodných půdně-klimatických podmínkách v řepařské oblasti středních Čech, v nadmořské výšce 300 m nad mořem. Roční průměrná teplota činila 8,3 °C a úhrn srážek činil 588 mm. Pro pokusy vedené na šlechtitelské stanici Stupice bylo použito mořeného osiva, celková dávka dusíku 130 kg $N.ha^{-1}$ (dusíku na hektar), herbicid, fungicid, morforegulátor, dle potřeby i insekticid.

4.1.2 Hodnocení odrůd

4.1.2.1 Doporučené odrůdy

BOHEMIA - poloraná odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny má vysoké až velmi vysoké, méně odnožující, zrno velké. Předností je odolnost proti vymrzání a vysoký obsah dusíkatých látek. Rizikem je náchylnost k napadení plísní sněžnou. Udržovatelem je SELGEN, a.s., ŠS Úhřetice.

BALETKA - poloraná odrůda chlebové (B) jakosti. Rostliny má středně vysoké až nízké, velmi dobře odnožující, zrno středně velké až malé. Předností je menší náchylnost k napadení fuzariózami klasů, odolnost proti vymrzání, vysoká objemová hmotnost, stabilní číslo poklesu. Rizikem je menší odolnost až náchylnost k napadení plísní sněžnou. Udržovatelem je RAGT Czech s.r.o.

EVINA - polopozdní až pozdní odrůda elitní (E) jakosti. Rostliny má středně vysoké, středně odnožující, zrno středně velké. Předností je vysoký obsah dusíkatých látek, menší náchylnost k napadení fuzariózami klasů. Rizikem je menší odolnost proti vymrzání. Udržovatelem je Limagrain Europe, Francie.

KWS OZON - polopozdní až pozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C). Rostliny má nízké, velmi dobře odnožující, zrno velké. Předností je střední odolnost proti vymrzání. Udržovatelem je KWS LOCHOW GMBH, Německo. Zástupcem v ČR je SOUFFLET AGRO a.s.

TOBAK - polopozdní až pozdní odrůda chlebové (B) jakosti. Rostliny má středně vysoké, středně odnožující, zrno středně velké. Předností je vysoký výnos, odolnost proti napadení rzí pšeničnou a padlím travním na listu, vysoká stabilita čísla poklesu. Rizikem je vysoká náchylnost k napadení fuzariózami klasů, nízká objemová hmotnost. Udržovatelem je W. von Borries-Eckendorf GmbH & Co. KG, Německo. Zástupcem v ČR je Ing. Marian Špunar.

VANESSA - středně raná odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) s měkkou strukturou endospermu. Rostliny má nízké, velmi dobře odnožující, zrno středně velké. Rizikem je vysoká náchylnost k napadení fuzariózami klasů. Udržovatelem je SELGEN, a.s., ŠS Stupice.

4.1.2.2 Předběžně doporučené odrůdy

ETANA - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny má středně vysoké, středně odnožující, zrno středně velké. Předností je střední odolnost proti vymrzání, stabilní číslo poklesu a objemová hmotnost. Udržovatelem je Deutsche Saatveredelung AG, Německo. Zástupcem v ČR je B O R, s.r.o.

FABIUS - polopozdní až pozdní odrůda elitní (E) jakosti. Rostliny má středně vysoké až nízké, středně odnožující, zrno středně velké až malé. Rizikem je menší odolnost proti vymrzání. Udržovatelem je Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG, Rakousko. Zástupcem v ČR je SAATBAU LINZ Česká republika s.r.o.

FAKIR - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny má středně vysoké, středně odnožující, zrno středně velké. Předností je odolnost proti vymrzání, vysoký obsah dusíkatých látek, vysoká objemová hmotnost. Rizikem je malá stabilita čísla poklesu. Udržovatelem je Lantmännen SW Seed Hadmersleben GmbH, Německo. Zástupcem v ČR je SOUFFLET AGRO a.s.

PATRAS - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny má středně vysoké, méně odnožující, zrno velké. Předností je střední odolnost proti vymrzání. Rizikem je nízká objemová hmotnost. Udržovatelem je Deutsche Saatveredelung AG, Německo Zástupcem v ČR je OSEVA PRO s.r.o.

ZEPPELIN - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny má středně vysoké, středně odnožující, zrno středně velké. Předností je odolnost proti vymrzání, vysoký obsah dusíkatých látek, vysoká objemová hmotnost. Rizikem je malá stabilita čísla poklesu. Udržovatelem je Lantmännen SW Seed Hadmersleben GmbH, Německo. Zástupcem v ČR je B O R, s.r.o.

4.1.2.3 Ostatní odrůdy

SULTAN - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny má středně vysoké až vysoké, středně odnožující, zrno středně velké. Předností je vysoký obsah dusíkatých látek. Rizikem je nízký výnos. Udržovatelem je SELGEN, a.s., ŠS Stupice (ÚKZÚZ, 2011).

4.1.3 Metodika pokusu

Na pokusné stanici Katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze – Uhříněvsi byly pokusy vedeny v rámci Státních odrůdových pokusů ÚKZÚZ ekologickým způsobem pěstování, podle zásad IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) a Metodického pokynu pro ekologické zemědělství Mze ČR. Pokusy byly zakládány stejným způsobem jako na šlechtitelské stanici Stupice, bylo používáno nemořené osivo, pokusy byly vedeny bez použití průmyslových hnojiv a pesticidů.

Po sklizni byly odebrány přibližně 4 kg vzorků zrna k laboratornímu hodnocení. Laboratorní hodnocení mouky, pokusné pečení a senzorické hodnocení pečiva probíhalo v laboratoři zkoušení jakosti obilovin Katedry kvality potravinových zdrojů na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, ČZU Praha – Suchdol. U vzorku zrna se stanovovaly jakostní parametry šrotu a jakostní parametry mouky. Dále se v této diplomové práci pracuje pouze s výsledky získaných pro mouku. Byla stanovena objemová hmotnost zrna dle ČSN ISO 7971-2, obsah N-látek dle ČSN 461011-18, obsah mokrého lepku dle ČSN ISO 5531, číslo poklesu dle ČSN ISO 3093, Sedimentační index dle Zelenyho ČSN ISO 5529, obsah popelovin dle ČSN 560512-8, stanovení tvrdosti metodou PSI

(AACC metoda 55-30), granulace dle ČSN 56 0512, reologické vlastnosti na přístroji farinograf dle ČSN ISO 5530-1 a pekařský pokus dle metodiky LZJO.

Většina měření byla prováděna ve 2 stanoveních. Statistické vyhodnocení výsledků bylo provedeno v programu STATISTICA CZ 12 (StatSoft, Inc., USA). Statistické testování bylo použito v případě porovnání naměřených hodnot jednotlivých jakostních parametrů u dvanácti odrůd ekologicky a konvenčně pěstované pšenice. Vzorky pocházející z konvenčního i ekologického zemědělství byly v kapitole číslo 4.4.1 porovnávány samostatně. K vyhodnocení jakostních parametrů byla použita analýza rozptylu jednoduchého třídění (ANOVA), Tukeyův HSD test. Výsledky byly zobrazeny pomocí sloupcového grafu vytvořeného v programu Microsoft Excel z důvodu lepší přehlednosti. Pro statistické vyhodnocení byla zvolena hladina významnosti α = 0,05 (5 % pravděpodobnost chyby). V textu v hlavním dokumentu jsou pouze popsány statisticky významné či nevýznamné rozdíly mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami. Kompletní výsledky vyhodnocení ANOVY jsou uvedeny v příloze (tabulky číslo 14 – 22). Pro přehlednost jsou tyto tabulky rozděleny do tří částí. První část tabulky poskytuje porovnání ekologických vzorků mezi sebou, druhá část srovnává ekologické a konvenční pěstování a v poslední části tabulky jsou provnány konvenční vzorky navzájem. Výsledky vyhodnocení vznikly ze dvou naměřených hodnot u stanovení obsahu N – látek, čísla poklesu, Zelenyho testu, tvrdosti a obsahu lepku, gluten indexu, měrného objemu pečiva. Pouze jedna hodnota byla měřena u objemové hmotnosti, vaznosti a reologických parametrů.

Vzájemné korelační vztahy (kapitola 4.3.3) mezi jednotlivými jakostními parametry navzájem a jakostními parametry a reologickými vlastnostmi pšenice byly statisticky vyhodnoceny korelační analýzou v programu STATISTIKA CZ 12 (StatSoft, Inc., USA), s vyjádřením statistické průkaznosti korelačních koeficientů na hladině významnosti od α = 0,6 – 1. Rozmezí α = 0,3 – 0,59 se jedná o slabou závislost. Vyhodnocení bylo provedeno zvlášť pro ekologicky pěstované odrůdy a zvlášť pro konvenčně pěstované odrůdy. Pro přehlednost byly ze statistické analýzy vybrány jen hodnoty korelačního koeficientu, které byly zaneseny do souhrnné tabulky číslo 12.

Výsledky senzorického hodnocení mezi ekologickými a konvenčně pěstovanými odrůdami jsou uvedené v kapitole 4.3.4. Pro lepší přehlednost byly hodnoty vyjádřeny jednak pomocí sloupcových grafů a jednak paprskovými grafy.

4.2 Pracovní postup

4.2.1 Příprava vzorku

4.2.1.1 Šrot

Ze vzorků, které byly dodány do laboratoře, bylo odváženo cca 100 g zrna pro stanovení jakostních parametrů pro šrot a zbytek zrna zůstal pro stanovení jakostních parametrů mouky. Vzorky byly ručně přečištěny. Byla odstraněna mechanicky poškozená zrna, zrna poškozená škůdci, napadená plísněmi, pluchy a kamínky a zrna jiných plodin. Větší část vzorku byla sešrotována na přístroji Retsch cyclone will a zbytek zrna byl pro satnovení Zelenyho testu semlet na mlýnku značky Metefém FQC.

4.2.1.2 Mouka

Zbylý vzorek zrna byl zvážen a vyčištěn na přístroji Labofix přes síto dané velikosti. Takto vyčištěný vzorek byl vyloupán na loupačce. Po vyloupání byl zvážen a na nakrápěčce nakropen. Dle vzorce bylo zjištěno potřebné množství vody pro nakropení.

$$x = \frac{(15 - \text{skutečná vlhkost}) \times \text{množství obilí} \times 1,25}{85}$$

Nakropené zrno bylo přesypáno do skleněné lahve se zábrusem, překryto alobalovým víčkem a vloženo do pračky, kde bylo mícháno 2 minuty. Po skončení míchání byla láhev vyňata, na víko se položil igelitový sáček a lahev byla pevně uzavřena. Takto připravené zrno bylo ponecháno v uzavřené lahvi do druhého dne. Druhý den bylo zrno znovu vyloupáno na loupačce a byla zjištěna vlhkost obilí. Vzorek byl opět zvážen a bylo vypočítáno množství vody potřebné pro dokropení.

$$x = \frac{(15 - \text{skutečná vlhkost}) \times \text{množství obilí} \times 1,29}{85}$$

Dokropené zrno se nechalo asi 10 minut odpočinout a po této době začalo samotné mletí. Mletí mouky se provádělo na mlýnu značky Yücebas makine analytik cihazlar sanayi. Byla získána standardní mouka typu T550.

4.2.2 Analytické stanovení

4.2.2.1 Stanovení objemové hmotnosti zvané hektolitrová váha (ČSN ISO 7971-2)

Zkušební pomůcky: váhy značky Mettler toledo AB204, násypka tvaru válce, plnič, odměrná nádoba s rovným a děrovaným dnem, běhoun tvaru uzavřeného válce, nůž plochý, tenký a opatřený rukojetí, příruba.

Pracovní postup: Přístroj byl postaven do svislé polohy na pevný nepohyblivý podklad. Odměrná nádoba byla připevněna na přírubu a nůž byl zatlačen do štěrbiny odměrné nádoby tak, aby nápis byl viditelný shora. Běhoun byl umístěn na nůž tak, aby výrobní číslo bylo nahoře a plnič s výrobním číslem vpřed. Násypka se po značku naplnila vzorkem zrna a poté se vyprázdnila do plniče. Po naplnění se rychle a bez otřesů vytáhl nůž. Běhoun se zrnem propadl do nádoby a nůž se opět vložil zpět do štěrbiny a plynule se protlačil zrnem. Přebytečné zrno ležící na noži bylo vysypáno a poté byl odstraněn plnič a nůž. Obsah nádoby byl zvážen na vahách s přesností na 1 g. Výsledek byl vyjádřen s přesností na 0,1 kg/hl. Vzorec pro výpočet objemové hmotnosti pro pšenici:

$$x = 0,1002 \times m + 0,53$$

m …… hmotnost obiloviny v g

4.2.2.2 Stanovení vlhkosti (ČSN ISO 712)

Zkušební pomůcky: analytické váhy značky Muttler toledo AB 204, kovové kelímky s těsnícím víčkem, termostatická sušárna značky HS 62 A, exsikátor.

Pracovní postup: Do předem vysušeného a zváženého kelímku bylo naváženo s přesností 0,001 g 5 g důkladně zhomogenizovaného vzorku, který byl rozprostřen do stejnosměrné vrstvy na dno kelímku. Kelímek s odklopeným víčkem byl vložen do předem vyhřáté sušárny na 130 °C. Šrot se suší 120 minut, mouka 90 minut od doby, kdy teplota v sušárně znovu dosáhne 130 °C. Po uplynutí této doby byl kelímek v sušárně uzavřen víčkem a byl vložen do exsikátoru. Po vychladnutí na laboratorní teplotu byl vzorek zvážen s přesností na 0,001 g. Obsah vlhkosti byl spočítán podle následujícího vzorce:

$$\mathbf{x} = \frac{\mathbf{hmotnost\ před\ sušením - hmotnsot\ po\ sušení \times 100}}{\mathbf{navážka}}$$

4.2.2.3 Obsah N-látek dle Kjeldhala (ČSN 461011-8)

Zkušební pomůcky: mineralizační blok, destilační jednotka 2200 Kjeltec Auto Distillation, mineralizační tuby, kuželové baňky, titrační přístroj značky Titrette Class A precision, míchadla, analytické váhy značky Muttler toledo AB 204.

Chemikálie: katalyzátor 1000 Kjeltabs ST (Thompson a Capper Ltd), (tablety 3,5 g siřičitanu draselného K_2SO_4; 3,5 mg selenu Se), koncentrovaná (96%) kyselina sírová H_2SO_4 (Penta s.r.o.), 40% roztok hydroxidu sodného NaOH (Penta s.r.o.), 0,2 M roztok kyseliny sírové (Pente s.r.o.), 1% roztok kyseliny borité H_3BO_3 (Penta s.r.o.), roztok Tashiro indikátoru.

Příprava roztoků:

Přepočítávací faktor: 0,6 g hydrogenuhličitanu draselného $KHCO_3$ (Penta s.r.o.) bylo rozpuštěno ve 30 ml destilované vody, byly přidány 3 kapky metyloranže (Lachema) a tento roztok byl titrován 0,2M roztokem kyseliny sírové (Penta s.r.o.) do prvního oranžového zbarvení. Titrační baňka byla přikryta hodinovým sklem a roztok se opatrně povařil, aby došlo k odstranění oxidu uhličitého. Dále se roztok zchladil a dotitroval se do trvale oranžového zbarvení. Faktor byl vypočítán ze vztahu:

$$\mathbf{x} = \frac{\mathbf{29,97}}{\mathbf{spotřeba\ kyseliny\ sírové}}$$

Tashiro indikátor: 0,05 g bromkresolové zeleně (Lach-ner) a 0,035 g metylčerveně (Lachema) bylo rozpuštěno v 85 ml ethanolu (Penta s.r.o.) a tento roztok byl přidán k 5000 ml kyseliny borité (Penta s.r.o.).

Pracovní postup: S přesností na 0,001 g se do mineralizační tuby navážil 1 g vzorku, přidaly se 2 katalyzátorové tablety a 20 ml koncentrované kyseliny sírové. Vše bylo důkladně promícháno. Mineralizační tuby byly umístěny svisle do mineralizačního bloku, kde byl zajištěn konstantní ohřev na 420 °C. Mineralizace probíhala po dobu 90 minut u šrotu a 105 minut u mouky (od okamžiku vyčeření kapaliny). Obsah mineralizační tuby se nechal zchladnout. Dále se pokračovalo ve stanovení obsahu dusíku na přístroji 2200 Kjeltec Auto Distillation. Po vychladnutí a automatickém přidání destilované vody proběhla automatická destilace vodní parou za přídavku 70 ml 40% hydroxidu sodného. Vzniklý amoniak se jímá do předlohy s 30 ml 1% kyseliny borité a Taschiriho indikátorem. Množství amoniaku bylo stanoveno titrací 0,2M kyselinou sírovou. Obsah dusíkatých látek (%) v sušině byl vypočítán ze vztahu:

$$x = \frac{0,28 \times \text{faktor} \times \text{spotřeba kyseliny sírové} \times \text{faktor kyseliny sírové} \times 100}{\text{sušina}}$$

4.2.2.4 Sedimentační index – Zelenyho test (ČSN ISO 5529)

Zkušební pomůcky: laboratorní mlýnek typu FQC se sítem s otvory ovelikosti 0,15 mm, váhy A GX - 200, sedimentační válce se zábrusem a dobře těsnící zátkou, automatická byreta, násypka, přístroj SEDI tester (ZZN Strakonice a.s.).

Chemikálie: destilovaná voda, bromfenolová modř – roztok 0,0004% (Lach-ner), sedimentační činidlo (Mach chemikálie s.r.o.).

Pracovní postup: Do sedimentačního válce se automatickou byretou přidalo 50 ml roztoku bromfenolové modři. Z analytického vzorku bylo odváženo 3,2 g pšeničné mouky s přesností na 0,05 g a pomocí násypky byl vzorek nasypán do sedimentačního válce, který se uzavřel zátkou a 12x se v horizontální poloze krátce protřepal oběma směry, aby se mouka promíchala s roztokem. Po protřepání byly válce vloženy do přístroje SEDI tester, který byl uveden do chodu (stisknutím tlačítka start a kývání). Přístroj se po 1. fázi kývání sám zastavil a ke vzniklé suspenzi se přidalo automatickou byretou 25 ml sedimentačního činidla. Válec se opět zazátkoval a přístroj byl znovu uveden do chodu. Po ukončení míchání se obsah válce nechal ve svislé poloze sedimentovat. Po zvukovém signálu byl odečten objem sedimentu s přesností na 1 ml. Výsledkem je průměrná hodnota dvou měření v ml za předpokladu, že vlhkost analytického vzorku je v rozmezí 13,0 – 14,0 %. Je-li obsah vody v analytickém vzorku jiný, vypočítá se sedimentační hodnota podle vzorce:

$$x = \frac{\text{naměřená hodnota} \times 86}{\text{sušina}}$$

4.2.2.5 Číslo poklesu (ČSN ISO 3093)

Zkušební pomůcky: analytické váhy A GX – 200, viskozimetrické zkumavky, kovové viskozimetrické míchadlo, gumové zátky, pipeta, přístroj Falling Numer skládající se z vodní lázně, elektrického vařiče a automatického počítadla.

Chemikálie: destilovaná voda.

Pracovní potup: Vodní lázeň se naplnila destilovanou vodou 2 až 3 cm pod horní okraj nádoby. Voda se během celého měření udržovala v bodě varu. Množství vzorku bylo naváženo podle vlhkosti. Navážený vzorek byl převeden do viskozimetrické zkumavky. Ke vzorku bylo odpipetováno 25 ml destilované vody o teplotě 20 °C ± 5 °C. Zkumavka se ihned

zazátkovala gumovou zátkou a intenzívně se v ruce 20krát protřepala tak, aby se získala homogenní suspenze. Zátka byla vyňata a poté se do zkumavky vložilo viskozimetrické míchadlo, kterým se do suspenze setřely částečky mouky nebo mletého výrobku ulpělé na stěnách zkumavky. Zkumavka s míchadlem se vložila do otvoru držáku ve vroucí lázni a tím došlo k sepnutí automatického počitadla. Přesně 5 sekund po vložení viskozimetrické zkumavky do vodní lázně začalo promíchávání suspenze rychlostí jednoho pohybu nahoru a jednoho pohybu dolů za sekundu. Po 59 sekundách se míchadlo zastavilo v horní poloze a přesně v 60. sekundě od sepnutí automatického počítadla se míchadlo uvolnilo. Počítadlo se automaticky zastaví v okamžiku, kdy míchadlo, které působí svou vlastní hmotností, klesá a dosáhne úrovně horní části ebonitové zátky a ozve se zvukové znamení. Na automatickém počitadle se odečte celkový čas v sekundách. Výsledkem je průměrná hodnota ze dvou měření.

4.2.2.6 Mokrý lepek (ČSN ISO 5531)

Zkušební pomůcky: váhy A GX – 200, automatický dávkovač na 10 ml, vypírač lepku přístroj Glutomatic 2200 s příslušenstvím, centrifuga značky Centrifuge 2015, třecí miska s tloučkem, vypírací síto.

Chemikálie: destilovaná voda, 2% roztok chloridu sodného NaCl (Lach-ner).

Příprava:

20 g chloridu sodného se rozpustí v destilované vodě a v odměrné baňce na 1000 ml se doplní destilovanou vodou po značku).

Pracovní postup při praní lepku na přístroji Glutomatic: Bylo naváženo 10 g vzorku s přesností na 0,01 g. Vzorek byl převeden do vypírací nádobky s jemným sítem. Z dávkovače se po kapkách přidávalo asi 5 ml roztoku chloridu sodného. Poté byla nádobka vložena do vypírače lepku a byl spuštěn program. Po první fázi vzniklo těsto, které bylo převedeno na hrubší síto. Nádobka byla opět vložena do přístroje a nyní došlo k samotnému vypírání lepku pomocí roztoku chloridu sodného. Poté se vyňala kulička vypraného lepku. Vypírací roztok ulpělý v lepkové kuličce se odstranil pomocí odstředění na centrifuze. Vysušený lepek se zvážil s přesností na 0,01 g. Obsah lepku v sušině (%) se vypočítá ze vzorce:

$$x = \frac{\textbf{hmotnost lepku} \times 10 \times 100}{\textbf{sušina}}$$

Pracovní postup při ručním praní lepku: Bylo naváženo 10 g vzorku s přesností 0,01 g, který byl kvantitativně převeden do porcelánové misky. Z dávkovače se pomalu přidalo 5 ml roztoku chloridu sodného. Poté se opatrně vypracovalo těsto pomocí tloučku tak, aby nedošlo ke ztrátě mouky. Po 30 minutovém odležení byl ručně vyprán lepek pod pomalým proudem studené vody. Vypírání bylo provedeno nad sítem ohraničeným dřevěným rámečkem, aby se zabránilo případným ztrátám těsta. Vypírání bylo ukončeno tehdy, když se z lepkové kuličky neuvolňoval škrob. Ulpělá voda v lepkové kuličce se odstranila pomocí odírání kuličky o hřbet ruky. Vysušený lepek byl zvážen s přesností 0,01 g.

Hodnota Gluten Indexu se vypočítá ze vztahu:

$$x = \frac{\textbf{hmotnost lepku ulpělého v sítku} \times 100}{\textbf{celková hmotnost lepku}}$$

4.2.2.7 Stanovení popela (ČSN 560512-8)

Zkušební pomůcky: analytické váhy Mettler toledo AB 204, porcelánové misky, exsikátor, elektrická muflová pec.

Pracovní postup: Do vyžíhané a předem zvážené porcelánové misky byl navážen s přesností 0,0001 g zhomogenizovaný vzorek. Miska byla vložena do muflové pece, která byla předem vyhřátá na 900 °C. Obsah misky se nechal zuhelnatět. K zuhelnatění došlo tak, že vzorek volně hořel slabým plamenem. Po zhasnutí plamene a skončeném vývoji dýmu se pec uzavřela a vzorek se nechal spalovat 180 minut od okamžiku, kdy teplota dosáhla znovu 900 °C. Po této době se miska vložila do exsikátoru a po vychladnutí na laboratorní teplotu se zvážila s přesností na 0,001 g. Obsah popela v sušině (%) byl vypočítán:

$$x = \frac{100 \times \mathbf{m1} - \mathbf{m2}}{\mathbf{m3}} \times \frac{100}{\textbf{\textit{sušina}}}$$

m1 ……. hmotnost vyžíhané porcelánové misky

m2 ……. hmotnost porcelánové misky po vyndání z muflové pece

m3 …… hmotnost navážky

4.2.2.8 Stanovení tvrdosti metodou PSI (AACC metoda 55-30)

Zkušební pomůcky: analytické váhy Mettler toledo AB 204, prosévací přístroj AS200, zkušební síta s víkem, dnem a otvory 0,075 mm.

Postup: Bylo naváženo 10 g důkladně zhomogenizovaného šrotu, který byl převeden na síto. Prosévání bylo prováděno na automatickém prosévacím přístroji 10 minut při 180 otáčkách za minutu. Po ukončení prosévání byl zvážen propad sítem s přesností na 0,01 g. Tvrdost zrna v % PSI byla vypočítána dle následujícího vzorce:

$$x = \frac{\textbf{hmotnost propadu} \times \textbf{100}}{\textbf{navážka (10 g)}}$$

4.2.2.9 Granulace (ČSN 560512-5)

Zkušební pomůcky: analytické váhy Mettler toledo AB 204, prosévací přístroj AS200, kruhová vysévací síta s velikostí ok 0,257 mm a 0,162 mm, štětečky.

Pracovní postup: Bylo naváženo 50 g důkladně zhomogenizovaného vzorku mouky s přesností 0,1 g. Prosévací rámečky byly připraveny tak, aby záchytný rámeček byl zařazen na dno, na něj bylo vloženo kruhové síto s hustějším potahem a na něj síto s řídkým potahem. Mouka byla převedena rovnoměrně na síto. Prosévání bylo prováděno na automatickém prosévacím přístroji na sítech o velikosti ok 0,257 mm a 0,162 mm, 5 minut při 180 otáčkách za minutu. Po ukončení prosévání byl zvážen propad a zbytky vzorku na sítech. Výsledky byly vyjádřeny jako procentický obsah podílů určité zrnitosti.

4.2.2.10 Reologické vlastnosti na farinografu (ČSN ISO 5530)

Zkušební pomůcky: váhy A GX – 200, byreta, plastová stěrka, přístroj farinograf s termostatem od firmy Brabender.

Chemikálie: destilovaná voda, kuchyňská sůl.

Pracovní postup: Před měřením byl zapnut termostat farinografu, aby se přístroj ohřál na provozní teplotu 30 °C. Bylo naváženo 300 g mouky při vlhkosti 14 % s přesností na 0,1 g. Mouka se umístila do hnětačky, která se uzavřela. Bylo zapnuto míchání a posun papíru. Takto se mouka míchá při dané frekvenci otáček 1 minutu. V okamžiku, kdy pero přechází linku celé minuty, začne se přidávat voda z byrety, ohřátá na 30 °C. Přidává se tolik vody, kolik se předpokládá k dosažení maximální konzistence 500 FJ. Po vytvoření těsta se stěrkou seškrábnou ze stran nádoby ulpělé kousky a připojí se k těstu. Křivka na grafu se zaznamenává ještě 12 minut od doby zřetelného poklesu křivky. Je-li konzistence příliš vysoká, přidá se voda, aby se získala maximální konzistence 500 FJ. Hnětení se zastaví a hnětačka se vyčistí. Podle potřeby se provede další hnětení, dokud se nezíská hnětení:

- ve kterém byla voda přidána během 25 sekund,

- jehož maximální konzistence je mezi 480 – 520 FJ,
- jehož záznam pokračoval nejméně 12 minut po konci doby vývinu.

Farinografickým měřením bylo zjištěno:
Vývin těsta - doba v minutách od počátku hnětení k bodu, v němž křivka dosáhla maximální hodnoty,
Stabilita těsta - vyjadřuje dobu v minutách, po kterou si těsto uchovává maximální konzistenci od doby vývinu,
Pokles konzistence těsta - je rozdíl mezi hodnotou 500 FJ a hodnotou, jež udává střed křivky,
Odpor těsta - je součtem doby vývinu těsta a stability těsta v minutách.

4.2.2.11 Pekařský pokus (metodika LZJO)

Zkušební pomůcky: zkoušená mouka, droždí, máslo, sůl, cukr, diasta, voda, tác na manipulaci s těstem, nádoby na přikrytí klonků, plechy na pečení, vál na upečené výrobky nebo mřížka na chladnutí.
Přístroje: farinograf (Brabender), kynárna, pec, měřič objemu pečiva, posuvné měřítko.
Receptura: 300 g pšeničné mouky, 12 g droždí, 3 g tuku, 4,5 g cukru, 5,1 g soli, 1,5 g diasty a množství vody dle vaznosti.
Pracovní postup: Před zahájením pekařského pokusu byl zapnut termostat farinografu, kynárna, pec, aby se přístroje zahřály na provozní teplotu, která je 30 °C pro farinograf a 240 °C pro kynárnu a pec.
Byl navážen zkušební vzorek mouky a ostatních surovin dle receptury. Navážené suroviny byly nasypány do farinografické hnětačky. Bylo zapnuto míchání a zapisovací zařízení. Z byrety byla přidávána voda předem vytemperovaná na 30 °C. Množství přidávané vody závisí na vaznosti mouky, která byla stanovena při farinografickém hodnocení. Orientačně by měla být spotřeba vody asi o 6 % nižší než farinografická vaznost. Konzistence těsta má být mezi 550 – 650 FJ. Těsto se nechá míchat ještě 5 minut od doby prvního poklesu křivky. Po 5 minutách bylo vyndáno z hnětačky a ponecháno 45 minut v kynárně při 30 °C přikryté miskou. Poté bylo těsto rozděleno na klonky o hmotnosti 80 g a na skulovači vytvarováno do bulek, které byly přendány na tukem vymazané plechy. Klonky se nechaly dokynout v kynárně 50 minut. Po dokynutí byly plechy vkládány do pece vyhřáté na 240 °C. Pro zapaření bylo vlito do otvoru navrchu pece 70 ml destilované vody. Bulky se pekly 14 minut,

poté byly vyjmuty z pece na dřevěný vál, kde chladly 90 minut. Poté bylo provedeno hodnocení.

4.2.2.12 Senzorické hodnocení pečiva:

Výška (cm) a šířka pečiva (cm) byly měřeny posuvným měřítkem.
Objem pečiva (cm^3) se měřil za pomoci řepky. Nádoba byla naplněna semínky řepky, pravítkem byla zarovnána s okrajem nádoby. Poté bylo z nádoby odsypáno asi 2/3 semínek a místo nich byly vloženy 3 bulky, které byly poté opět zasypány řepkou. Přebytečná řepka byla zachycena do odměrného válce, kde byl odečten objem pečiva.
Měrný objem pečiva (cm^3/ 100 g výrobku) byl získaný z objemu pečiva a přepočten na 100 g.
Pro senzorické hodnocení byly připraveny 3 bulky. Vlastní senzorické hodnocení prováděly 3 osoby. U každé bulky byl hodnocen senzorický profil, který je uveden v příloze v tabulce číslo 13 Senzorické hodnocení pečiva.

4.3 Výsledky měření

4.3.1 Vyhodnocení rozdílů jakostních ukazatelů ekologicky a konvenčně pěstovaných odrůd pšenice

Výsledky měření jakostních parametrů jsou uvedeny v tabulce číslo 8 a 9. Dále jsou výsledky jakostních parametrů zpracované pomocí sloupcového grafu.

Tab. 8 Jakostní ukazatel ekologicky pěstovaných odrůd pšenice, Uhříněves, 2013

Odrůda	Jakost	Objemová hmotnost (g/l)	Vlhkost (%)	Popel (%)	Granulace	Tvrdost PSI (%)	ČP (s)	N-látky (%)	Zeleny test (ml)	Lepek (%)	GI	Lepek ručně (%)	GI
Evina	E	806	15,9	0,6	100/94	14,95	391	8,97	28	21,96	99		
Fabius	E	790	16,0	0,53	100/93	16,15	393	8,27	29	15,48	100		
Bohemia	A	776	16,5	0,63	100/93	14,20	350	9,34	28	23,41	100		
Etana	A	777	15,9	0,55	100/95	15,25	380	7,78	22	19,38	100		
Fakir	A	805	16,2	0,51	100/93	14,55	392	9,26	32	-	0	22,26	100
Patras	A	786	16,4	0,56	100/95	17,15	416	8,46	27	20,28	100		
Sultan	A	782	16,5	0,62	100/95	14,10	304	9,33	26	23,83	96		
Zeppelin	A	803	16,2	0,53	100/93	14,60	407	9,09	32	14,74	93		
Baletka	B	777	16,3	0,51	100/94	17,25	347	8,59	23	-	0	22,28	89
Tobak	B	757	15,8	0,52	100/95	17,25	354	8,06	23	20,07	100		
KWS Ozon	C	790	16,2	0,58	100/93	13,15	398	8,43	27	-	0	20,11	100
Vanessa	C	766	16,7	0,57	100/94	23,00	343	7,94	18	-	0	18,19	92

ČP – číslo poklesu, GI – gluten index

Tab. 9 Jakostní ukazatele konvenčně pěstovaných odrůd pšenice, Stupice, 2013

Odrůda	Jakost	Objemová hmotnost (g/l)	Vlhkost (%)	Popel (%)	Granulace	Tvrdost PSI (%)	ČP (s)	N-látky (%)	Zeleny test (ml)	Lepek (%)	GI	Lepek ručně (%)	GI
Evina	E	797	17,6	0,59	100/94	14,10	403	10,06	29	24,76	100		
Fabius	E	785	17,0	0,57	100/94	16,50	432	10,28	32	25,84	100		
Bohemia	A	809	16,4	0,68	100/90	12,25	293	8,73	27	22,01	100		
Etana	A	768	17,8	0,52	100/93	15,00	409	8,44	24	21,17	100		
Fakir	A	789	17,1	0,61	100/93	15,00	419	9,15	31	15,36	100		
Patras	A	792	17,5	0,51	100/94	17,00	420	9,76	29	25,76	100		
Sultan	A	810	15,7	0,73	100/93	12,70	208	8,48	24	22,66	100		
Zeppelin	A	790	17,1	0,56	100/90	15,25	416	9,29	31	19,00	100		
Baletka	B	809	16,1	0,59	100/95	17,10	304	7,68	20	19,31	100		
Tobak	B	774	17,4	0,6	100/94	15,15	388	9,58	26	27,78	89		
KWS Ozon	C	790	17,5	0,56	100/92	14,55	414	9,44	28	18,33	100		
Vanessa	C	740	17,4	0,65	100/96	23,25	351	9,22	20	-	0	21,79	93

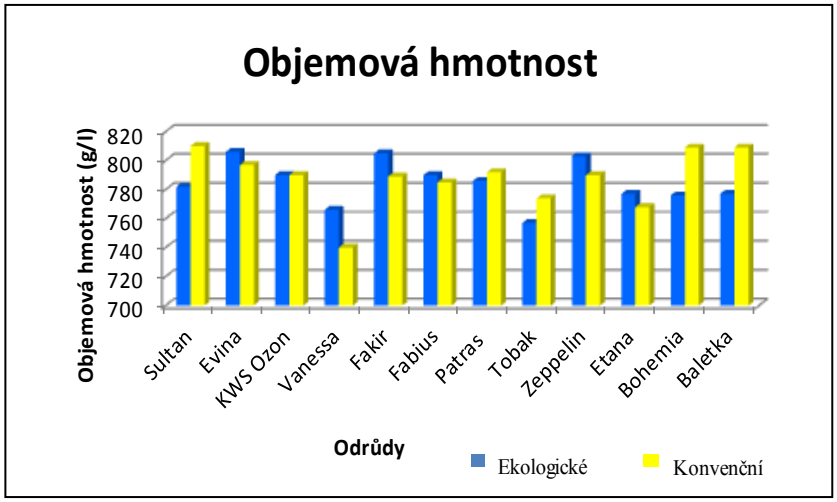
ČP – číslo poklesu, GI – gluten index

Některé odrůdy měly příliš slabý lepek, který se nedokázal vyprat na přístroji Glutomatic a proto musel být prán ručně.

4.3.1.1 Objemová hmotnost

Hodnoty uvedené v grafu číslo 2 jsou hodnoty získané jedním měřením. Z grafu vyplývá, že nejvyšší hodnoty byly naměřeny u konvenčně pěstovaného zrna pšenice ozimé, a to u odrůd Sultan a Bohemia (jakostní skupiny A) a Baletka (jakostní skupiny B). Naopak nejnižší objemová hmotnost byla zjištěna u odrůdy Vanessa, a to jak v rámci konvenčního způsobu pěstování, tak i ekologického způsobu pěstování. Tato odrůda je řazena do jakostní skupiny C – pro pekařské účely nevhodná. Programem Statistika byly vyhodnoceny rozdíly mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami jako statisticky významné ($p < 0,05$). Pouze odrůda KWS Ozon tuto podmínku nesplnila a nebyla zjištěna žádná statistická průkaznost ($p = 1,00$). Hodnoty statisticky významných či nevýznamných rozdílů jsou uvedeny v tabulce číslo 14 v příloze.

Graf 2 Objemová hmotnost

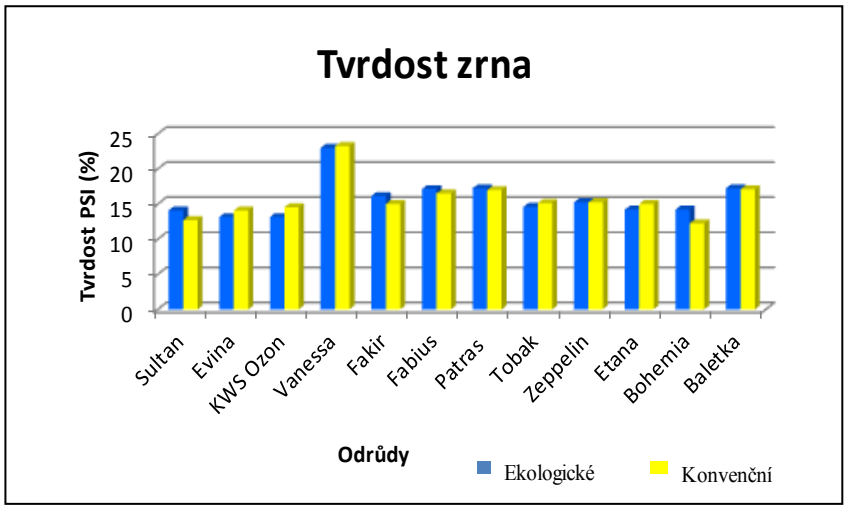


4.3.1.2 Tvrdost zrna

Hodnoty uvedené v grafu číslo 3 jsou průměrné hodnoty získané ze dvou stanovení. Nejvyšších naměřených hodnot tvrdosti zrna dosahuje odrůda řazená do jakostní skupiny C – Vanessa (ekologicky i konvenčně pěstovaná odrůda), které jsou 23,00 % a 23,25 % PSI. Jedná se o měkkou odrůdu pšenice. Nejnižší průměrné hodnoty, tedy nejtvrdší odrůdy pšenice, vykazovaly odrůdy jakostní skupiny A – Sultan a Bohemia, pěstované jak ekologickým, tak i konvenčním způsobem. U ostatních odrůd nejsou patrné velké rozdíly v naměřených hodnotách tvrdosti zrna. Program Statistika vyhodnotil statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u ekologicky a konvenčně pěstovaných odrůd – Sultan, KWS Ozon, Tobak,

Eana, Bohemia a Baletka. Zbylé odrůdy nevykazují mezi svými průměrnými hodnotami statisticky významný rozdíl. Hodnoty statisticky významných a nevýznamných rozdílů jsou k nahlédnutí v příloze v tabulce číslo 15.

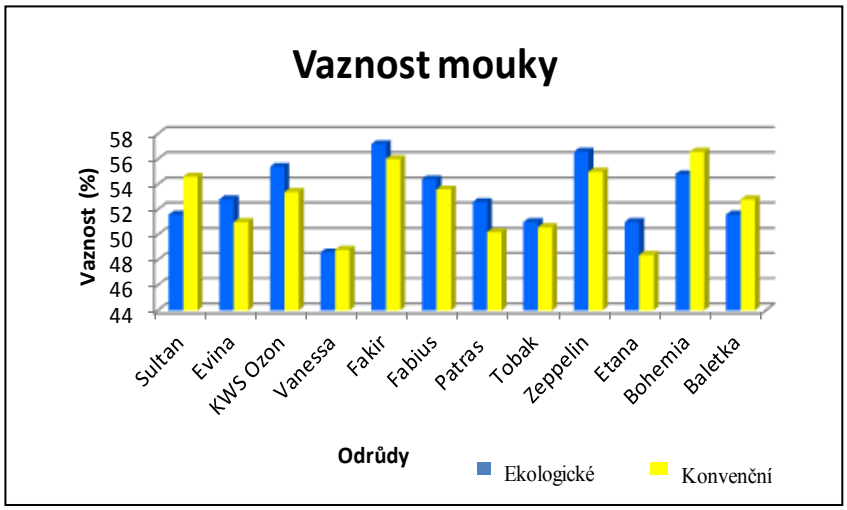
Graf 3 Tvrdost zrna



4.3.1.3 Vaznost mouky

Hodnoty uvedené v grafu číslo 4 jsou získané z jednoho měření. Z grafu vyplývá celková vysoká variabilita mezi jednotlivými měřeními v rámci porovnání ekologického a konvenčního způsobu pěstování. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány u odrůdy Fakir (A) a to jak ekologicky, tak i konvenčně pěstované. Vysokých hodnot v rámci ekologického i konvenčního způsobu pěstování dosahují také odrůdy Zeppelin (A) a Baletka (B). Naopak velmi nízká hodnota vaznosti mouky byla naměřena u odrůdy Etana (A) - 51,00 % (ekologický způsob pěstování) a 48,4 % (konvenční způsob pěstování). Extrémně nízké hodnoty vykazuje odrůda Vanessa – 48,6 % u ekologicky pěstované a 48,8 % u konvenčně pěstované. Nízké hodnoty vaznosti u této odrůdy korelují s vysokými hodnotami naměřenými u tvrdosti zrna (viz Graf číslo 3 Tvrdost zrna), které ukazují na měkkou odrůdu pšenice. Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) byly vyhodnoceny dle programu Statistika a týkají se všech odrůd kromě odrůdy Vanessa a Tobak, kde nebyla zjištěna statisticky významná závislost. Hodnoty statisticky významných a nevýznamných rozdílů jsou uvedeny v tabulce číslo 16 v příloze.

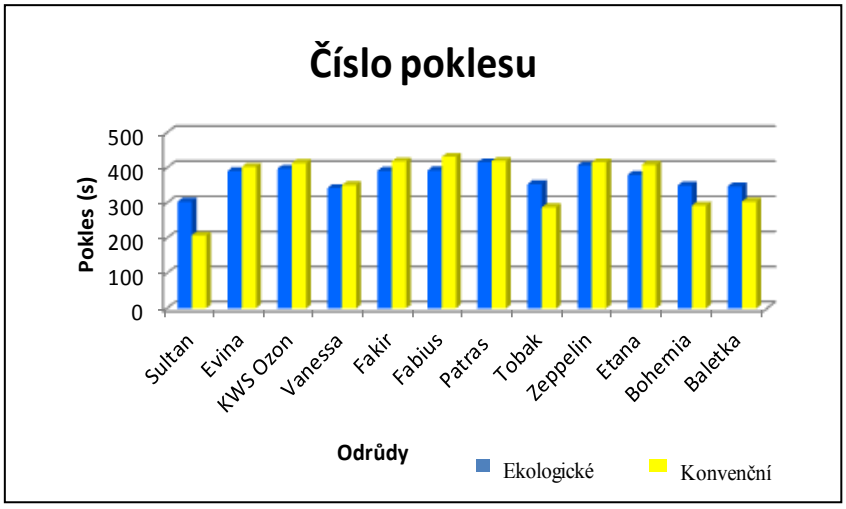
Graf 4 Vaznost mouky



4.3.1.4 Číslo poklesu

Hodnoty uvedené v grafu číslo 5 jsou průměrné hodnoty získané ze dvou měření. Hodnoty čísla poklesu vykazují velmi vysoké hodnoty a pohybují se u konvenčně pěstovaných odrůd nejčastěji v rozmezí 400 – 420 s. V rámci ekologického systému pěstování dosahjí odrůdy o něco nižších hodnot čísla poklesu, které se pohybují mezi 350 – 390 s. Jedné z nejvyšších hodnot dosahuje odrůda určená pro krmné účely (C) KWS Ozon (konvenční způsob pěstování). Dále se jedná o odrůdy Fakir, Patras, Zeppelin a Etana (jakostní skupiny A) a úplně nejvyšší hodnota byla změřena u elitní odrůdy Fabius. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u odrůdy Sultan pěstované konvenčním i ekologickým způsobem pěstování, která činila 308 s a 204 s. Program Statistika vyhodnotil statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami Sultan, Fabius, Tobak, Bohemia a Baletka. Zbylé odrůdy nevykazují statisticky významný rozdíl mezi naměřenými hodnotami. Hodnoty statisticky významných a nevýznamných rozdílů jsou uvedeny v příloze v tabulce číslo 17.

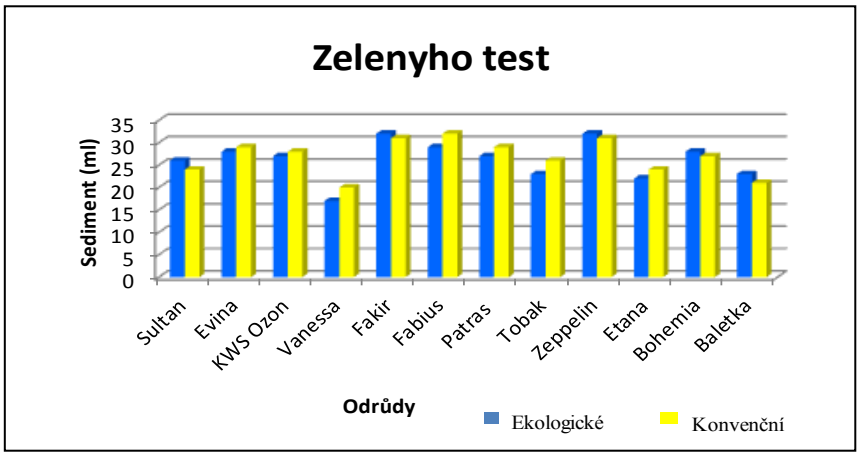
Graf 5 Číslo poklesu



4.3.1.5 Zelenyho test

Hodnoty v grafu číslo 6 vyjadřují průměr ze dvou měření. Nejvyšší hodnoty dosahuje v případě sedimentačního indexu odrůda Fabius řazená do jakostní skupiny E pěstovaná konvenčním způsobem zemědělství. Naopak druhá odrůda řazená do jakostní skupiny E – Evina takové hodnoty nedosáhla a svými hodnotami se shoduje s odrůdou KWS Ozon (jakostní skupina C) či s odrůdou Bohemia (jakostní skupina A). Dále kromě odrůdy Fabius dosáhly vysokých hodnot sedimentačního indexu odrůdy pěstované ekologickým způsobem zemědělství patřící do jakostní skupiny A – Fakir a Zeppelin. Hodnoty těchto odrůd získané konvenčním pěstováním jsou o 1 ml nižší. Nejnižší výsledky byly naměřeny u odrůdy Vanessa (jakostní skupina C). Programem Statistika byla dále vyhodnocena statisticky významná závislost ($p < 0,05$) mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami Sultan, Vanessa, Fabius, Patras, Tobak, Etana a Baletka. Mezi ostatními odrůdami nebyla zjištěna žádná statisticky významná závislost. Hodnoty statisticky významných a nevýznamných rozdílů jsou uvedeny v tabulce číslo 18 v příloze.

Graf 6 Zelenyho test

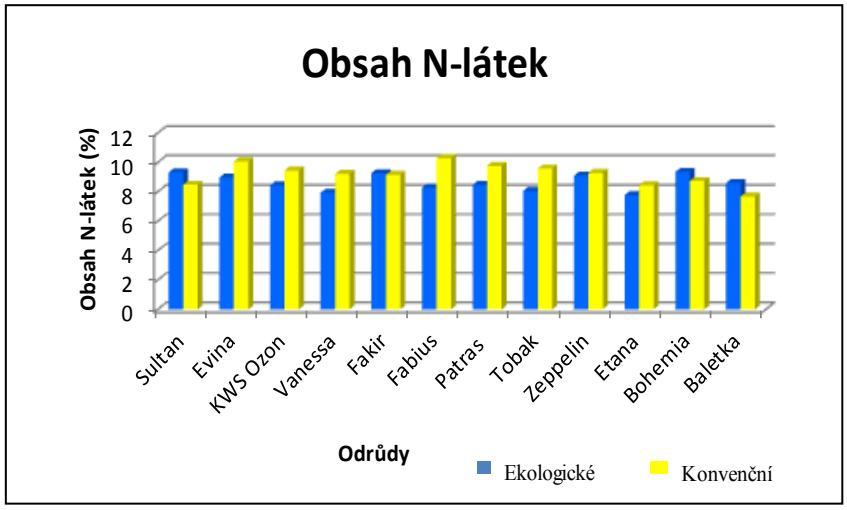


4.3.1.6 Obsah N-látek

Hodnoty v grafu číslo 7 jsou průměrné hodnoty získané ze dvou měření. Vyšší hodnoty obsahu N-látek se projevují u odrůd pěstovaných konvenčním způsobem, což je způsobeno vlivem hnojení dusíkatými hnojivy těchto odrůd. Toto však neplatí u odrůdy Fakir, kde obsah N-látek u ekologicky pěstované odrůdy mírně převyšuje obsah N-látek u konvenčně pěstované odrůdy. Dále pak u odrůd Sultan, Bohemia a Baletka, kde jsou hodnoty ekologicky pěstovaných odrůd vyšší o cca 1 % N-látek oproti konvenčnímu způsobu pěstování. U obsahu N-látek se projevuje nadvláda elitních odrůd pěstovaných konvenčním způsobem (Evina – 10,06 % a Fabius – 10,28 %), které v obou případech dosahují nejvyšších naměřených hodnot. Je nutné podotknout, že ani jedna z uvedených hodnot se neblíží minimální hodnotě pro zařazení do jakostní skupiny E, která činí 12,6 %. V případě odrůd pěstovaných ekologickým způsobem dosahují nejvyšších naměřených hodnot odrůdy řazené do jakostní skupiny A – Sultan, Fakir, Zeppelin a Bohemia. Obsah N-látek v tomto případě činí přes 9,00 %. Poměrně vysokého obsahu N-látek dosáhly odrůdy pěstované konvenčním způsobem – Vanessa (9,22 %) a KWS Ozon (9,44 %), řazené do jakostní skupiny C, jejichž obsah převyšuje i některé odrůdy řazené do jakostní skupiny A a B. Nejnižší obsah N-látek byl naměřen u odrůdy Baletka (pěstovaná konvenčním způsobem) – 7,68 % (jakostní skupina B), u odrůdy Etana (pěstovaná ekologickým způsobem) – 7,78 % (jakostní skupina A) a u odrůdy Vanessa (pěstovaná ekologickým způsobem) – 7,94 % (jakostní skupina C). Program Statistika nevyhodnotil statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi odrůdami Fakir a Zeppelin pěstovanými ekologickým a konvenčním způsobem zemědělství. Hodnoty

statisticky významných a nevýznamných rozdílů mezi odrůdami jsou uvedeny v tabulce číslo 19 v příloze.

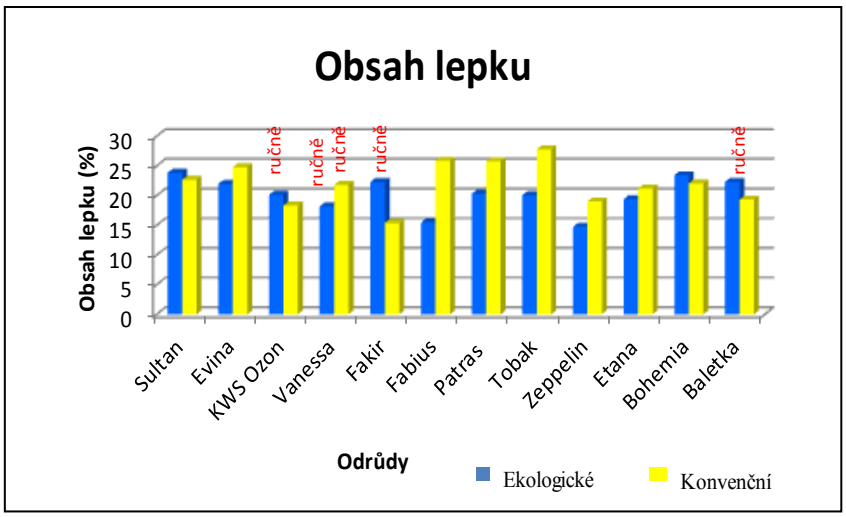
Graf 7 Obsah N-látek



4.3.1.7 Obsah lepku

Výsledky vyhodnocené v grafu číslo 8 jsou průměrné hodnoty získané ze dvou měření. Lepky získané z odrůdy KWS Ozon (konvenční způsob pěstování), Vanessa (konvenční i ekologický způsob pěstování), Fakir (ekologický způsob pěstování) a Baletka (ekologický způsob pěstování) byly slabé a na přístroji Glutomatic se nevypraly. Byly proto prány ručně. Z grafu číslo 8 vyplývá, že nejvyššího obsahu lepku (27,78 %) dosáhla chlebová odrůda pěstovaná konvenčním způsobem – Tobak. Dále pak vysoké hodnoty obsahu lepku vykazují elitní odrůdy Evina (24,76 %) a Fabius (25,84 %) a jakostní odrůda A – Patras (25,76 %). Je nutné podotknout, že ani nejvyšší zjištěné hodnoty obsahu lepku neukazují na jeho dobrou kvalitu. Obsah lepku, který se pohybuje v rozmezí 20 – 25 %, je definován legislativně jako slabý, v rozmezí 30 – 35 % jako dobrý. Program Statistika vyhodnotil statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi odrůdami pěstovanými ekologickým i konvenčním způsobem – Fakir, Fabius, Patras, Tobak a Zeppelin. U zbylých odrůd (Sultan, Evina, KWS Ozon, Vanessa, Etana, Bohemia a Baletka) nebyl prokázaný žádný statisticky významný rozdíl. Statisticky významné a nevýznamné rozdíly jsou uvedeny v tabulce číslo 20 v příloze.

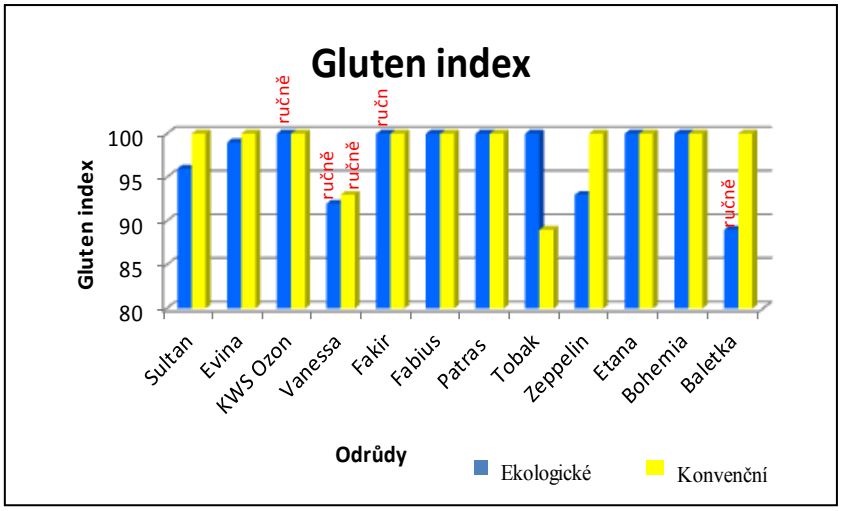
Graf 8 Obsah lepku



4.3.1.8 Vyhodnocení gluten indexu

Kvalita lepku byla dále vyhodnocena prostřednictvím kritéria Gluten index (GI). Výsledky uvedené v grafu číslo 9 jsou hodnoty získané výpočtem z naměřených hodnot obsahu lepku. Hodnoty gluten indexů u odrůd KWS Ozon (konvenční způsob pěstování), Vanessa (konvenční i ekologický způsob pěstování), Fakir (ekologický způsob pěstování) a Baletka (ekologický způsob pěstování) jsou získané z obsahu lepku, který byl slabý a na přístroji Glutomatic se nevypral. Tyto vzorky byly proto prány ručně. Abnormality, které jsou vidět u odrůdy Tobak (GI = 100 u ekologicky pěstované odrůdy a GI = 89 u konvenčně pěstované odrůdy) a Baletka, kde jsou naměřené hodnoty opačné, jsou pravděpodobně způsobeny chybou v měření. Gluten index je metoda pomocná a nelze z ní vyhodnotit konkrétní závěry. Program Statistika vyhodnotil statisticky významný rozdíl na hladině $p < 0,05$ u odrůd Sultan, Tobak, Zeppelin a Baletka. Ostatní odrůdy nevykazovaly statisticky významné rozdíly. Výsledky statisticky významných a nevýznamných rozdílů jsou uvedeny v příloze v tabulce číslo 21.

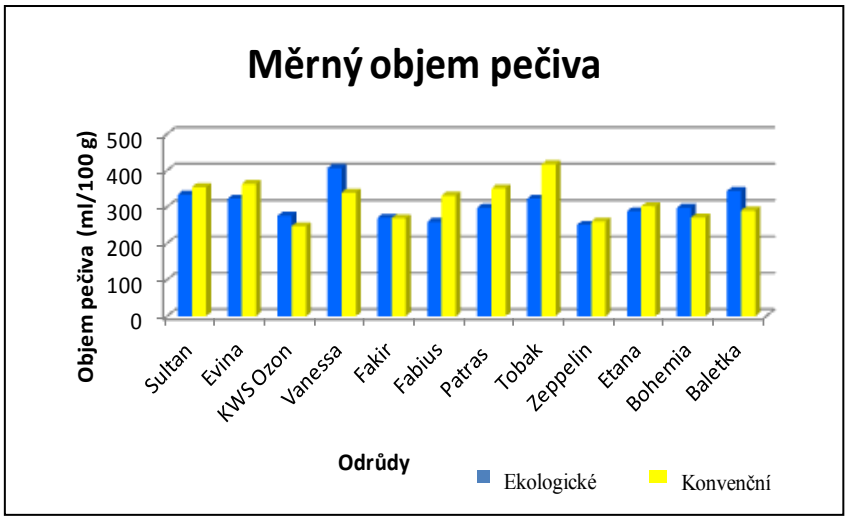
Graf 9 Gluten Index



4.3.1.9 Měrný objem pečiva

Hodnoty měrného objemu pečiva uvedené v grafu číslo 10 byly získány výpočtem z objemové výtěžnosti přepočtené na 100 g pečiva. Netypicky se chovala odrůda Vanessa (ekologický způsob pěstování) při pekařském pokusu. V ekologickém způsobu pěstování dosáhla nejvyšší naměřené hodnoty, která činí 407 ml/100 g pečiva. Ani v konvenčním způsobu pěstování nedosáhla tato odrůda s hodnotou měrného objemu pečiva 339 ml/100 g pečiva špatných výsledků. Druhá odrůda řazená do jakostní skupiny C – KWS Ozon vykazuje podstatně horší výsledky. U konvenčního způsobu pěstování byly naměřeny hodnoty – 247 ml/100 g pečiva, v ekologickém způsobu pěstování pak o něco vyšší hodnoty 276 ml/100 g pečiva. Je nutné vyzdvihnout také odrůdu Tobak (jakostní skupina B), u které byla zjištěna nejvyšší hodnota v rámci konvenčního způsobu pěstování – 417 ml/ 100 g pečiva. Odrůdy řazené do elitní jakostní skupiny (Evina a Fabius) v tomto znaku dosahují spíše průměrných hodnot, stejně jako odrůda Zeppelin a Fakir (jakostní skupina A). Programem Statistika byla vyhodnocena závislost mezi odrůdami pěstovanými ekologickým a konvenčním způsobem pěstování. Statisticky významná závislost byla zjištěna mezi všemi odrůdami s výjimkou odrůdy Fakir, kde nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl. Výsledky závislostí jsou k dispozici v příloze v tabulce číslo 22.

Graf 10 Měrný objem pečiva



4.3.2 Výsledky reologického hodnocení těsta

Výsledky reologických parametrů jsou uvedeny v tabulce 10 a 11. Dále jsou hodnoty pro lepší přehlednost zpracovány pomocí sloupcových grafů.

Tab. 10 Farinografické hodnocení těsta a měrný objem pečiva, ekologický způsob pěstování, Uhříněves, 2013

Odrůda	Jakost	Vaznost (%)	Vývin (min)	Stabilita (min)	Pokles (FJ)	Měrný objem pečiva (ml/100 g)
Evina	E	52,8	1,75	0,75	50	323
Fabius	E	54,4	1,50	0,75	50	259
Bohemia	A	54,8	1,50	1,25	40	298
Etana	A	51,0	1,00	0,75	70	288
Fakir	A	57,2	1,75	1,00	50	270
Patras	A	52,6	1,75	1,00	80	298
Sultan	A	51,6	1,75	2,25	60	334
Zeppelin	A	56,6	2,00	2,00	50	251
Baletka	B	51,6	1,50	0,75	80	344
Tobak	B	51,0	1,75	1,75	70	323
KWS Ozon	C	55,4	1,75	1,50	40	276
Vanessa	C	48,6	1,25	0,50	70	407

FJ – farinografické jednotky, min – minuta

Tab. 11 Faronografické hodnocení těsta a měrný objem pečiva, konvenční způsob pěstování, Stupice, 2013

Odrůdy	Jakost	Vaznost (%)	Vývin (min)	Stabilita (min)	Pokles (FJ)	Měrný objem pečiva (ml/100 g)
Evina	E	51,0	1,25	2,25	30	363
Fabius	E	53,6	2,25	1,75	0	331
Bohemia	A	56,6	1,75	1,25	70	271
Etana	A	48,4	1,25	1,75	50	302
Fakir	A	56,0	1,75	2,50	50	269
Patras	A	50,2	1,50	2,00	70	351
Sultan	A	54,6	1,75	1,00	90	354
Zeppelin	A	55,0	1,50	1,50	40	260
Baletka	B	52,8	1,50	1,50	90	290
Tobak	B	50,6	3,00	5,50	50	417
KWS Ozon	C	53,4	1,25	1,00	30	247
Vanessa	C	48,8	1,25	1,00	70	339

FJ – farinografické jednotky, min – minuta

4.3.2.1 Doba vývinu těsta

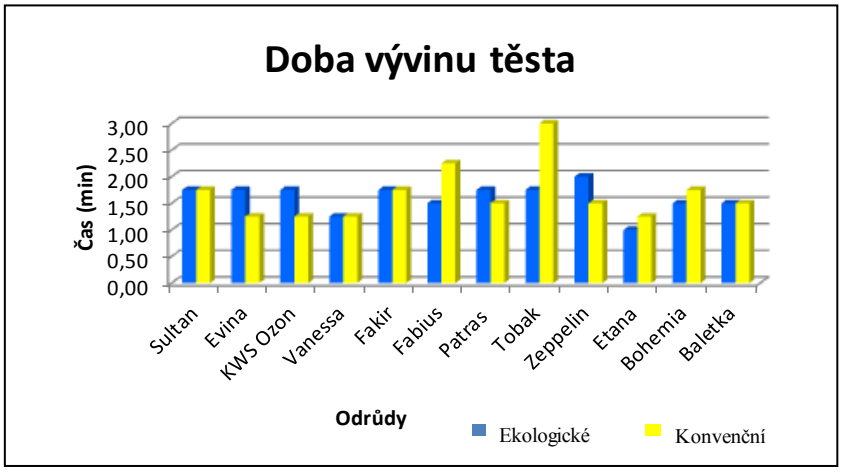
Doba vývinu těsta graf číslo 11, je jednou z reologických charakteristik. V tabulce jsou uvedeny hodnoty získané jedním měřením. Z grafu je patrné, že nejdelší doba vývinu byla zaznamenaná u odrůdy Tobak a činila 3 minuty. Druhé nejdelší doby vývinu dosáhla odrůda Fabius a činí 2 minuty a 15 sekund. Oba výsledky se týkají odrůd z konvenčního způsobu pěstování. U ostatních odrůd se doba vývinu nejčastěji pohybovala v rozmezí 1 minuty 30 sekund až 2 minut. Velmi nízké doby vývinu těsta dosáhla odrůda Etana a to jak v rámci ekologického, tak i konvenčního způsobu pěstování. Podobné výsledky byly naměřeny i u odrůdy Vanessa v obou případech systému pěstování.

V grafu číslo 12 Stabilita těsta, jsou uvedené hodnoty získané jedním měřením a jsou uvedeny v minutách. Z grafu lze vyčíst, že nejdelší doby stability dosáhla odrůda Tobak v rámci ekologického způsobu pěstování. Ostatní odrůdy dosahují v rámci konvenčního způsobu pěstování přibližně stejné hodnoty, které se pohybují v rozmezí od 1 minuty do 1 minuty a 45 sekund. Delší doby stability v rámci ekologického zemědělství dosahují pouze odrůdy Sultan a Zeppelin.

Hodnoty poklesu konzistence (graf číslo 13) jsou získané jedním měřením. Nejmírnější pokles byl zaznamenán u odrůdy Patras (konvenční systém pěstování), kde křivka neklesla pod 500 FJ. Dále byl mírný pokles zjištěn u odrůd Evina a KWS Ozon (oba systémy pěstování) a u odrůdy Zeppelin (konvenční systém) a odrůdy Bohemia (ekologický systém). Strmější pokles nastal u odrůd Sultan (konvenční systém pěstování), Patras (ekologický

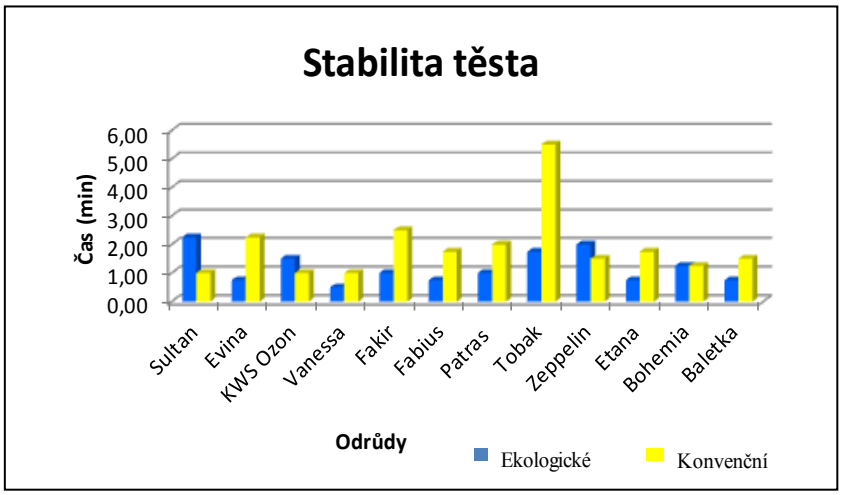
systém pěstování) a Baletka (oba systémy pěstování). Jejich hodnoty se pohybovaly mezi 70 – 80 FJ.

Graf 11 Doba vývinu těsta



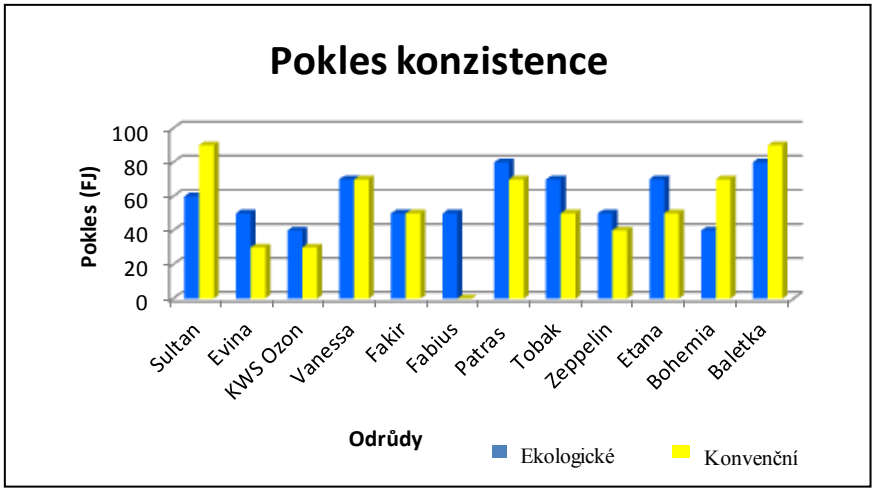
4.3.2.2 Stabilita těsta

Graf 12 Stabilita těsta



4.3.2.3 Pokles konzistence

Graf 13 Pokles konzistence



4.3.3 Vyhodnocení závislostí mezi reologickými vlastnostmi a jakostními ukazateli

Rozdíly mezi jednotlivými jakostními parametry a mezi jakostními parametry a reologickými vlastnostmi zrna pšenice se odráží i v úrovni hodnocených parametrů technologické jakosti a ve vzájemných vztazích mezi nimi, které jsou uvedeny v tabulce číslo 12.

Tab. 12 Korelační analýza vybraných jakostních a reologických znaků pšenice z ekologického a konvenčního systému pěstování

Jakostní ukazatele	N-látky	Zeleny test	Lepek	Číslo poklesu	Gluten index	Měrný objem pečiva	Vaznost	Tvrdost	Vývin	Stabilita	Pokles konzistence
N-látky	1										
Zeleny test	**0,6959** **0,6750**	1									
Lepek	0,4486 0,4807	0,0463 0,0147	1								
Číslo poklesu	-0,1171 0,5473	0,4887 0,5926	-0,5041 -0,1862	1							
Gluten index	-0,0208 -0,1616	0,3492 0,3659	0,1123 -0,4339	0,3796 0,3456	1						
Měrný objem pečiva	-0,3463 0,3346	**-0,8494** -0,1897	0,1912 **0,8501**	**-0,6268** -0,3388	-0,5095 **-0,6249**	1					
Vaznost	**0,6034** -0,1191	**0,9293** 0,4621	-0,1177 -0,4437	0,5534 -0,1689	0,3167 0,4423	**-0,8885** -0,5374	1				
Tvrdost	-0,3841 0,0890	0,5087 -0,4270	-0,3258 0,0336	-0,1259 0,2148	-0,5129 -0,4257	0,4607 0,1590	-0,4356 -0,5655	1			
Vývin	**0,6084** 0,2447	**0,6823** 0,2060	0,0061 0,5149	0,2577 -0,3256	0,0408 -0,5753	-0,3646 0,5247	0,5717 0,1496	-0,3519 -0,1844	1		
Stabilita	0,4499 0,2930	0,3486 0,1567	0,0692 0,4658	-0,2402 -0,0827	0,0331 **-0,6760**	-0,1885 **0,6122**	0,2781 -0,2204	-0,5018 -0,1056	**0,6399** **0,7769**	1	

Pokles	-0,5206	**-0,6239**	0,0315	-0,1966	-0,3928	0,5082	**-0,7164**	0,4663	-0,3245	-0,2576	1
konzistence	**-0,7582**	**-0,7043**	-0,1452	**-0,7022**	-0,0764	0,0661	-0,0167	0,0798	-0,1616	-0,1655	

1. číslo – ekologický způsob, 2. Číslo – konvenční způsob pěstování; zvýrazněná čísla – statistická průkaznost

Z hodnocení vzájemných vztahů mezi obsahem N-látek a Zelenyho testem vyplynuly u obou způsobů pěstování statisticky průkazné, kladné korelace. Kladné, avšak statisticky neprůkazné korelace, byly zjištěny u ekologického i konvenčního způsobu pěstování mezi obsahem N-látek a obsahem lepku. Korelace mezi obsahem N-látek a číslem poklesu byla v případě ekologického systému pěstování záporná, zatímco v případě konvenčního systému byla kladná. Obě závislosti byly vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné. Žádné statisticky významné rozdíly nebyly nalezeny mezi obsahem N-látek a gluten indexem, ani mezi obsahem N-látek a měrným objemem pečiva. Korelační analýza vyhodnotila statisticky významnou, kladnou závislost mezi ukazateli obsah N-látek a vaznost mouky, ale pouze u ekologického způsobu pěstování. V rámci konvenčního způsobu pěstování byla vyhodnocena korelace jako slabá, záporná mezi těmito jakostními parametry. Obsah N-látek a tvrdost zrna nevykazovaly žádné statisticky významné závislosti ani v jednom způsobu pěstování. Dále byl statisticky významný a kladný korelační vztah vyhodnocen mezi obsahem N-látek a dobou vývinu těsta v rámci ekologického způsobu pěstování. V případě konvenčního způsobu pěstování byla korelace sice kladná, ale statisticky nevýznamná. Naopak mezi obsahem N-látek a poklesem konzistence byla v obou případech pěstování zjištěna záporná hodnota, slabá závislost u ekologického způsobu a silná u konvenčního způsobu.

Korelační analýzou byl vyhodnocen stav mezi Zelenyho testem a obsahem lepku, Zelenyho testem a číslem poklesu a Zelenyho testem a gluten indexem jako kladný v obou případech systému pěstování. Z hodnocení těchto vzájemných vztahů vyplynuly statisticky neprůkazné závislosti. Pouze v případě vztahu mezi Zelenyho testem a obsahem N-látek a Zelenyho testem a číslem poklesu v rámci konvenčního způsobu zemědělství je tendence blížit se k silné závislosti. Zelenyho test a měrný objem pečiva vykazují záporné hodnoty v obou systémech pěstování. V rámci ekologického způsobu se jedná o silnou závislost, v rámci konvenčního způsobu pak o slabou korelaci. Velmi silná a kladná závislost byla zjištěna mezi Zelenyho testem a vazností mouky v rámci ekologického způsobu pěstování. Hodnoty v konvenčním systému jsou také kladné, ale nebyly vyhodnoceny jako statisticky významné. Zelenyho test a tvrdost zrna nevykazují ani v jednom způsobu pěstování silnou závislost, avšak u ekologického systému se jedná o hodnotu kladnou, u konvenčního způsobu pěstování o hodnotu zápornou. Silný a kladný vztah mezi Zelenyho testem a dobou vývinu vyšel v rámci ekologického zemědělství, zatímco v konvenčním je tento vztah sice kladný, ale slabý. Záporné, statisticky významné vztahy v obou způsobech zemědělství, byly zjištěny mezi Zelenyho testem a poklesem konzistence.

Ze vzájemných korelačních vztahů mezi obsahem lepku a ostatními jakostními a reologickými parametry vyplývají statisticky nevýznamné vztahy v obou systémech pěstování. Výjimkou je obsah lepku a měrný objem pečiva, kde byla zjištěna významná a zároveň kladná závislost v rámci konvenčního způsobu pěstování.

Dále byly korelační analýzou hodnoceny vztahy mezi číslem poklesu a obsahem N-látek, obsahem lepku a Zelenyho testem, které jsou uvedeny v předchozím odstavci. Korelační vztah mezi číslem poklesu a gluten indexem vyšel jako kladný, ale statisticky nevýznamný. Naopak byla zjištěna záporná závislost mezi číslem poklesu a měrným objemem. V rámci ekologického systému pěstování se jednalo o silnou závislost, u konvenčního způsobu o závislost slabou. Dále byla vyhodnocena silná záporná závislost mezi číslem poklesu a poklesem konzistence u konvenčního způsobu pěstování. Ekologický systém byl v těchto parametrech vyhodnocen jako záporný, ale slabý. Vzájemné korelační vztahy mezi číslem poklesu a vazností mouky, tvrdostí zrna, dobou vývinu a stabilitou byly vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné.

Jakostní parametr gluten index vykazuje statisticky významnou, zápornou závislost pouze ve vztahu k měrnému objemu a stabilitě těsta. Obě hodnoty jsou vztaženy ke konvenčnímu způsobu pěstování. Hodnota korelace mezi gluten indexem a měrným objemem pečiva v rámci ekologického způsobu pěstování je sice považovaná za statisticky nevýznamnou, ale je zde tendence této hodnoty přibližovat se ke statisticky významné oblasti. Hodnoty korelace k ostatním jakostním a reologickým parametrům nejsou statisticky významné.

Měrný objem pečiva vykazuje silnou, zápornou závislost k Zelenyho testu (ekologický způsob pěstování), silnou, kladnou závislost k obsahu lepku (konvenční způsob pěstování), silnou, zápornou k číslu poklesu (ekologický způsob pěstování), ke gluten indexu (konvenční způsob pěstování), k vaznosti mouky (ekologický způsob pěstování) a silnou, kladnou závislost ke stabilitě (konvenční způsob pěstování). Korelační analýzou byly vyhodnoceny ostatní vztahy jako statisticky nevýznamné. Vztah v rámci konvenčního způsobu pěstování mezi měrným objemem a Zelenyho testem, číslem poklesu a vazností vyšel záporný. Záporný dále vyšel mezi měrným objemem a gluten indexem, vývinem těsta a stabilitou v rámci ekologického systému. Ostatní hodnoty vyšly kladné.

Silný vztah u jakostního parametru vaznost byl zjištěn ve vztahu k N-látkám, kdy se jednalo o kladnou závislost v rámci ekologického systému pěstování, dále k Zelenyho testu, také v rámci ekologického zemědělství. Silná, záporná závislost vaznosti byla vyhodnocena k měrnému objemu a poklesu konzistence – obě v rámci ekologického systému.

Za zmínku stojí záporný vztah mezi vazností mouky a tvrdostí zrna, kde se sice neprojevil statisticky významný rozdíl, ale ukazuje se trend, který by se v případě většího množství pozorování mohl projevit jako záporná, statisticky významná závislost. Toto platí i v případě vztahu vaznosti mouky s měrným objemem v rámci konvenčního způsobu pěstování. Korelační vztah mezi vazností mouky a dobou vývinu je slabý a kladný v obou případech systému pěstování. U vztahu vaznosti ke stabilitě se tento trend nepotvrdil. V případě ekologického systému se jedná o kladnou a slabou závislost, v případě konvenčního systému pak o zápornou a slabou závislost.

Jakostní ukazatel tvrdost zrna nevykazuje žádné významné vztahy s ostatními hodnocenými parametry. Pouze se ukazuje trend na možnou silnou, zápornou korelaci mezi tvrdostí zrna a vazností mouky.

V rámci reologického hodnocení se projevila jediná silná závislost, a to mezi dobou vývinu těsta a jeho stabilitou. Jedná se o kladnou závislost v rámci obou systémů pěstování. Korelační vztah mezi poklesem konzistence a dobou vývinu těsta a jeho stabilitou byl vyhodnocen jako slabá, záporná závislost (oba systémy pěstování). Ve vztahu k ostatním jakostním parametrům byly reologické parametry hodnoceny v předchozích odstavcích.

4.3.4 Senzorické vyhodnocení

Výsledky senzorického hodnocení mezi ekologickými a konvenčními vzorky pšenice uvedené v příloze v tabulce 23 a 24 jsou zobrazeny pomocí paprskového grafu. Jedná se o technologické vlastnosti těsta, vzhled, tvar výrobku, parcelace, pružnost a pórovitost střídky a chuťový vjem. Výška, šířka pečiva a poměr výška/šířka byly v textu vyhodnoceny pomocí sloupcového grafu. Měrný objem pečiva byl vyhodnocen v kapitole číslo 4.3.1.9.

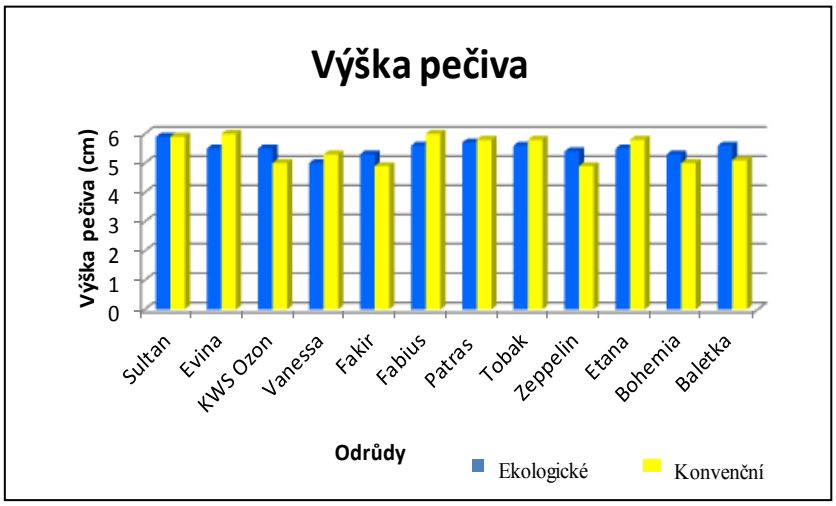
4.3.4.1 Výška a šířka pečiva

Výsledky uvedené v grafu číslo 14 Výška pečiva a 15 Šířka pečiva jsou průměrné hodnoty získané ze tří měření. Z grafu Výška pečiva vyplývá, že největší výšky pečiva dosáhly odrůdy pěstované konvenčním způsobem – Evina a Fabius (jakostní skupina E). Vysokých hodnot jak v rámci ekologického způsobu pěstování, tak i konvenčního způsobu pěstování dosáhla odrůda Sultan, Patras, Tobak a Etana. Nejnižší hodnota výšky pečiva byla měřena u odrůdy Vanessa (v ekologickém i konvenčním způsobu pěstování).

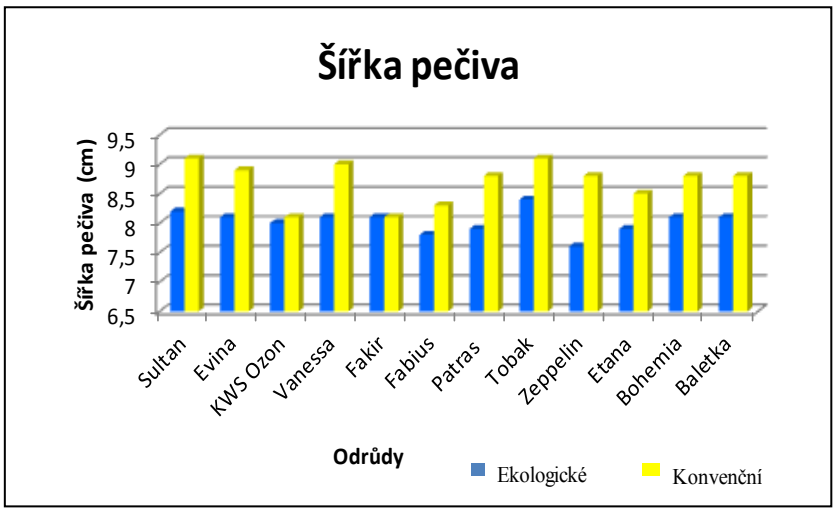
Z grafu číslo 15 Šířka pečiva jednoznačně vyplývá, že výrazně větších hodnot bylo dosaženo u pečiva z konvenčně pěstovaných odrůd pšenice s výjimkou odrůdy Fakir, kde

byly naměřeny stejné hodnoty. Nejširší klonky byly zjištěny u odrůdy Sultan, Vanessa a Tobak, jejichž hodnoty dosahují 9,0 cm. Výška pečiva ekologicky pěstovaných odrůd pšenice se pohybuje nejčastěji v rozmezí 7,9 – 8,1 cm.

Graf 14 Výška pečiva



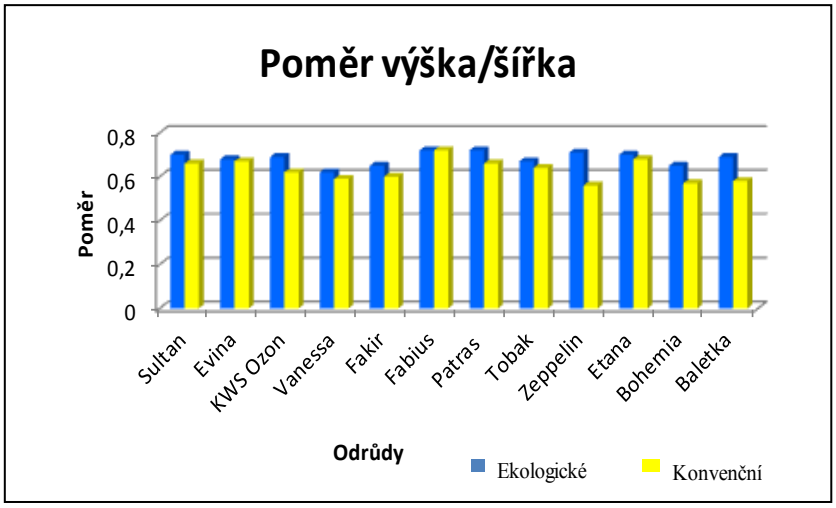
Graf 15 Šířka pečiva



4.3.4.2 Poměr výška/šířka pečiva

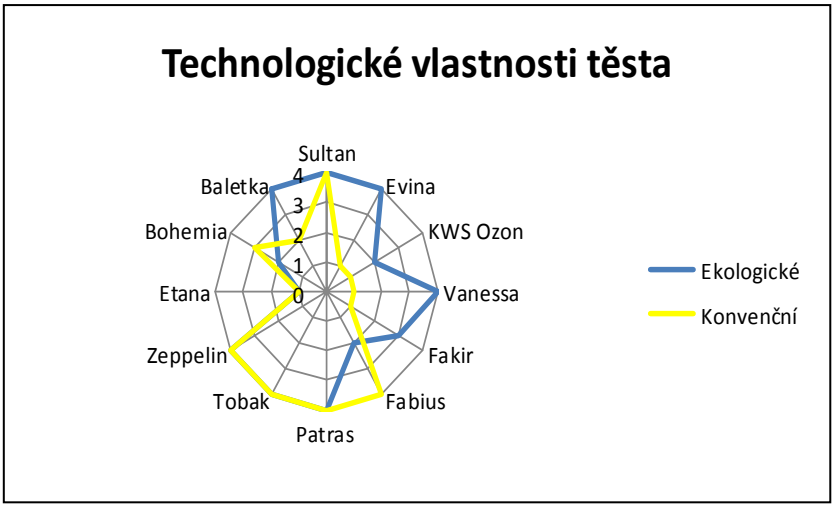
Hodnoty z grafu číslo 16 jsou hodnoty získané výpočtem. Hodnoty z grafu potvrzují výsledky z grafů Výška a Šířka pečiva. Ve všech případech je vyšší poměr zjištěn u ekologicky pěstovaných odrůd. Pouze odrůda Fabius dosáhla stejné výsledné hodnoty.

Graf 16 Poměr výška/šířka pečiva



4.3.4.3 Technologické vlastnosti těsta

Graf 17 Technologické vlastnosti těsta

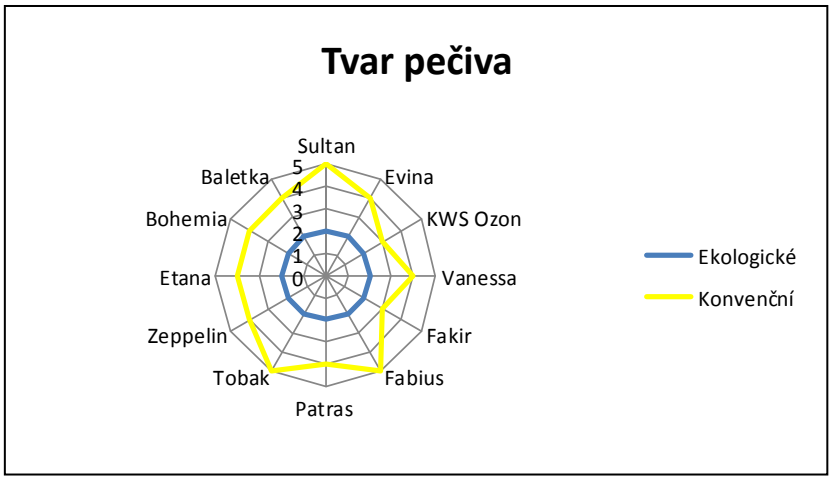


Nejlepších technchnologických parametrů pečiva dosáhla odrůda Sultan, Patras, Tobak a Zeppelin pěstovaná ekologickým i konvenčním způsobem. Těsto bylo hodnoceno jako pružné a nelepivé. U odrůd Evina a Vanessa byly zaznamenány výrazné rozdíly mezi ekologickými a konvenčními vzorky. Technologické vlastnosti obou odrůd ekologicky pěstovaných byly hodnoceny jako pružné a nelepivé, zatímco u odrůd pěstovaných konvenčním způsobem byly technické vlastnosti hodnoceny jako nepružné a lepivé. Nejhůře v senzorickém hodnocení těchto vlastností v rámci ekologického i konvenčního způsobu pěstování dopadla odrůda Etana. Pouze odrůda Bohemia pěstovaná konvenčním způsobem byla hodnocena v těchto parametrech lépe, než ekologickým způsobem pěstování. Evina, KWS Ozon, Vanessa a Etana byly hodnoceny jako nepružné, lepivé a trhaly se.

4.3.4.4 Tvar pečiva

Z grafu číslo 18 je patrné, že pečivo získané z ekologicky pěstované pšenice mělo stejný tvar a bylo hodnoceno jako méně klenuté. Pečivo získané z konvenčních vzorků dosahovalo ve všech odrůdách lepších tvarů. U odrůd Sultan, Fabius a Tobak byl senzoricky zjištěn nejlepší tvar, který byl hodnocen jako dobře klenutý. Méně klenutý tvar měl z konvenčně pěstovaných odrůd pouze KWS Ozon.

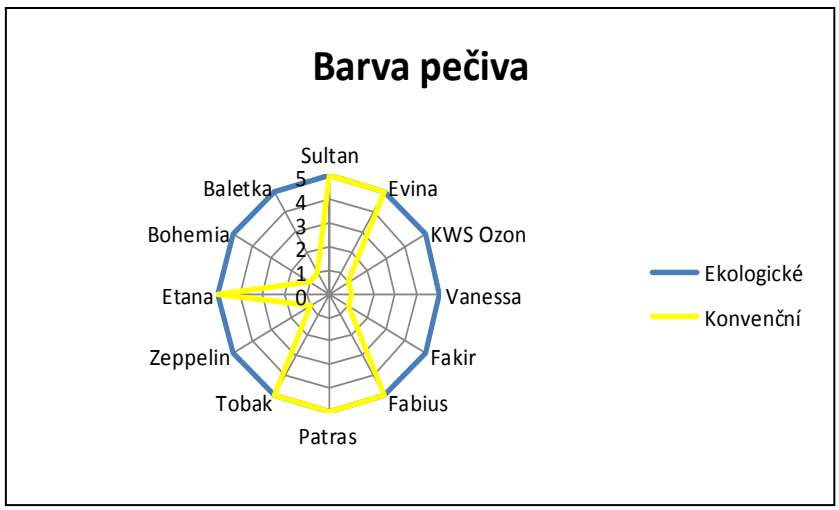
Graf 18 Tvar pečiva



4.3.4.5 Barva pečiva

Žádná variabilita nebyla zjištěna u senzorického hodnocení barvy pečiva (graf 19) v rámci ekologicky pěstovaných odrůd. Jejich barva byla zhodnocena jako normální, typicky pečivová. Této míry hodnocení dosáhly u konvenčního způsobu pěstování odrůdy Sultan, Evina, Fabius, Patras, Tobak a Etana. Pečivo z odrůdy KWS Ozon, Vanessa, Fakir, Zeppelin, Bohemia a Baletka bylo světlé.

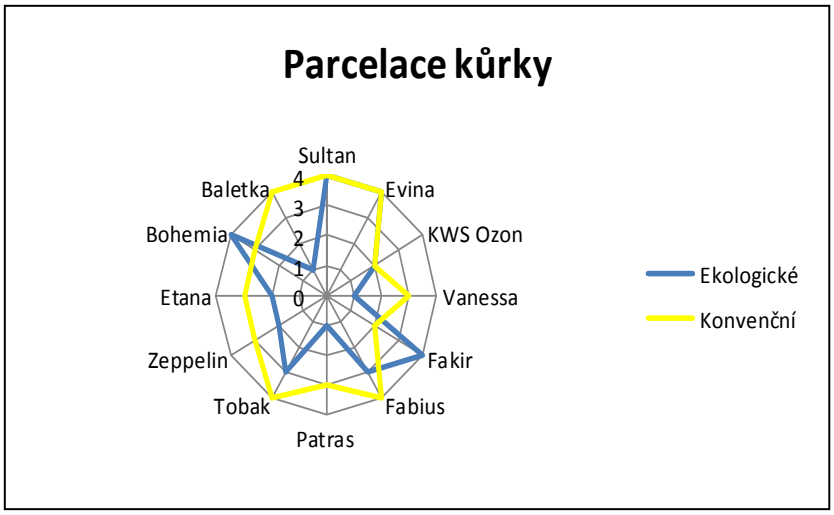
Graf 19 Barva pečiva



4.3.4.6 Parcelace

Jako velmi dobrá byla parcelace hodnocena u odrůd Sultan a Evina pěstované obě jak ekologickým, tak i konvenčním způsobem pěstování. Dále byla velmi dobrá parcelace zjištěna u odrůdy Fabius, Tobak a Baletka v rámci konvenčního způsobu pěstování a u odrůdy Fakir v rámci konvenčního způsobu pěstování. Neznatelná parcelace byla hodnocena u ekologicky pěstovaných odrůd Vanessa, Patras a Baletka. Lepší parcelaci vykazují v rámci ekologického zemědělství oproti konvenčnímu pouze odrůdy Fakir a Bohemia.

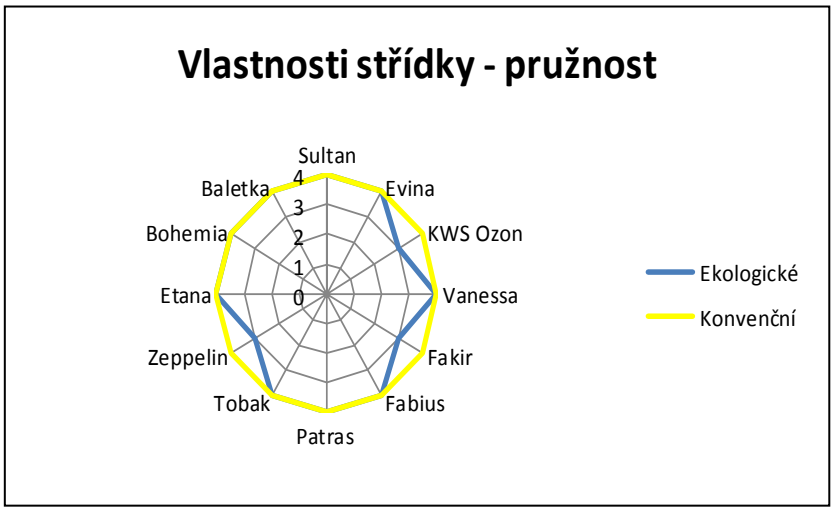
Graf 20 Parcelace



4.3.4.7 Pružnost střídky

Pružnost střídky (graf 21) byla hodnocena u odrůd pěstovaných konvenčním způsobem ve všech případech stejně – dobrá, jemná. Stejných výsledků v rámci ekologického pěstování dosáhly odrůdy Sultan, Evina, Vanessa, Fabius, Patras, Tobak, Etana, Bohemia a Baletka. U zbylých odrůd, KWS Ozon, Fakir a Zeppelin byla pružnost střídky hodnocena jako dostatečná.

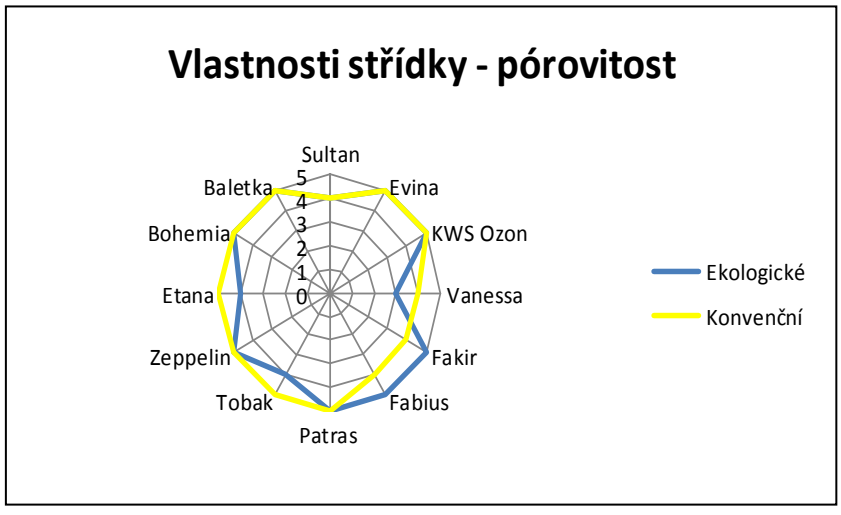
Graf 21 Pružnost střídky



4.3.4.8 Pórovitost střídky

Z grafu 22 vyplývá, že nejlepšího hodnocení pórovitosti střídky (rovnoměrná střídka, jemné stěny a střední póry) dosahují odrůdy pěstované jak v ekologickém, tak i v konvenčním systému pěstování. Jedná se o odrůdy Evina, KWS Ozon, Patras, Zeppelin, Bohemia a Baletka. Tohoto hodnocení dále dosahují odrůdy Fakir a Fabius pěstované ekologickým způsobem a odrůda Tobak, pěstovaná konvenčním způsobem zemědělství. Nejhůře v hodnocení dopadla odrůda Vanessa (ekologický způsob pěstování), která dosáhla nerovnoměrné pórovitosti, hrubší stěny a menších dutin.

Graf 22 Pórovitost střídky

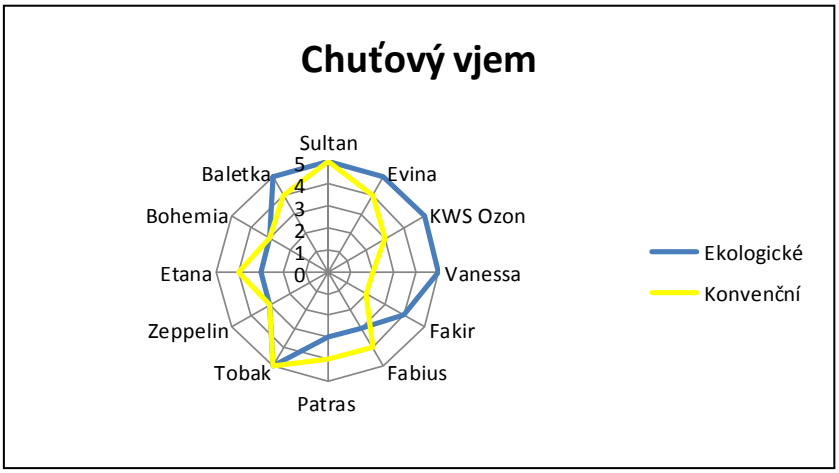


4.3.4.9 Chuťový vjem

Chuťový vjem byl porovnáván v grafu 23. Velmi dobrá, typicky pečivová chuť byla zjištěna u odrůd Sultan, Tobak (v rámci ekologicky a konvenčně pěstovaných odrůd), Evina,

KWS Ozon, Vanessa a Baletka (ekologicky pěstované odrůdy). Pečivo pocházející z konvenčně pěstovaných odrůd nedosahuje tak dobrého chuťového vjemu jako ekologické vzorky, které byly hodnoceny spíše jako dobré či méně dobré. Nejhůře z celého hodnocení dopadla odrůda Vanessa (konvenční způsob pěstování), která byla hodnocena jako mdlá.

23 Chuťový vjem



5 Diskuze

Kromě reologického hodnocení, které je diskutováno později v této kapitole, bylo provedeno měření jakostních parametrů zrna, potažmo mouky a následně byl proveden pekařský pokus a senzorické hodnocení pečiva.

U čísla poklesu byly zaznamenány vysoké hodnoty pohybující se nejčastěji v rozmezí od 350 do 415 s. V průměru byly o něco vyšší u konvenčně pěstovaných odrůd. Hodnot čísla poklesu přes 400 s dosáhly odrůdy Evina, Fabius, Etana, Fakir, Patras, Zeppelin a KWS Ozon (konvenčně pěstované) a odrůdy Patras, Zeppelin (ekologicky pěstované). Všechny odrůdy splnily požadavek pro zařazení do elitní jakostní skupiny, kromě konvenčně pěstované odrůdy Sultan. Vysoké hodnoty indikují nízkou enzymovou aktivitu vedoucí k nízkému objemu pečiva. Toto tvrzení podporuje i vzájemný záporný korelační vztah mezi oběma parametry. Výrazně silnější se projevila korelace u ekologicky pěstovaných odrůd, u konvenčně pěstovaných odrůd se dá usuzovat na možný trend mezi parametry. Situaci jakostních ukazatelů pro pšenici ozimou pro rok 2013 popsali též Krejčířová a Příhoda. Tato studie ukazuje také na hodnoty čísla poklesu vyšší než 300 s. Nízká nebo naopak vysoká enzymatická aktivita, která vzniká v důsledku startu procesu klíčení zrna, poškozuje zásobní látky endospermu pšeničného zrna. Proces klíčení může být spojován s nízkými teplotami, vysokou vlhkostí půdy (Gooding, 2010), s pomalým sušením obilí, výkyvy teplot v posklizňovém období, velkými rozměry a hmotností zrna a vlastnostmi endospermu (Clarke et al., 2004; Farrell a Kettlewell, 2008).

Z výsledků Zelenyho testu jsou patrné nízké hodnoty u obou systémů pěstování. Dle Jirsy, Polišenské a Sedláčkové (2013) jsou hodnoty Zelenyho testu oproti ostatním rokům spíše průměrné. Nejvyššího sedimentačního indexu bylo dosaženo u elitní odrůdy Fabius (konvenční způsob pěstování), dále pak u odrůd pěstovaných ekologickým způsobem – Fakir a Zeppelin (jakostní skupina A). Nejnižší hodnota byla zjištěna u odrůdy Vanessa (ekologický systém pěstování). V tomto případě se potvrdily výsledky z jiných studií (Krejčířová, Capouchová a Petr, 2007; Krejčířová et al., 2006). U všech odrůd byla naměřena hodnota Zelenyho testu mezi 20 – 30 ml. Průměrné hodnoty v rozmezí 38 – 42 ml jsou ukazatelem pekárenské kvality pšeničných bílkovin (Beldrok et al., 2000). Zelenyho test dle Eckert et al. (1993) pozitivně koreluje s obsahem bílkovin a objemem pečiva. Kladná a silná závislost byla potvrzena i v této práci, ale pouze ve vzájemném vztahu k obsahu N-látek. V případě vzájemné korelace mezi Zelenyho testem a měrným objemem byla v tomto případě zjištěna negativní korelace. V rámci ekologického způsobu pěstování se jednalo o silnou závislost,

u konvenčního způsobu pak o slabou závislost. U této závislosti se nepodařilo najít vysvětlení, proč vyšla takováto vzájemná korelace. Vzájemné vztahy mezi Zelenyho testem a reologickými vlastnostmi jsou uvedeny níže.

Pšenice z ekologického systému zemědělství je rozdílná v řadě jakostních ukazatelů ve srovnání s konvenčně pěstovanou pšenicí. Nejvýznamnějším rozdílem je obsah N-látek díky absenci dusíkatých hnojiv v ekologickém způsobu pěstování (Krejčířová et al., 2006). Obsah N-látek, stejně jako Zelenyho test, velmi nízký. V rámci ekologického zemědělství se i v tomto měření projevila absence dusíkatých hnojiv a u většiny odrůd byly naměřeny nižší hodnoty obsahu N-látek oproti odrůdám pěstovaným konvenčním způsobem. Obsah N-látek je jediný jakostní ukazatel, ve kterém se projevily rozdíly mezi odrůdami z různých jakostních tříd, a to především u konvenčně pěstovaných odrůd. Nejvyšší obsah N-látek byl naměřen u elitních odrůd Evina a Fabius, jejichž hodnoty činily přes 10,00 % obsahu N-látek. Ani tyto výsledky by však odrůdy Evina a Fabius nezařadily do kategorie potravinářská pšenice. Stabilní a poměrně vysoké obsahy N-látek byly zjištěny u ekologicky pěstovaných odrůd zařazených do jakostní skupiny A. Prugar (1999) uvádí, že odrůdy z jakostních skupin E a A si zachovávají své geneticky podmíněné rozdíly ve znacích pekařské jakosti a chovají se jako technologicky lepší, kvalitnější odrůdy i při ekologickém způsobu pěstování. Nejnižší obsah N-látek byl zjištěn u chlebové odrůdy Baletka (konvenční způsob pěstování), Etana (jakostní skupina A) a u odrůdy z jakostní skupiny C – Vanessa (ekologický způsob pěstování). Jejich hodnoty dosahovaly pouze rozmezí od 7,6 – 7,9 % obsahu N-látek. Nízký obsah N-látek u odrůd pěstovaných v roce 2013 je možné vysvětlit vysokými výnosy zrna v tomto roce, které činily 5,75 t/ha (www.czso.cz) a tím mohlo dojít ke zřeďujícímu vlivu na obsah N-látek. Jako spíše průměrné hodnotili obsah N-látek v pšenici za rok 2013 Jirsa, Políšenská a Sedláčková. Vzájemný vztah N-látek a Zelenyho testu byl diskutován výše, stejně tak i vztah k reologickým parametrům, který je diskutovaný níže v textu.

Průměrné hodnoty obsahu lepku v sušině zrna vypěstovaného konvenčním způsobem byly v rozmezí 18,00 – 27,78 %. Nejvyššího obsahu lepku v rámci tohoto souboru dosáhla chlebová odrůda Tobak. Odrůdy jakostních skupin A a E vykazují obsah lepku mezi 22,00 – 26,00 %, výjimkou je odrůda Fakir s obsahem lepku 15,36 %. Svou roli měkkých odrůd potvrdily v tomto jakostním parametru odrůdy KWS Ozon a Vanessa (jakostní skupina C). U odrůdy Vanessa byl lepek tak slabý, že se na přístroji Glutomatic nevypral a byl praný ručně. Odrůdy pěstované ekologickým způsobem dosahovaly výrazně nižších hodnot obsahu lepku, který byl hůře vypíratelný na přístroji Glutomatic. Nejvyšší hodnoty byly získány u odrůd řazených do jakostní skupiny A – Sultan. Naopak odrůdy Fakir, Baletka, KWS Ozon

a Vanessa měly příliš slabý lepek, který musel být praný ručně. Podle Krejčířové a Příhody (2013) byly nižší hodnoty obsahu lepku naměřeny ve středních a jižních Čechách, kde se vyskytuje jak oblast Stupice, tak i Uhříněves. Obsahy lepku vyšly v tomto měření nízké. Jedná se o lepky nízké kvality a jsou charakterizovány jako málo pružné a více viskózní. Dle studie Khatkar, Bell a Schofield (1995) vykazuje obsah lepku významnou pozitivní korelaci s měrným objemem pečiva. Khatkar a Schofield (2002a) dodávají, že tato korelace může dosahovat až 73 %. V našem případě se tato situace nepotvrdila. Oba systémy pěstování vykazují velmi slabou závislost, v případě ekologického způsobu pěstování dokonce závislost zápornou. Nepodařilo se vysvětlit, proč vyšla mezi těmito ukazateli takováto závislost.

Gluten index je pouze orientační pomocná metoda pro hodnocení lepku a v této práci se jí nepřikládá významný pohled. U téměř všech odrůd vyšla hodnota gluten indexu 100, což ukazuje na příliš tuhý lepek a to vede ke vzniku malého objemu pečiva.

Objemová hmotnost zrna je jaksotní parametr výrazně ovlivněný počasím. Z konvenčního způsobu pěstování nesplnila kritéria pro objemovou hmotnost pro zařazení do potravinářské pšenice pouze odrůda Vanessa. V rámci ekologického systému se pak jedná o odrůdu Tobak.

Tématem této diplomové práce bylo ověřit, zda kromě jakostních ukazatelů, které se využívají běžně pro zařazení odrůd do jakostní skupiny, mohou také reologické znaky ovlivnit toto zařazení a pomoci k predikci následného využití mouky pro výrobu konkrétního druhu pečiva. V technologii zpracování obilovin je reologie široce uznávaná jako cenný nástroj posouzení pekařské kvality mouky. Reologická měření napodobují chování materiálů při zpracování a pomáhají předvídat kvalitu konečného produktu (Dobraszczyk a Morgenstern, 2003).

Naměřené hodnoty reologických parametrů jsou uvedeny v tabulce číslo 10 a 11 v kapitole 4.3.2. Dále jsou hodnoty porovnávány graficky (graf číslo 4 – Vaznost mouky, graf číslo 11 - Doba vývinu těsta, graf číslo 12 – Stabilita těsta a graf číslo 13 - Pokles konzistence).

Z farinografického hodnocení nelze říci, že konvenčně vypěstované odrůdy pšenice dosáhly lepších výsledků než odrůdy pěstované ekologickým způsobem, jako tomu bylo ve studii dle Krejčířová, Capouchová a Petr (2007). Ekologicky pěstované odrůdy dosáhly v průměru lepší vaznosti než odrůdy z konvenčního způsobu pěstování. Naopak konvenčně pěstované odrůdy vykazují mírnější pokles konzistence a delší dobu stability. V případě doby vývinu těsta nelze z výsledků říci, který způsob pěstování vykazuje lepší výsledky.

Vaznost je jakostní ukazatel, který ovlivňuje stabilitu a výtěžnost mouky. Čím vyšší je vaznost, tím vyšší se udává i objem pečiva (Zimolka et al., 2005). V případě této diplomové práce se takové závěry zcela nepotvrdily. Nejvyšší vaznosti z celého měřeného souboru odrůd dosáhla odrůda Fakir (jakostní skupina A), pěstovaná oběma způsoby zemědělství. Hodnota vaznosti činila u ekologické odrůdy 57,2 %, u konvenční odrůdy 56,0 %. Odrůda KWS Ozon dosáhla překvapivě vysokých hodnot vaznosti, které by mohly tuto odrůdu posunout do vyšší jakostní třídy. Ostatní odrůdy nedosahují hodnot, které by odpovídaly jejich zařazení do dané jakostní třídy.

Nejvyšší hodnoty měrného objemu dosáhly odrůdy Vanessa (ekologický způsob hospodaření) a Tobak (konvenční způsob hospodaření). Odrůdy, u kterých byla naměřena vyšší hodnota vaznosti, vykazují ve většině případů nízké hodnoty měrného objemu a naopak. Na tento fakt ukazuje i korelační koeficient, který v tomto případě vyšel jako silná závislost, ale zároveň jako záporná. Tento výsledek je v rozporu se studií Hanišové a Horčičky (2002), kteří uvádí významnou korelaci mezi objemem pečiva a vazností.

Doba vývinu těsta se v rámci naměřených hodnot pohybovala nejčastěji kolem 1 minuty 30 sekund až 1 minuty 45 sekund. Nejdelší dobu vývinu měly odrůdy Tobak 3 minuty a Fabius 2 minuty 15 sekund (pěstované konvenčním způsobem). Jak vyplývá z výsledků, doba vývinu může být variabilní, což bývá časté. U měkkých odrůd kolem 2 – 6 minut, u pšenic tvrdých i více než 10 minut. Z výsledků měření je patrné, že ani jedna odrůda nedosáhla delší doby vývinu a dle tohoto kritéria jsou řazeny spíše mezi odrůdy měkké.

Doba stability křivky a pokles konzistence u těsta charakterizují odolnost těsta vůči mechanickému a mechanicko-chemickému namáhání. U tvrdé pšenice bývá pokles mírný a může trvat i několik minut (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Pouze jediná odrůda neklesla pod hodnotu 500 FJ (farinografických jednotek). Ale ani ostatní odrůdy nevykazují výraznější pokles. Měření se nejčastěji pohybuje v rozmezí od 50 do 80 FJ. Za zmínku stojí odrůda Evina, (jakostní skupina E), jejíž doba stability trvala 2 minuty 15 sekund a křivka klesla jen o 30 FJ (konvenční způsob pěstování). Podobných hodnot dosáhla odrůda KWS Ozon (v obou systémech pěstování), řazená dle ÚKZÚZ do jakostní třídy – nevhodná pro potravinářské účely. Velmi vysoké stability a poměrně mírného poklesu bylo naměřeno u odrůdy Tobak (jakostní skupina B) pěstované ekologickým způsobem. V praxi takovéto výsledky ukazují, že těsto bude lépe držet při dlouhém mechanickém zpracování.

V rámci reologického hodnocení se projevila jediná silná korelační závislost, a to mezi dobou vývinu těsta a jeho stabilitou. Jedná se o kladnou závislost v rámci obou systémů

pěstování. Korelační vztah mezi poklesem konzistence a stabilitou těsta (oba systémy pěstování) byl vyhodnocen jako záporná, ale slabá závislost, jak bylo očekáváno.

Vývin doby těsta závisí na kvalitě lepku, zatímco stabilita a stupeň změknutí (pokles konzistence) jsou parametry ukazující na kvalitu lepku a popisují viskoelastické vlastnosti vytvořeného komplexu (Hadnadey et al., 2011). Z výsledků měření lze vyvodit středně silnou závislost mezi dobou vývinu a obsahem lepku u konvenčně pěstovaných odrůd. U ekologicky pěstovaných odrůd se tato závislost nepotvrdila a můžeme říci, že se jedná o extrémně slabou závislost. Mezi obsahem lepku a stabilitou těsta a poklesem konzistence nebyla nalezena významná závislost. Rovněž byly zaznamenány kladné korelace mezi dobou vývinu těsta a jeho stabilitou a obsahem N-látek a Zelenyho testem. V rámci ekologického způsobu pěstování byly vztahy hodnoceny jako silnější než u konvenčního způsobu pěstování. Mezi poklesem konzistence a ostatními parametry pak převažovaly korelace záporné, ale silné. Tyto závěry se shodují se závěry získaných ze studie od Krejčířové, Capouchové a Petra (2007). Ke stejným závěrům došel i Hubík (1995).

Ze vztahu mezi měrným objemem pečiva a reologickými vlastnostmi nelze v této práci usuzovat na konkrétní závěry i přes to, že studie často potvrzují významné výsledky. Například Stojceska et al., (2007) uvádí ve své studii významnou závislost mezi stabilitou a měrným objemem pečiva. V rámci měření byla zjištěna statisticky významná, kladná korelace mezi měrným objemem a dobou vývinu a stabilitou těsta u konvenčního způsobu pěstování. U ekologického systému byl zjištěn opačný vztah, který potvrzuje i studie od Ktenioudaki, Butler a Gallagher (2010). Mezi měrným objemem pečiva a poklesem konzistence byla korelace slabá a záporná, což dokazuje i studie od Krejčírové, Capouchové a Petra (2007). Měrný objem pečiva je jedním z důležitých ukazatelů, který určuje přijatelnost pro spotřebitele. Řada publikací spojuje reologické vlastnosti právě s tímto ukazatelem, ale výsledky korelačních koeficientů jsou velmi rozdílné (Tronsmo et al., 2003), stejně, jako je tomu i v případě výsledků této diplomové práce. Existuje celá řada faktorů, které ovlivňují korelační koeficienty mezi reologickými vlastnostmi a měrným objemem pečiva. Patří mezi ně typ použitého materiálu, velikost vzorku, obsah bílkovin ve vzorku mouky (Stojceska a Butler, 2010) a také obsah vody a škrobu (Song a Zeng, 2007). Jedním z hlavních důvodů proč se korelace provádějí, je očekávání, že získáme vztahy mezi dvěma a více parametry, které pak mohou být použity pro predikci jakosti pečiva. Důležité je také upozornit na fakt, že mouka je živý organismus a my nikdy dopředu nemůžeme vědět, jak se v danou chvíli bude chovat a jaké výsledky nám vyjdou.

Na závěr jsou zdokumentovány výsledky senzorického hodnocení upečených housek. Z grafů v kapitole 4.3.4 Senzorické hodnocení vyplývá, že nejlepších senzorických vlastností dosahuje odrůda Sultan (jakostní skupina A) a Tobak (jakostní skupina B) v obou systémech pěstování. Obě odrůdy vykazují i dobrý měrný objem pečiva. Dále výborných senzorických vlastností v obou systémech pěstování dosahují odrůdy Fabius (elitní jakostní skupina) a Patras (jakostní skupina A), u kterých ale měrný objem pečiva nedosahuje tak vysokých hodnot. Velké rozdíly mezi ekologickými a konvenčními odrůdami jsou u odrůd Vanessa a Fakir. Lépe byly tyto odrůdy hodnoceny v rámci ekologického způsobu pěstování. Tyto výsledky jsou potrzeny zvláště u odrůdy Vanessa i výbornými hodnotami měrného objemu.

6 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala využitím farinografického hodnocení těsta pro predikci jakosti pečiva. Pro komplexní zhodnocení kvality zrna byly zjišťovány pekárenské jakostní ukazatele. Na závěr bylo provedeno senzorické hodnocení pečiva.

Farinografické ukazatele nevykazují významné rozdíly mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami. Ekologicky pěstované odrůdy dosáhly vyšší vaznosti. Naopak konvenčně pěstované odrůdy vykazují mírnější pokles konzistence a delší dobu stability. Z výsledků měrného objemu pečiva (ml/100 g) nevyplývá významný rozdíl mezi oběma způsoby pěstování. Hodnoty měření obsahu N-látek, obsahu lepku a Zelenyho testu vyšly velmi nízké, což by se dalo vysvětlit vysokým výnosem zrna v roce 2013, který činil 5,75 t/ha. Díky tomu mohlo dojít ke zřeďujícímu efektu na obsah N-látek. Naopak číslo poklesu dosahuje vysokých hodnot. Vyšší hodnoty v těchto jakostních ukazatelích byly naměřeny u odrůd v rámci konvenčního způsobu pěstování.

Jedny z nejlepších výsledů byly naměřeny u odrůdy Tobak (jakostní skupina B) pěstované konvenčním způsobem zemědělství. Tobak dosáhl největšího měrného objemu, zároveň vykazuje dlouhou dobu stability a mírný pokles konzistence. V jakostních parametrech dosáhla tato odrůda také lepších výsledků oproti ostatním odrůdám. Jedná se o jakostní parametry: obsah N-látek, obsah lepku, gluten index a Zelenyho test. Stejně tak bylo u této odrůdy získáno velmi dobré senzorické hodnocení. Tyto výsledky se u odrůdy Tobak nepotvrdily v rámci ekologického způsobu pěstování. Naopak nejhorších výsledků v jakostních parametrech i reologických vlastnostech dosahuje odrůda Vanessa (oba způsoby pěstování). I přes špatné výsledky dosáhla Vanessa velmi dobrého měrného objemu pečiva.

Výsledky této diplomové práce ukazují, že zařazení reologických hodnocení přispělo k lepšímu vyhodnocení jakostních parametrů a pomohlo odhalit některé odrůdy, které by na základě tohoto hodnocení, mohly být zařazeny do vyšších jakostních skupin či naopak.

7 Seznam použité literatury

Abang Zaidel, D. N., Chin, N. L., Yusof, Y. A. 2010. A Review on Rheological Properties a Measurements of Dough a Gluten. *Journal of Applied Sciences*. 10. 2478-2490.

Addo, K., Pomeranz, Y. 1991. Lipid binding a fatty acid distribution in flour, dough a baked a steamed bread. *Cereal Chemistry*. 68. 570–572.

Anderssen, R. S. 2007. Wheat–flour dough rheology. In: Belton, P. (Ed.), *The Chemical Physics of Food*. Blackwell Publishing, Oxford.

Arendt, E. K., Zannini, E. 2013. Wheat a other Triticum grains. *Cereal Grains for the Food a Bevarage Industries*. 1 – 66.

Atwell, W. A., Hood, L. F., Lineback, D. R., Varriano-Marston, E., Zobel, H. F. 1988. The terminology a methodology associated with basic starch phenomena. *Cereal Foods World.* 33. 306–311.

Baker, J. C., Mize, M. D. 1941. The origin of the gas cell in bread dough. *Cereal Chemistry*. 19. 84–94.

Belderok, B., Mesdag, J., Donner, D. A. 2000. Bread-Making Quality of Wheat. A century of breeding in Europe. Part One: Developments in bread-making processes. Part Two: Breeding for bread-making quality in Europe. *Dordrecht, Kluwe Academic Publishers*. 416.

Belton, P. S. 1999. On the elasticity of wheat gluten. *Journal of Cereal Science*. 29. 103–107.
Bicanová, E., Capouchová, I., Krejčířová, L., Petr, J., Erhartová, D. 2006. The effect of growth structureon organic winter wheat quality. Zemdirbyste / Agriculture. 93. 297-305.
Bloksma, A. H. 1964. Rheology of bread dough at slow deformation. *Brot u. Gebäck*. 18. 173-181.

Bloksma, A. H., Bushuk,W. 1988. Rheology a chemistry of dough. In: Pomeranz, Y. (Ed.), Wheat: Chemistry a Technology. *American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN*. 131–218.

Bodnfil, D. J., Posner, E. S. 2012. Can bread wheat quality be determined by gluten index? *Journal of Cereal Science*. 56. 115 – 118.

Bordes, J., Branlard, G., Oury, F. X., Charmet, G., Balfourier, F. 2008. Agronomic characteristics, grain quality a flour rheology of 372 bread wheats in a worldwide core collection. *Journal of Cereal Science*. 48. 569–579.

Bowles, L. K. 1996. Amylolytic enzymes. In R. E. Hebeda, & H. F. Zobel (Eds.), Baked goods freshness. *Technology, evaluation, a inhibition of staling*. 105–129.

Burešová, I., Palík, S. 2009. Počasí jako faktor pekárenské kvality pšeničného zrna. *Obilnářské listy* 1/2009. [online]. [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: http://www.vukrom.cz/obilnarske-listy/pdf-ol/obil-listy-1-09.pdf.

Bushuk, W. 1989. Wheat proteins: Aspects structure that determine breadmaking quality. Protein quality a the effects of processing. *New York a Basel, Marcel Dekker, INC*. 345-369.

Bushuk W., Bekes, F. 2002. Contribution of protein to flour quality // Proceedings of the ICC Conference "Novel Raw Materials. *Technologies a Products- new Challenge for the Quality Control". – Budapest*. 14-19.

Campbell, G. M., Herrero-Sanchez, R., Payo-Rodriguez, R., Merchan, M. L., 2001. Measurement of dynamic dough density a effect of surfactants a flour type on aeration during mixing a gas retention during proofing. *Cereal Chemistry*.78. 272–277.

Capouchová,I. 2003. Vliv odrůdy a agroekologických faktorů na škrobárenskou a pečivárenskou jakost ozimé pšenice. Praha. 198.

Capouchová, I., Pter, J., Marešová, D. 2003. Evaluation of size distribution of starch granules in selected wheat varieties by the Low Angle Laser Light Scattering method. *Plant soil enviroment*. 49. 12–17.

Clarke, M. P., Gooding, M. J., Jones, S. A. 2004. The effects of irrigation, nitrogen fertilizer a grain size on Hagberg falling number, specific weight a blackpoint of winter wheat. *Journal of the Science of Food a Agriculture*. 84. 227 - 236.

Colonna, P., Bule´on, A. 1992. New insights on starch structure a properties. In *Cereal chemistry a technology*: A long past a a bright future. Proceedings of the ninth international cereal a bread congress. 25–42.

Cornell, H. J., Hovering, A. W., Chryss, A., Rogers, M. 1994. Particle – size distribution in wheatstarch a its importance in processing. *Starch-Stärke*. 46. 203 – 207.

Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B., Dugum, J. 2001. Gluten as a st aard of wheat flour quality. *Food Technology a Biotechnology*. 39. 353 – 361.

Český statistický úřad. 2014. Definitivní údaje o sklizni plodin 2013. [online]. [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: www.czso.cz

Dobraszczyk, B. J. 1997. Development of a new dough inflation system to evaluate doughs. *Cereal Foods World* 42, 516–519.

Dobraszczyk, B. J., Roberts, C. A. 1994. Strain hardening a dough gas cell-wall failure in biaxial extension. *Journal of Cereal Science.* 20. 265–274.

Dobraszczyk, B. J., Campbell, G. M., Gan, Z. 2000. Bread— a unique food. In: Dobraszczyk, B. J., Dendy, D. A. V. (Eds.). *Cereals a Cereal Products: Technology a Chemistry, Aspen Publishers, USA*. 19. 180-232.

Dobraszczyk, B. J., Smewing, J., Albertini, M., Maesmans, G., Schofield, J. D. 2003. Extensional rheology a stability of gas cell walls in bread doughs at elevated temperatures in relation to breadmaking performance. *Cereal Chemistry*. 80. 218–224.

Dobraszczyk, B. J., Morgenstern, M. P. 2003. Rheology a the Breadmaking Process. *Journal of Cereal Science*l. 38. 229-245.

Drapron, R., Godon, B. 1987. Role of enzymes in baking. In J. E. Kruger, D. Lineback, & C. E. Stauffer (Eds.). Enzymes a their role in cereal technology. *American Association of Cereal Chemists*. 281–324.

Duyvejonck, A. E., Lagrain, B**.,** Dornez, E., Delcour, J. A., Courtin, Ch. M. 2012. Suitability of solvent retention capacity tests to assess the cookie a bread making quality of European wheat flours. *LWT - Food Science a Technology*. 47. 56-63.

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.

Eliasson, A. C., Gudmundsson, M. 1996. Starch: Physicochemical a functional aspects. In A. C. Eliasson (Ed.). *Carbohydrates in food*. 431–503. New York, NY: Marcel Dekker.

Eliasson, A. C., Larsson, K. 1993. Cereals in breadmaking. *A molecular colloidal approach*. New York, NY: Marcel Dekker.

Faměra, O., Riljáková, B., Hálová, I., Erhartová, D. 2010. Wheat grain hardness as a marker of milling characteristic. *Obilnářské listy.* Ročník 18. Číslo 3. 67 – 71.

Fardet, A. 2010. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre? *Nutrition Research Reviews*. 23. 65–134.

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.

Förster, Ch., Wilmersdorf, G., Lutz, C., Müller, E. 2004. Praxiseinführung des Anbaukonzeptes Weite Reihe für eine umweltgerechte Getreideproduktion unter besonderer Berücksichtigung des Qualitätsaspektes bei Backweizen. Final report of research project of Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung a Justus-Liebig-Universität Giessen.

Gan, Z., Ellis, P. R., Schofield, J. D. 1995. Mini review: Gas cell stabilisation a gas retention in wheat bread dough. *Journal of Cereal Science*. 21. 215–230.

Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K., Delcour, J. A. 2005. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, a how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*. 16. 12–30.

Gomez, M., Ronda, F., Blanco, C. A., Caballero, P. A., Apesteguia, A. 2003. Effect of dietary fibre on dough rheology a bread quality. Eur. Food Res. Technology. 216. 51–56.

Gooding, M. J., 2010. The effects of growth environment a agronomy on grain quality. In: Wrigley, C., Batey, I. (Eds.), Cereal Grains: Assessing a Managing Quality. Woodhead, London. 393 - 412.

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.

Gras, P. W., Carpenter, H. C., aerssen, R. S. 2000. Modelling the Developmental Rheology of Wheat- Flour Dough using Extension Tests. *Journal of Cereal Science.* 31**.** 1–13.

Gravel a, A., Henderson, M. H., Paques, M., Z abelt, P. A. 1996. Composition a functional properties of gluten proteins. *Australian Cereal Chemistry Conference*. 218-223.

Gray, J. A., BeMiller, J. N. 2003. Bread staling: Molecular basis a control. Comprehensive Reviews. *Food Science a Food Safety*. 2. 1–20.

Guarda G., Padovan S., Delogu G. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency a baking quality of old a modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy*. 21. 181-192.

Hadnađev, T. D., Pojić, M., Hadnađev, M., Torbica, A. 2011. The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control. Wide Spectra of Quality Control. ISBN 978-953-307-683-6.

Hager, A. S., Ryan, L. A M., Schwab, C., Gaenzle, M. G., O'Doherty, J. V., Arendt, E. K. 2011. Influence of the soluble fibres inulin a oat beta-glucan on quality of dough a bread. *Eur. Food Res. Technology*. 232. 405–413.

Hajšlová, J., Schulzová, V., 2006. Porovnání produktů ekologického a konvenčního zemědělství. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7271-181-4.

Hampl, J., Příhoda, J. 1985. Cereální chemie a technologie II. SNTL Praha. 248 s.

Hanišová, A., Horčička, P. 2002. Šlechtění pšenice na jakost pro různé směry využití. Sb. 8. semin. „Nové poznatky z genetiky a šlachtenia polnohosp. rastlín – šlachtenie obilnín na kvalitu", VÚRV Piešťany, 29.5.2002. 18-25.

He, H., Hoseney, R. C. 1991. Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chemistry*. 68. 334–336.

Henry, R. J. 1985. A comparison of the non-starch carbohydrates in cereal grains. *Journal of the Science of Food a Agriculture.* 36. 1243–1253.

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.

Hidalgo, A., Fongaro, L., Br aolini, A. 2014. Wheat flour granulometry determines colour perception. *Food Research International.* 64. 363–370.

Hizukuri, S., Takeda, Y., & Yasuda, M. 1981. Multi-branched nature of amylose a the action of debranching enzymes. *Carbohydrate Research*. 94. 205–213.

Hoseney, R. C. 1994. Principles of cereal science a technology (2nd ed.). St. Paul, MN: *Association of Cereal Chemists, Inc*. 229–273

Hrušková, M., Jirsa, O., Švec, I. 2006. Sacharido-amylasový komplex pšeničné mouky světlé. Praha: *Mlynářské noviny*. 17. (4). 15.

Hrušková, M., Příhoda, J. 2007. Hodnocení kvality. Praha: Svaz průmyslových mlýnů ČR. 187. ISBN 978-80-239-9475-9.

Hruškova, M., Karas, J., Švec, I. 2011. Evaluation of solvent retention capacity of intermediate a final milling products. *Obilnářské listy.* XIX. ročník. 64.

Holý, Č., Janíček, F. Technologie pekárenství v praxi. 2. vydání. Praha, 1967. 356 s.

Hubík, K. 1995. Vliv hnojení a ročníku na jakost potravinářské pšenice. *Rostlinná výroba*, 41. 521-527.

Hug-Iten, S., Conde-Petit, B., Escher, F. 2001. Structural properties of starch in bread a bread model systems - Influence of an antistaling a-amylase. *Cereal Chemistry*. 78. 421–428.

Idriss, M., Abdelrahman, R. A., Senge, B. 2012. Dough rheology a bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops a Products*. 36. 196-202.

Izydorczyk, M. S., Biliaderis, C. G., Bushuk, W. 1991. Physical properties of water-soluble pentosans from different wheat varieties. *Cereal Chemistry*. 68. 145–150.

Janssen, A. M., van Vliet, T., Vereijken. J. M. 1996. Fundamental a empirical rheological behaviour of wheat flour doughs a comparison with bread making performance. *J. Cereal Sci*., 23. 43–54.

Jirsa, O., Polišenská, I., Sedláčková, I. 2013. Vliv zvláštností počasí roku 2013 na kvalitu obilovin. *Agromanuál*. 3. 126 – 129.

Kalichevsky, M. T., Ring, S. G. 1987. Incompatibility of amylose a amylopectin in aqueous solution. *Carbohydrate Research*. 162. 323–328.

Karlsson, R., Olered, R., Eliasson, A. C. 1983. Changes in starch granule size distribution a starch gelatinisation properties during development a maturation of wheat, barley a rye. *Starch/Stärke*. 35. 335–340.

Khatkar, B. S., Bell, A. E., Schofield, J. D. 1995. The dynamic rheological properties of gluten a gluten sub-fractions from wheats of good a poor bread making quality. *Journal of Cereal Science*. 22. 29–44.

Khatkar, B. S., Schofield, J. D. 2002a. Dynamic rheology ofwheat flour dough. II. Assessment of dough strength a bread-making quality. *Journal of the Science of Food a Agriculture*. 82. 823 - 826.

Kilborn, R. H., Tipples, K. H. 1974. Implications of the mechanical development of bread dough by means of sheeting rolls. *Cereal Chemistry*. 51. 648–657.

Konvalina, P., Zechner, E., Moudrý, J. 2007. Breeding a variety testing of bread wheat – Triticum aestivum L. for organic a low input farming. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 98. ISBN 978-80-7394-039-3.

Kopáčová, O. 2007. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Ústav zemědělskych a potravinařskych informaci. ISBN 978-80-7271-184-0.

Krejčířová, L., Capouchová, I., Petr, J. 2007. Protein composition a quality of winter wheat from ecological a conventional farming. Proceeding of conference „Organic farming 2007".

Krejčířová, L., Capouchová, I., Petr, J., Bicanová, E., Kvapil, R. 2006. Protein composition a quality of winter wheat from organic a conventional farming. *Agriculture*. 93. 285-296.

Krejčířová, L., Příhoda, J. 2013. Uživatelské charakteristiky pšenice ze sklizní 2013. Převzato z konference Jakost obilovin v roce 2013. *Mlynářské noviny*. 3 (147). 8 – 9.

Ktenioudaki, A., Butler, F., Gallagher, E. 2010. Rheological properties a baking quality of wheat varieties from various geographical regions. *Journal of Cereal Science*. 51. 402 - 408.

Ktenioudaki, A., Gallagher, E. 2012. Recent advances in the development of high-fibre baked products. *Trends Food Sci. Technology*. 28. 4–14.

Kučerová, J. 2004. Technologie cereálií. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 141. ISBN 80-7157-811-8.

Lagrain, B., Thewissen, B. G., Brijs, K., Delcour, J. A. 2008. Mechanism of gliadin–glutenin cross-linking during hydrothermal treatment. *Food Chemistry*. 107. 753–760.

Larsson, H., Eliasson, A. C. 1997. Influence of the starch granule surface on the rheological behaviour of wheat flour dough. *Journal of Texture Studies*. 28. 487–501.

MacRitchie, F. 1992. Physicochemical properties of wheat proteins in relation to functionality. *Advances in Food a Nutrition Research*. 35. 1–87.

Mareš, D. J., Stone, B. A. 1973a. Studies on wheat endosperm. I. Chemical composition a ultrastructure of the cell walls. *Australian Journal of Biological Sciences*. 26. 793–812.

Mareš, D. J., Stone, B. A. 1973b. Studies on wheat endosperm. II. Properties of the wall components a studies on their organization in the wall. *Australian Journal of Biological Sciences*. 26. 813–830.

Martı´nez-Anaya, M. A., Jime´nez, T. 1997a. Functionality of enzymes that hydrolyse starch a non-starch polysaccharide in breadmaking. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und – Forschung*. 205. 209–214.

Martínez M. M, Díaz, A., Gómez, M. 2014. Effect of different microstructural features of soluble a insoluble fibres on gluten-free dough rheology a bread-making. *Journal of Food Engineering*. 142. 49-56.

Marquart, L., Jacobs, D., McIntosh, G., Reicks, M., Poutanen, K. 2007. Whole Grains a Health. Blackwell Publishers. ISBN 978-0-8138-0777-5.

Mason, J. E., Spaner, D. 2006. Competitive ability of wheat in conventional a organic management systems: A review of the literature. *Canadien Journal of Plant Science*. 86. 333–343.

Moudrý, J. Bioprodukty. Šicová R. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. 37. ISBN 80-7105-138-1.

Muchová, Z. 2001. Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 112 s.

Novotná, A., Novotný, R. 1987. Chemické kontrolní metody. Praha, SNTL.

Novotný F., Jurečka D. 2000. Odrůdová skladba a technologická jakost pšenice a ječmene. Sb. semináře ZVU Kroměříž, 25.10.2000. 68-74.

Oikonomou, N. A., Bakalis, S., Rahman, M. S., Krokida, M. K. 2015. Gluten Index for Wheat Products: Main Variables in Affecting the Valute a Nonlinear Regression Model. *International Journal of Food Properties*. 18. 1-11.

Olesen, T., Qi Si, J., Donelyan, V. 1994. Use of lipase in baking. International Patent Application WO 94/04035.

Palík, S. a kolektiv. 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice. Kroměříž: Agrotest fyto. ISBN 978-80-86888-07-1.

Peighambardoust, S. H., van der Goot, A. J., Boom, R. M., Hamer, R. J. 2006a. Mixing behaviour of a zero-developed dough compared to a flour–water mixture. *Journal of Cereal Science*. 44. 12–20.

Peighambardoust, S. H., Fallah, E., Hamer, R. J., van der Goot, A. J. 2010. Aeration of bread dough influenced by different way of processing. *Journal of Cereal Science*. 51. 89–95.

Peng, M., Gao, M., Abdel Aal, E. S. M., Hucl, P., Chibbar, R. N. 1999. Separation a characterization of A- a B-type starch granules in wheat endosperm. *Cereal Chemistry*. 76. 375–379.

Prugar, J. 1999. Kvalita rostlinných produktů z ekologického zemědělství. Stud. informace ÚZPI, 5/1999 (rostlinná výroba). 79.

Prugar, J. a kolektiv. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. Tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. ISBN 978-80-86576-28-2.

Příhoda, J., Hampl, J., Karlová, S. 1971. Rheological studies of dough with the Hoeppler consistometer. *Cereal Chemistry*. 48. 59-67.

Příhoda, J., Humpolíková, P., Novotná, D. 2003. Základy pekárenské technologie. Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář s.r.o. Praha. ISBN80-902922-1-6.

Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. 2008. Cereální chemie a technologie I.: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-530-7.

Rozsypal, R. 2006. Aktuální pohled na biozemědělství v ČR. VÚP-ZV Troubsko, Brno. 15-18.

Shewry, P. R., Halford, N. G. 2002. Cereal seed storage proteins: Structures, properties a role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*. 53. 947–958.

Schramm, G. 2004. A Practical Approach to Rheology a Rheometry (2nd edition). *Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH, Karlsruhe, Germany.*

Singh, H., MacRitchie, F. 2001. Application of polymer science to properties of gluten. *Journal of Cereal Science*. 33. 231–243.

Song, Y., Zheng, Q. 2007. Dynamic rheological properties of wheat flour dough a proteins. *Trends in Food Science & Technology*. 18. 132-138.

Song, Y., Zheng, Q. 2008. Influence of gliadin removal on strain hardening of Phydrated wheat gluten during equibiaxial extensional deformation. *Journal of Cereal Science*. 48. 58–67.

Stojceska, V., Butler, F. 2010. Investigation of reported correlation coefficients between rheological properties of the wheat bread doughs a baking performance of the corresponding wheat flours. *Trends in Food Science & Technology*. 24. 13 - 18.

Stojceska, V., Butler, F., Gallagher, E., Keehan, D. 2007. A comparison of the ability of several small a large deformation rheological measurements of wheat dough to predict baking behaviour. *Journal of Food Engineering*. 83. 475 - 482.

Šedivý, P., Dostál, J., Kovaříková, D., Martínek, V. 2013. Pekařská technologie I. Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář s.r.o. ISBN 978-80-903913-7-6.

Tronsmo, K. M., Magnus, E. M., Baardseth, J., Schofield, D., Amodt, A., Faergestad, E. M. 2003. Comparison of small a large deformation rheological properties of wheat dough a gluten. *Cereal Chemistry*. 80. 587 - 595.

Václavíková, M., Konvalina, P., Hajšlová, J. 2012. Kvalita pšenice v ekologickém zemědělství. *Zemědělec*. 16. 33.

Veraverbeke, W. S., Delcour, J. A. 2002. Wheat protein composition a properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. CRC Critical Reviews. *Food Science a Nutrition*. 42. 179–208.

Wrigley, C. W. 1996. Giant proteins with flour power. *Nature*. 381. 738–739.

Xie, X., Cui, S. W., Li, W., Tsao, R. 2008. Isolation a characterization of wheat bran starch. *Food Research International*. 41. 882–887.

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

Zobel, H. F. 1988. Starch crystal transformations a their industrial importance. Starch/Stärcke. 40. 1–7.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2013. Ročenka ekologické zemědělství v České republice. [online]. [cit. 2015-02-7]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/356090/rocenka_EZ_2013_web.pdf

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2014. Seznam doporučených odrůd 2014 – pšenice ozimá. [online]. [cit. 2015-02-7]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/307099/listovkaPO2014_opr.pdf

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. A), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky, cukrářské výrobky a těsta.

ČSN 46 1100 – 2b Obiloviny potravinářské - část 2: Pšenice potravinářská.

ČSN ISO 5530-1. Pšeničná mouka – Fyzikální charakteristiky těst, část 1: stanovení vaznosti a reologických vlastností na farinografu. 1995. Český normalizační institut. Praha.

ČSN ISO 712 46 1014 - Obiloviny a výrobky z obilovin - Stanovení vlhkosti – Praktická referenční metoda.

ČSN ISO 5529 Pšenice – Stanovení sedimentačního indexu – Zelenyho test.

ČSN 560512-8 Stanovení obsahu minerálních látek (popela) mlýnských výrobků.

ČSN ISO 5531 Stanovení lepku.

ČSN 7971-2 Objemová hmotnost.

ČSN ISO 3093 Číslo poklesu.

AACC 55-30 Stanovení tvrdosti metodou PSI.

ČSN 461011-18 Obsah N-látek.

ČSN 560512 Granulace.

8 Seznam

8.1 Seznam obrázků

Obr. 1 Morfologická stavba obilky....13
Obr. 2 Farinografická křivka s vyznačenými měřenými znaky....38

8.2 Seznam tabulek

Tab. 1 Hodnota čísla poklesu (Pavlík et al., 2009)....24
Tab. 2 Hodnoty obsahu mokrého lepku (Šedivý et al., 2013)....25
Tab. 3 Hodnocení Zelenyho testu (Šedivý et al., 2013)....27
Tab. 4 Stupnice jakosti pšeničné hladké mouky (Šedivý et al., 2013)....27
Tab. 5 Stupnice relativní tvrdosti zrna (AACC)....29
Tab. 6 Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do jakostních kategorií (Prugar et al., 2008)....30
Tab. 7 Základní druhové mouky pšenice (Šedivý et al., 2013)....31
Tab. 8 Jakostní ukazatel ekologicky pěstovaných odrůd pšenice, Uhříněves, 2013....56
Tab. 9 Jakostní ukazatele konvenčně pěstovaných odrůd pšenice, Stupice, 2013....57
Tab. 10 Farinografické hodnocení těsta a měrný obejm pečiva, ekologický způsob pěstování, Uhříněves, 2013....66
Tab. 11 Faronografické hodnocení těsta a měrný objem pečiva, konvenční způsob pěstování, Stupice, 2013....67
Tab. 12 Korelační analýza vybraných jakostních a reologických znaků pšenice z ekologického a konvenčního systému pěstování....70
Tab. 13 Senzorické hodnocení pečiva....103
Tab. 14Objemová hmotnost zrna pšenice, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....104
Tab. 15 Tvrdost zrna pšenice, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....105
Tab. 16 Vaznost mouky analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....106
Tab. 17 Číslo poklesu, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....108
Tab. 18 Zelenyho test, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....109
Tab. 19 Obsah N-látek, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....110
Tab. 20 Obsah lepku, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....112
Tab. 21 Gluten index, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....113
Tab. 22 Měrný objem pečiva, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013....114
Tab. 23 Senzorické hodnocení pečiva – ekologické vzorky....116
Tab. 24 Senzorické hodnocení pečiva – konvenční vzorky....117

8.3 Seznam grafů

Graf 1 Vývoj celkové výměry půdy a počtu farem v EZ a podílu na celkovém ZPF (1990–2013) (ÚKZÚZ, 2013) 40
Graf 2 Objemová hmotnost 58
Graf 3 Tvrdost zrna 59
Graf 4 Vaznost mouky 60
Graf 5 Číslo poklesu 61
Graf 6 Zelenyho test 62
Graf 7 Obsah N-látek 63
Graf 8 Obsah lepku 64
Graf 9 Gluten Index 65
Graf 10 Měrný objem pečiva 66
Graf 11 Doba vývinu těsta 68
Graf 12 Stabilita těsta 68
Graf 13 Pokles konzistence 69
Graf 14 Výška pečiva 75
Graf 15 Šířka pečiva 75
Graf 16 Poměr výška/šířka pečiva 76
Graf 17 Technologické vlastnosti těsta 76
Graf 18 Tvar pečiva 77
Graf 19 Barva pečiva 77
Graf 20 Parcelace 78
Graf 21 Pružnost střídky 79
Graf 22 Pórovitost střídky 79
Graf 23 Chuťový vjem 80

9 Přílohy

Tab. 13 Senzorické hodnocení pečiva

Znak	5	4	3	2	1
Technické vlastnosti těsta	Velmi pružné, nelepivé	Pružné, nelepivé	Méně pružné	Málo pružné, poněkud lepivé	Nepružné, lepivé
Tvar výrobku	Dobře klenutý	Středně klenutý	Méně klenutý	Kulatý	Velmi nízký, nepravidelný
Barva kůrky	Normální, typicky pečivová	Tmavší lesklá	Světlejší, lesklá	Tmavá matná	Velmi světlá, matná
Parcelace	Velmi dobrá	Dobrá	Méně výrazná	Málo výrazná	Neznatelná
Vlastnosti střídky – pružnost	Velmi dobrá, jemná	Dobrá jemná	Dostatečná	Nízká, drolivá	Nepružná, lepivá
Pórovitost střídky	Rovnoměrná, jemné stěny, střední póry	Méně rovnoměrná jemné stěny, střední póry	Nerovnoměrná, hrubší stěny, menší dutiny	Nerovnoměrná, hrubé stěny, dutiny	Nerovnoměrná, hrubé stěny, husté póry,
Celkový chuťový vjem	Velmi dobrý, typicky pečivový	Dobrý	Méně dobrý	Mdlý	Cizí příchuť, cizí pach

Tab. 14Objemová hmotnost zrna pšenice, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Objemová hmotnost; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = ,50000, sv = 24,000

		Ekologické											
		Sultan	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
Ekologické	**Sultan**		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	0,000294	0,000193	0,000294
	Evina	0,000191		0,000191	0,000191	0,998916	0,000191	0,000191	0,000191	0,058735	0,000191	0,000191	0,000191
	KWS Ozon	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	1,000000	0,003025	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000191	0,998916	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,562432	0,000191	0,000191	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191		0,003025	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Patras	0,003025	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	0,003025		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Tobak	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Zeppelin	0,000191	0,058735	0,000191	0,000191	0,562432	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191
	Etana	0,000294	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,998916	1,000000
	Bohemia	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,998916		0,998916
	Balteka	0,000294	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,998916	

		Ekologické											
	Sultan	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	0,000294	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Evina	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191
	KWS Ozon	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	1,000000	0,003025	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000191	0,000191	0,916512	0,000191	0,000191	0,916512	0,213339	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fabius	0,058735	0,000191	0,000294	0,000191	0,000191	0,000294	0,998916	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Patrak	0,000191	0,000191	0,562432	0,000191	0,000191	0,562432	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Tobak	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,058735	0,562432	0,058735
	Zeppelin	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	1,000000	0,003025	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,562432	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Bohemia	0,000191	0,058735	0,000191	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191
	Baletka	0,000191	0,058735	0,000191	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191

		Konvenční											
	Sultan		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,998916	0,998916
	Evina	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000294	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	KWS Ozon	0,000191	0,000191		0,000191	0,916512	0,000294	0,562432	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000191	0,000191	0,916512	0,000191		0,013658	0,013658	0,000191	0,916512	0,000191	0,000191	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	0,000294	0,000191	0,013658		0,000191	0,000191	0,000294	0,000191	0,000191	0,000191

Patras	0,000191	0,000294	0,562432	0,000191	0,013658	0,000191		0,000191	0,562432	0,000191	0,000191	0,000191
Tobak	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000193	0,000191	0,000191
Zeppelin	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,916512	0,000294	0,562432	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191
Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193	0,000191		0,000191	0,000191
Bohemia	0,998916	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		1,000000
Balteka	0,998916	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	

Tab. 15 Tvrdost zrna pšenice, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Tvrdost zrna; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = ,5729, sv = 24,000

		Ekologické											
		Sultan	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
Ekologické	**Sultan**		0,143760	0,062663	0,000191	0,949845	0,000191	0,000191	0,000191	0,884444	0,000191	1,000000	0,000191
	Evina	0,143760		0,000200	0,000191	0,983711	0,006221	0,000191	0,000191	0,996422	0,000359	0,297515	0,000191
	KWS Ozon	0,062663	0,000200		0,000191	0,001002	0,000191	0,000191	0,000191	0,000679	0,000191	0,025512	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,949845	0,983711	0,001002	0,000191		0,000290	0,000191	0,000191	1,000000	0,000192	0,996422	0,000191
	Fabius	0,000191	0,006221	0,000191	0,000191	0,000290		0,040243	0,016024	0,000359	0,996422	0,000192	0,016024
	Patras	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,040243		1,000000	0,000191	0,531439	0,000191	1,000000
	Tobak	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,016024	1,000000		0,000191	0,297515	0,000191	1,000000
	Zeppelin	0,884444	0,996422	0,000679	0,000191	1,000000	0,000359	0,000191	0,000191		0,000193	0,983711	0,000191
	Etana	0,000191	0,000359	0,000191	0,000191	0,000192	0,996422	0,531439	0,297515	0,000193		0,000191	0,297515
	Bohemia	1,000000	0,297515	0,025512	0,000191	0,996422	0,000192	0,000191	0,000191	0,983711	0,000191		0,000191
	Balteka	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,016024	1,000000	1,000000	0,000191	0,297515	0,000191	
		Ekologické											
Konvenční	**Sultan**	0,001002	0,000191	0,949845	0,000191	0,000196	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193	0,000191	0,000479	0,000191
	Evina	1,000000	0,143760	0,062663	0,000191	0,949845	0,000191	0,000191	0,000191	0,884444	0,000191	1,000000	0,000191
	KWS Ozon	0,949845	0,983711	0,001002	0,000191	1,000000	0,000290	0,000191	0,000191	1,000000	0,000192	0,996422	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191	0,999999	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,095929	1,000000	0,000196	0,000191	0,949845	0,009997	0,000191	0,000191	0,983711	0,000479	0,210040	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000359	0,000191	0,000191	0,000192	0,996422	0,531439	0,297515	0,000193	1,000000	0,000191	0,297515
	Patrak	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,143760	1,000000	0,999973	0,000191	0,884444	0,000191	0,999973
	Tobak	0,025512	0,999999	0,000191	0,000191	0,663087	0,040243	0,000191	0,000191	0,785824	0,001543	0,062663	0,000191
	Zeppelin	0,009997	0,999547	0,000191	0,000191	0,406275	0,095929	0,000193	0,000191	0,531439	0,003877	0,025512	0,000191

Etana	0,095929	1,000000	0,000196	0,000191	0,949845	0,009997	0,000191	0,000191	0,983711	0,000479	0,210040	0,000191
Bohemia	0,000196	0,000191	0,095929	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000192	0,000191
Baletka	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,062663	1,000000	1,000000	0,000191	0,663087	0,000191	1,000000

Konvenční													
	Sultan		0,001002	0,000196	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,949845	0,000191
	Evina	0,001002		0,949845	0,000191	0,095929	0,000191	0,000191	0,025512	0,009997	0,095929	0,000196	0,000191
	KWS Ozon	0,000196	0,949845		0,000191	0,949845	0,000192	0,000191	0,663087	0,406275	0,949845	0,000191	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000191	0,095929	0,949845	0,000191		0,000479	0,000191	1,000000	0,999973	1,000000	0,000191	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	0,000192	0,000191	0,000479		0,884444	0,001543	0,003877	0,000479	0,000191	0,663087
	Patras	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,884444		0,000196	0,000208	0,000191	0,000191	1,000000
	Tobak	0,000191	0,025512	0,663087	0,000191	1,000000	0,001543	0,000196		1,000000	1,000000	0,000191	0,000192
	Zeppelin	0,000191	0,009997	0,406275	0,000191	0,999973	0,003877	0,000208	1,000000		0,999973	0,000191	0,000196
	Etana	0,000191	0,095929	0,949845	0,000191	1,000000	0,000479	0,000191	1,000000	0,999973		0,000191	0,000191
	Bohemia	0,949845	0,000196	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191
	Balteka	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,663087	1,000000	0,000192	0,000196	0,000191	0,000191	

Tab. 16 Vaznost mouky analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnnáVaznost mouky; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = ,03000, sv = 24,000

Ekologické													
		Sultan	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
	Sultan		0,000245	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,001166	0,000421	0,000191	0,169010	0,000191	1,000000
	Evina	0,000245		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,999866	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000245
	KWS Ozon	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,001166	0,000191	0,000191	0,000245	0,000191	0,169010	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	0,001166	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,779523	0,000191
	Patras	0,001166	0,999866	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,001166
	Tobak	0,000421	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,427875	0,000191	0,000421
	Zeppelin	0,000191	0,000191	0,000245	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191
	Etana	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,427875	0,000191		0,000191	0,169010
	Bohemia	0,000191	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,779523	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191
	Balteka	1,000000	0,000245	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,001166	0,000421	0,000191	0,169010	0,000191	

						Ekologické							
Konvenční	**Sultan**	0,000191	0,000191	0,015211	0,000191	0,000191	0,999866	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,999866	0,000191
	Evina	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,427875	0,000191	1,000000	0,000191	0,169010
	KWS Ozon	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191	0,001166	0,015211	0,000191	0,000191	0,000191	0,000192	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191	0,999866	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000191	0,000191	0,169010	0,000191	0,000245	0,000191	0,000191	0,000191	0,169010	0,000191	0,000245	0,000191
	Fabius	0,000191	0,015211	0,000191	0,000191	0,000191	0,015211	0,001166	0,000191	0,000191	0,000191	0,000245	0,000191
	Patrak	0,000192	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,976578	0,000191	0,015211	0,000191	0,000192
	Tobak	0,001166	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,779523	0,000191	0,001166
	Zeppelin	0,000191	0,000191	0,779523	0,000191	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,999866	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,999866	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Bohemia	0,000191	0,000191	0,000245	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000191
	Baletka	0,000245	1,000000	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,999866	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000245
						Konvenční							
Konvenční	**Sultan**		0,000191	0,000245	0,000191	0,000192	0,001166	0,000191	0,000191	0,779523	0,000191	0,000191	0,000191
	Evina	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,015211	0,779523	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	KWS Ozon	0,000245	0,000191		0,000191	0,000191	0,999866	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,169010
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000192	0,000191	0,000191	0,779523	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000192	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,001166	0,000191	0,169010	0,000191
	Fabius	0,001166	0,000191	0,999866	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000192	0,000191	0,000191	0,015211
	Patras	0,000191	0,015211	0,000191	0,000192	0,000191	0,000191		0,779523	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Tobak	0,000191	0,779523	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,779523		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Zeppelin	0,779523	0,000191	0,000191	0,000191	0,001166	0,000192	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,779523	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191
	Bohemia	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191
	Balteka	0,000191	0,000191	0,169010	0,000191	0,000191	0,015211	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	

Tab. 17 Číslo poklesu, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Číslo poklesu; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = 54,917, sv = 24,000

		Ekologické											
		Sultan	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
Ekologické	**Sultan**		0,000191	0,000191	0,004120	0,000191	0,000191	0,000191	0,000291	0,000191	0,000191	0,000586	0,001262
	Evina	0,000191		0,999995	0,000358	1,000000	1,000000	0,176245	0,006518	0,822843	0,997589	0,001950	0,000845
	KWS Ozon	0,000191	0,999995		0,000203	1,000000	1,000000	0,669468	0,000845	0,999376	0,750318	0,000358	0,000251
	Vanessa	0,004120	0,000358	0,000203		0,000310	0,000275	0,000191	0,995707	0,000191	0,005592	0,999995	1,000000
	Fakir	0,000191	1,000000	1,000000	0,000310		1,000000	0,223618	0,004797	0,883384	0,992753	0,001456	0,000658
	Fabius	0,000191	1,000000	1,000000	0,000275	1,000000		0,280121	0,003540	0,929852	0,982067	0,001100	0,000525
	Patras	0,000191	0,176245	0,669468	0,000191	0,223618	0,280121		0,000191	0,999713	0,008858	0,000191	0,000191
	Tobak	0,000291	0,006518	0,000845	0,995707	0,004797	0,003540	0,000191		0,000213	0,137194	1,000000	0,999995
	Zeppelin	0,000191	0,822843	0,999376	0,000191	0,883384	0,929852	0,999713	0,000213		0,120587	0,000195	0,000192
	Etana	0,000191	0,997589	0,750318	0,005592	0,992753	0,982067	0,008858	0,137194	0,120587		0,045973	0,018955
	Bohemia	0,000586	0,001950	0,000358	0,999995	0,001456	0,001100	0,000191	1,000000	0,000195	0,045973		1,000000
	Balteka	0,001262	0,000845	0,000251	1,000000	0,000658	0,000525	0,000191	0,999995	0,000192	0,018955	1,000000	
		Ekologické											
Konvenční	**Sultan**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Evina	0,000191	0,988344	1,000000	0,000192	0,995707	0,998727	0,962136	0,000310	1,000000	0,345535	0,000217	0,000199
	KWS Ozon	0,000191	0,280121	0,822843	0,000191	0,345535	0,419512	1,000000	0,000192	0,999995	0,016299	0,000191	0,000191
	Vanessa	0,000470	0,002624	0,000426	0,999953	0,001950	0,001456	0,000191	1,000000	0,000198	0,061138	1,000000	1,000000
	Fakir	0,000191	0,092490	0,459043	0,000191	0,120587	0,155684	1,000000	0,000191	0,992753	0,004120	0,000191	0,000191
	Fabius	0,000191	0,001950	0,016299	0,000191	0,002624	0,003540	0,883384	0,000191	0,223618	0,000242	0,000191	0,000191
	Patrak	0,000191	0,061138	0,345535	0,000191	0,080739	0,105730	1,000000	0,000191	0,973465	0,002624	0,000191	0,000191
	Tobak	0,000191	1,000000	0,998727	0,000658	1,000000	1,000000	0,080739	0,016299	0,584697	0,999984	0,004797	0,001950
	Zeppelin	0,000191	0,198832	0,710665	0,000191	0,250665	0,311717	1,000000	0,000191	0,999879	0,010321	0,000191	0,000191
	Etana	0,000191	0,710665	0,995707	0,000191	0,787878	0,854784	0,999984	0,000203	1,000000	0,080739	0,000193	0,000191
	Bohemia	0,995707	0,000191	0,000191	0,000291	0,000191	0,000191	0,000191	0,000192	0,000191	0,000191	0,000198	0,000213
	Baletka	1,000000	0,000191	0,000191	0,003540	0,000191	0,000191	0,000191	0,000275	0,000191	0,000191	0,000525	0,001100
		Konvenční											
Konvenční	**Sultan**		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Evina	0,000191		0,992753	0,000235	0,854784	0,070312	0,750318	0,908433	0,973465	1,000000	0,000191	0,000191
	KWS Ozon	0,000191	0,992753		0,000191	1,000000	0,750318	1,000000	0,137194	1,000000	1,000000	0,000191	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000235	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,006518	0,000191	0,000195	0,000195	0,000426

Fakir	0,000191	0,854784	1,000000	0,000191		0,973465	1,000000	0,039782	1,000000	0,998727	0,000191	0,000191
Fabius	0,000191	0,070312	0,750318	0,000191	0,973465		0,992753	0,000845	0,854784	0,311717	0,000191	0,000191
Patras	0,000191	0,750318	1,000000	0,000191	1,000000	0,992753		0,025576	1,000000	0,992753	0,000191	0,000191
Tobak	0,000191	0,908433	0,137194	0,006518	0,039782	0,000845	0,025576		0,092490	0,459043	0,000191	0,000191
Zeppelin	0,000191	0,973465	1,000000	0,000191	1,000000	0,854784	1,000000	0,092490		0,999995	0,000191	0,000191
Etana	0,000191	1,000000	1,000000	0,000195	0,998727	0,311717	0,992753	0,459043	0,999995		0,000191	0,000191
Bohemia	0,000191	0,000191	0,000191	0,000195	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,997589
Balteka	0,000191	0,000191	0,000191	0,000426	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,997589	

Tab. 18 Zelenyho test, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Zelenyho test; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = ,27083, sv = 24,000

		Ekologické											
		Sultan	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
Ekologické	**Sultan**		0,430453	0,999993	0,000191	0,000191	0,010013	0,999993	0,001187	0,000191	0,000191	0,081195	0,001187
	Evina	0,430453		0,939574	0,000191	0,000191	0,939574	0,939574	0,000191	0,000191	0,000191	0,999993	0,000191
	KWS Ozon	0,999993	0,939574		0,000191	0,000191	0,081195	1,000000	0,000280	0,000191	0,000191	0,430453	0,000280
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000197	0,000191	0,000191
	Fakir	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000280	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000197	0,000191
	Fabius	0,010013	0,939574	0,081195	0,000191	0,000280		0,081195	0,000191	0,000280	0,000191	0,999993	0,000191
	Patras	0,999993	0,939574	1,000000	0,000191	0,000191	0,081195		0,000280	0,000191	0,000191	0,430453	0,000280
	Tobak	0,001187	0,000191	0,000280	0,000191	0,000191	0,000191	0,000280		0,000191	0,430453	0,000191	1,000000
	Zeppelin	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,000280	0,000191	0,000191		0,000191	0,000197	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,000197	0,000191	0,000191	0,000191	0,430453	0,000191		0,000191	0,430453
	Bohemia	0,081195	0,999993	0,430453	0,000191	0,000197	0,999993	0,430453	0,000191	0,000197	0,000191		0,000191
	Balteka	0,001187	0,000191	0,000280	0,000191	0,000191	0,000191	0,000280	1,000000	0,000191	0,430453	0,000191	
		Ekologické											
Konvenční	**Sultan**	0,010013	0,000197	0,001187	0,000191	0,000191	0,000191	0,001187	0,999993	0,000191	0,081195	0,000191	0,999993
	Evina	0,001187	0,430453	0,010013	0,000191	0,001187	0,999993	0,010013	0,000191	0,001187	0,000191	0,939574	0,000191
	KWS Ozon	0,430453	1,000000	0,939574	0,000191	0,000191	0,939574	0,939574	0,000191	0,000191	0,000191	0,999993	0,000191
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191	0,010013	0,000191	0,000191	0,000191	0,001187	0,000191	0,430453	0,000191	0,001187
	Fakir	0,000191	0,000280	0,000191	0,000191	0,939574	0,010013	0,000191	0,000191	0,939574	0,000191	0,001187	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,000280	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000197	0,000191
	Patrak	0,001187	0,430453	0,010013	0,000191	0,001187	0,999993	0,010013	0,000191	0,001187	0,000191	0,939574	0,000191

	Tobak	0,999993	0,081195	0,939574	0,000191	0,000191	0,001187	0,939574	0,010013	0,000191	0,000197	0,010013	0,010013
	Zeppelin	0,000191	0,000280	0,000191	0,000191	0,939574	0,010013	0,000191	0,000191	0,939574	0,000191	0,001187	0,000191
	Etana	0,081195	0,000280	0,010013	0,000191	0,000191	0,000191	0,010013	0,939574	0,000191	0,010013	0,000197	0,939574
	Bohemia	1,000000	0,430453	0,999993	0,000191	0,000191	0,010013	0,999993	0,001187	0,000191	0,000191	0,081195	0,001187
	Baletka	0,000191	0,000191	0,000191	0,010013	0,000191	0,000191	0,000191	0,001187	0,000191	0,430453	0,000191	0,001187

Konvenční

Konvenční													
	Sultan		0,000191	0,000197	0,000280	0,000191	0,000191	0,000191	0,081195	0,000191	0,999993	0,010013	0,000280
	Evina	0,000191		0,430453	0,000191	0,081195	0,001187	1,000000	0,000280	0,081195	0,000191	0,001187	0,000191
	KWS Ozon	0,000197	0,430453		0,000191	0,000280	0,000191	0,430453	0,081195	0,000280	0,000280	0,430453	0,000191
	Vanessa	0,000280	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000197	0,000191	1,000000
	Fakir	0,000191	0,081195	0,000280	0,000191		0,939574	0,081195	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000191
	Fabius	0,000191	0,001187	0,000191	0,000191	0,939574		0,001187	0,000191	0,939574	0,000191	0,000191	0,000191
	Patras	0,000191	1,000000	0,430453	0,000191	0,081195	0,001187		0,000280	0,081195	0,000191	0,001187	0,000191
	Tobak	0,081195	0,000280	0,081195	0,000191	0,000191	0,000191	0,000280		0,000191	0,430453	0,999993	0,000191
	Zeppelin	0,000191	0,081195	0,000280	0,000191	1,000000	0,939574	0,081195	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191
	Etana	0,999993	0,000191	0,000280	0,000197	0,000191	0,000191	0,000191	0,430453	0,000191		0,081195	0,000197
	Bohemia	0,010013	0,001187	0,430453	0,000191	0,000191	0,000191	0,001187	0,999993	0,000191	0,081195		0,000191
	Balteka	0,000280	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000197	0,000191	

Tab. 19 Obsah N-látek, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Obsah N-látek; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = ,00257, sv = 24,000

Ekologické

Ekologické		**Sultan**	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
	Sultan		0,000194	0,000191	0,000191	0,999372	0,000191	0,000191	0,000191	0,011695	0,000191	1,000000	0,000191
	Evina	0,000194		0,000191	0,000191	0,000310	0,000191	0,000191	0,000191	0,286607	0,000191	0,000192	0,000344
	KWS Ozon	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,172509	1,000000	0,000198	0,000191	0,000191	0,000191	0,334252
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000388	0,000191	0,801167	0,000191	0,334252	0,000191	0,000191
	Fakir	0,999372	0,000310	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,172509	0,000191	0,991216	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	0,172509	0,000388	0,000191		0,334252	0,043332	0,000191	0,000191	0,000191	0,000344
	Patras	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,334252		0,000214	0,000191	0,000191	0,000191	0,172509
	Tobak	0,000191	0,000191	0,000198	0,801167	0,000191	0,043332	0,000214		0,000191	0,003066	0,000191	0,000191
	Zeppelin	0,011695	0,286607	0,000191	0,000191	0,172509	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,005975	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,334252	0,000191	0,000191	0,000191	0,003066	0,000191		0,000191	0,000191
	Bohemia	1,000000	0,000192	0,000191	0,000191	0,991216	0,000191	0,000191	0,000191	0,005975	0,000191		0,000191

	Balteka	0,000191	0,000344	0,334252	0,000191	0,000191	0,000344	0,172509	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	
						Ekologické							
Konvenční	**Sultan**	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,080477	1,000000	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191	0,564349
	Evina	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	KWS Ozon	0,991216	0,000191	0,000191	0,000191	0,442952	0,000191	0,000191	0,000191	0,000444	0,000191	0,999372	0,000191
	Vanessa	0,626619	0,003066	0,000191	0,000191	0,999372	0,000191	0,000191	0,000191	0,849668	0,000191	0,442952	0,000191
	Fakir	0,065710	0,065710	0,000191	0,000191	0,564349	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,035024	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Patrak	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000196	0,000191
	Tobak	0,028233	0,000191	0,000191	0,000191	0,001603	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,053466	0,000191
	Zeppelin	0,999949	0,000264	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000191	0,119033	0,000191	0,998264	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,442952	1,000000	0,000236	0,000191	0,000191	0,000191	0,119033
	Bohemia	0,000191	0,000344	0,334252	0,000191	0,000191	0,000344	0,172509	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000
	Baletka	0,000191	0,000191	0,000191	0,000208	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,035024	0,000191	0,000191
						Konvenční							
Konvenční	**Sultan**		0,000194	0,000191	0,000191	0,999372	0,000191	0,000191	0,000191	0,011695	0,000191	1,000000	0,000191
	Evina	0,000194		0,000191	0,000191	0,000310	0,000191	0,000191	0,000191	0,286607	0,000191	0,000192	0,000344
	KWS Ozon	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,172509	1,000000	0,000198	0,000191	0,000191	0,000191	0,334252
	Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000388	0,000191	0,801167	0,000191	0,334252	0,000191	0,000191
	Fakir	0,999372	0,000310	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,172509	0,000191	0,991216	0,000191
	Fabius	0,000191	0,000191	0,172509	0,000388	0,000191		0,334252	0,043332	0,000191	0,000191	0,000191	0,000344
	Patras	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,334252		0,000214	0,000191	0,000191	0,000191	0,172509
	Tobak	0,000191	0,000191	0,000198	0,801167	0,000191	0,043332	0,000214		0,000191	0,003066	0,000191	0,000191
	Zeppelin	0,011695	0,286607	0,000191	0,000191	0,172509	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,005975	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,334252	0,000191	0,000191	0,000191	0,003066	0,000191		0,000191	0,000191
	Bohemia	1,000000	0,000192	0,000191	0,000191	0,991216	0,000191	0,000191	0,000191	0,005975	0,000191		0,000191
	Balteka	0,000191	0,000344	0,334252	0,000191	0,000191	0,000344	0,172509	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	

Tab. 20 Obsah lepku, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Obsah lepku; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = 1,1303, sv = 24,000

		Ekologické											
		Sultan	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
Ekologické	**Sultan**		1,000000	0,651392	0,001361	1,000000	0,000250	0,745254	0,621865	0,000191	0,257879	1,000000	0,480445
	Evina	1,000000		0,972066	0,007382	1,000000	0,000593	0,989176	0,964201	0,000194	0,692087	0,998837	0,904157
	KWS Ozon	0,651392	0,972066		0,278610	0,915381	0,026528	1,000000	1,000000	0,000653	1,000000	0,311582	1,000000
	Vanessa	0,001361	0,007382	0,278610		0,004284	0,999776	0,214692	0,300319	0,419245	0,680562	0,000467	0,419245
	Fakir	1,000000	1,000000	0,915381	0,004284		0,000409	0,956845	0,899082	0,000193	0,541817	0,999937	0,797371
	Fabius	0,000250	0,000593	0,026528	0,999776	0,000409		0,018800	0,029417	0,979736	0,113868	0,000202	0,047920
	Patras	0,745254	0,989176	1,000000	0,214692	0,956845	0,018800		1,000000	0,000506	0,999999	0,392487	1,000000
	Tobak	0,621865	0,964201	1,000000	0,300319	0,899082	0,029417	1,000000		0,000714	1,000000	0,289325	1,000000
	Zeppelin	0,000191	0,000194	0,000653	0,419245	0,000193	0,979736	0,000506	0,000714		0,002727	0,000191	0,001098
	Etana	0,257879	0,692087	1,000000	0,680562	0,541817	0,113868	0,999999	1,000000	0,002727		0,088572	1,000000
	Bohemia	1,000000	0,998837	0,311582	0,000467	0,999937	0,000202	0,392487	0,289325	0,000191	0,088572		0,197724
	Balteka	0,480445	0,904157	1,000000	0,419245	0,797371	0,047920	1,000000	1,000000	0,001098	1,000000	0,197724	
		Ekologické											
Konvenční	**Sultan**	1,000000	1,000000	0,728791	0,001783	1,000000	0,000271	0,814424	0,700665	0,000191	0,316164	1,000000	0,559530
	Evina	0,984796	0,714824	0,039575	0,000206	0,844213	0,000191	0,055103	0,035746	0,000191	0,008390	0,999952	0,021770
	KWS Ozon	0,039978	0,183367	0,985242	0,994343	0,117033	0,532693	0,964201	0,989176	0,023664	0,999993	0,011073	0,998239
	Vanessa	0,747965	0,989518	1,000000	0,212946	0,957818	0,018603	1,000000	1,000000	0,000502	0,999999	0,395311	1,000000
	Fakir	0,000199	0,000261	0,005591	0,948478	0,000230	1,000000	0,003937	0,006223	0,999983	0,026804	0,000192	0,010388
	Fabius	0,449407	0,128132	0,002756	0,000191	0,199372	0,000191	0,003895	0,002486	0,000191	0,000659	0,799848	0,001517
	Patrak	0,489041	0,145161	0,003189	0,000191	0,223583	0,000191	0,004517	0,002873	0,000191	0,000745	0,833059	0,001748
	Tobak	0,959718	0,607026	0,027083	0,000200	0,753356	0,000191	0,038000	0,024414	0,000191	0,005651	0,999535	0,014752
	Zeppelin	0,137642	0,471903	0,999971	0,869350	0,337310	0,218215	0,999748	0,999986	0,006027	1,000000	0,042477	1,000000
	Etana	0,993235	1,000000	0,999990	0,042051	0,999981	0,002903	1,000000	0,999978	0,000230	0,982905	0,871337	0,999535
	Bohemia	0,999988	1,000000	0,993699	0,012449	1,000000	0,000904	0,998315	0,991107	0,000198	0,821523	0,991683	0,965052
	Baletka	0,159900	0,520958	0,999992	0,833059	0,379533	0,189642	0,999911	0,999997	0,005024	1,000000	0,050373	1,000000
		Konvenční											
Konvenční	**Sultan**		0,968311	0,052440	0,816804	0,000202	0,376971	0,413865	0,928546	0,174265	0,997617	0,999999	0,201031
	Evina	0,968311		0,001018	0,055651	0,000191	0,999789	0,999911	1,000000	0,003774	0,265989	0,571383	0,004517
	KWS Ozon	0,052440	0,001018		0,963335	0,188058	0,000233	0,000240	0,000732	1,000000	0,580287	0,272316	1,000000
	Vanessa	0,816804	0,055651	0,963335		0,003895	0,003937	0,004566	0,038388	0,999733	1,000000	0,998389	0,999906

Fakir	0,000202	0,000191	0,188058	0,003895		0,000191	0,000191	0,000191	0,057323	0,000696	0,000315	0,048401
Fabius	0,376971	0,999789	0,000233	0,003937	0,000191		1,000000	0,999983	0,000382	0,025187	0,081322	0,000425
Patras	0,413865	0,999911	0,000240	0,004566	0,000191	1,000000		0,999994	0,000417	0,029115	0,092845	0,000467
Tobak	0,928546	1,000000	0,000732	0,038388	0,000191	0,999983	0,999994		0,002564	0,197724	0,463417	0,003058
Zeppelin	0,174265	0,003774	1,000000	0,999733	0,057323	0,000382	0,000417	0,002564		0,905814	0,615933	1,000000
Etana	0,997617	0,265989	0,580287	1,000000	0,000696	0,025187	0,029115	0,197724	0,905814		1,000000	0,931277
Bohemia	0,999999	0,571383	0,272316	0,998389	0,000315	0,081322	0,092845	0,463417	0,615933	1,000000		0,666034
Balteka	0,201031	0,004517	1,000000	0,999906	0,048401	0,000425	0,000467	0,003058	1,000000	0,931277	0,666034	

Tab. 21 Gluten index, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Gluten index; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = ,56250, sv = 24,000

		Ekologické											
		Sultan	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
Ekologické	**Sultan**		0,058735	0,003025	0,003025	0,003025	0,003025	0,003025	0,003025	0,058735	0,003025	0,003025	0,000191
	Evina	0,058735		0,998916	0,000191	0,998916	0,998916	0,998916	0,998916	0,000193	0,998916	0,998916	0,000191
	KWS Ozon	0,003025	0,998916		0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	Vanessa	0,003025	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,998916	0,000191	0,000191	0,013658
	Fakir	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191		1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	Fabius	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000		1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	Patras	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000		1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	Tobak	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000		0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	Zeppelin	0,058735	0,000193	0,000191	0,998916	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000753
	Etana	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191		1,000000	0,000191
	Bohemia	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000		0,000191
	Balteka	0,000191	0,000191	0,000191	0,013658	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000753	0,000191	0,000191	
		Ekologické											
Konvenční	**Sultan**	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	Evina	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	KWS Ozon	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
	Vanessa	0,058735	0,000193	0,000191	0,998916	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000753
	Fakir	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191

Fabius	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
Patrak	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
Tobak	0,000191	0,000191	0,000191	0,058735	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	1,000000
Zeppelin	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
Etana	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
Bohemia	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191
Baletka	0,003025	0,998916	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	0,000191

Konvenční

Konvenční												
Sultan		1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Evina	1,000000		1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
KWS Ozon	1,000000	1,000000		0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Fakir	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191		1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Fabius	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000		1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Patras	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000		0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Tobak	0,000191	0,000191	0,000191	0,003025	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Zeppelin	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191		1,000000	1,000000	1,000000
Etana	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000		1,000000	1,000000
Bohemia	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000		1,000000
Balteka	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	0,000191	1,000000	1,000000	1,000000	

Tab. 22 Měrný objem pečiva, analýza rozptylu (ANOVA), ekologické pěstování Uhříněves, konvenční pěstování Stupice, 2013

Tukeyův HSD test; proměnná Měrný objem pečiva; Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy
Chyba: meziskup. PČ = 1,5625, sv = 24,000

Ekologické

Ekologické	**Sultan**	**Evina**	**KWS Ozon**	**Vanessa**	**Fakir**	**Fabius**	**Patras**	**Tobak**	**Zeppelin**	**Etana**	**Bohemia**	**Baletka**
Sultan		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193
Evina	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,999760	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
KWS Ozon	0,000191	0,000191		0,000191	0,024777	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Vanessa	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Fakir	0,000191	0,000191	0,024777	0,000191		0,000193	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Fabius	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193		0,000191	0,000191	0,000198	0,000191	0,000191	0,000191
Patras	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000265	1,000000	0,000191

	Tobak	0,000191	0,999760	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
	Zeppelin	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000198	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191
	Etana	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000265	0,000191	0,000191		0,000265	0,000191
	Bohemia	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000265		0,000191
	Balteka	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	
						Ekologické							
Konvenční	**Sultan**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000198
Konvenční	**Evina**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**KWS Ozon**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,479387	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Vanessa**	0,727910	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,001683
Konvenční	**Fakir**	0,000191	0,000191	0,004077	0,000191	1,000000	0,000214	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Fabius**	0,989781	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000214	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Patrak**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,024777
Konvenční	**Tobak**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000193	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Zeppelin**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000265	0,999760	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Etana**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,479387	0,000191	0,000191	0,000191	0,479387	0,000191
Konvenční	**Bohemia**	0,000191	0,000191	0,131070	0,000191	1,000000	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Baletka**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000265	0,000191	0,000191	1,000000	0,000265	0,000191
						Konvenční							
Konvenční	**Sultan**		0,000394	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,267304	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Evina**	0,000394		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**KWS Ozon**	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Vanessa**	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,058735	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Fakir**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000753	0,000191	0,989781	0,000191
Konvenční	**Fabius**	0,000191	0,000191	0,000191	0,058735	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Patras**	0,267304	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Tobak**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191	0,000191	0,000191
Konvenční	**Zeppelin**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000753	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000198	0,000191
Konvenční	**Etana**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191		0,000191	0,000191
Konvenční	**Bohemia**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,989781	0,000191	0,000191	0,000191	0,000198	0,000191		0,000191
Konvenční	**Balteka**	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	0,000191	

Tab. 23 Senzorické hodnocení pečiva – ekologické vzorky

Ekologické vzorky										
Odrůda	**Technické vlastnosti**	**Tvar pečiva**	**Barva pečiva**	**Parcelace**	**Pružnost střídky**	**Pórovitost střídky**	**Chuťový vjem**	**Výška pečiva (cm)**	**Šířka pečiva (cm)**	**Poměr výška/šířka**
Sultan	4	2	5	4	4	4	5	5,9	8,2	0,70
Evina	4	2	5	4	4	5	5	5,5	8,1	0,68
KWS Ozon	2	2	5	2	3	5	5	5,5	8,0	0,69
Vanessa	4	2	5	1	4	3	5	5,0	8,1	0,62
Fakir	3	2	5	4	3	5	4	5,3	8,1	0,65
Fabius	2	2	5	3	4	5	3	5,6	7,8	0,72
Patras	4	2	5	1	4	5	3	5,7	7,9	0,72
Tobak	4	2	5	3	4	4	5	5,6	8,4	0,67
Zeppelin	4	2	5	2	3	5	3	5,4	7,6	0,71
Etana	1	2	5	2	4	4	3	5,5	7,9	0,70
Bohemia	2	2	5	4	4	5	3	5,3	8,1	0,65
Baletka	4	2	5	1	4	5	5	5,6	8,1	0,69

Tab. 24 Senzorické hodnocení pečiva – konvenční vzorky

	Konvenční vzorky									
Odrůda	**Technické vlastnosti**	**Tvar pečiva**	**Barva pečiva**	**Parcelace**	**Pružnost střídky**	**Pórovitost střídky**	**Chuťový vjem**	**Výška pečiva (cm)**	**Šířka pečiva (cm)**	**Poměr výška/šířka**
Sultan	4	5	5	4	4	4	5	5,9	9,1	0,66
Evina	1	4	5	4	4	5	4	6,0	8,9	0,67
KWS Ozon	1	3	1	3	4	5	3	5,0	8,1	0,62
Vanessa	1	4	1	4	4	4	2	5,3	9,0	0,59
Fakir	1	3	1	3	4	4	2	4,9	8,1	0,60
Fabius	4	5	5	4	4	4	4	6,0	8,3	0,72
Patras	4	4	5	4	4	5	4	5,8	8,8	0,66
Tobak	4	5	5	4	4	5	5	5,8	9,1	0,64
Zeppelin	4	4	1	3	4	5	3	4,9	8,8	0,56
Etana	1	4	5	4	4	5	4	5,8	8,5	0,68
Bohemia	3	4	1	4	4	5	3	5,0	8,8	0,57
Baletka	2	4	1	4	4	5	4	5,1	8,8	0,58