

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality zemědělských produktů**



**Hodnocení pečiva ve vztahu k jakostním ukazatelům  
pšenice**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Barbora Veselá**

**Vedoucí práce: Ing. Oldřich Faměra, CSc.**

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Hodnocení pečiva ve vztahu k jakostním ukazatelům pšenice" 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 8. 4. 2016

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Oldřichu Faměrovi, CSc. za jeho přátelský, ochotný a pečlivý přístup, cenné rady a připomínky při zpracování diplomové práce. Poděkování patří také Ing. Iloně Hálové a paní Boženě Riljákové, které byly školitelem-specialistou mé práce, za jejich odborné vedení a pomoc během laboratorního pokusu. Ráda bych poděkovala i své rodině a blízkým, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

# Hodnocení pečiva ve vztahu k jakostním ukazatelům pšenice

## Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo stanovit jakostní charakteristiku zrna, těsta a pečiva u vybraných odrůd ozimé pšenice sklizené v roce 2014 a zjistit, jakým způsobem ovlivňuje stav bílkovino-škrobového komplexu zrna zpracování těsta a kvalitu pekařských výrobků. Ke stanovení bylo použito 12 odrůd ozimé pšenice z různých skupin pekařské jakosti E, A, B, C, které byly pěstovány konvenčním a ekologickým způsobem. Odrůdy jakosti E - Evina, Fabius, A - Bohemia, Etana, Fakir, Patras, Sultan, Zeppelin, B - Baletka, Tobak, Seladon, C - KWS Ozon a Vanessa. Odrůda Baletka byla pěstována pouze v konvenčním a odrůda Seladon jen v ekologickém systému zemědělství. Konvenční způsob pěstování probíhal na šlechtitelské stanici Selgen Stupice a ekologický způsob na pokusné stanici katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze - Uhřetěvesi. Obě stanice leží v řepařské oblasti středních Čech, ve shodných půdně-klimatických podmínkách.

Vysoké výnosy zrna působily na nízký obsah N-látek. Dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ vyhověla v rámci konvenčního zemědělství pouze polovina vzorků, v ekologickém systému pak žádný. Obsah N-látek významně koreloval i s nižším obsahem lepku. Vysoké letní teploty působily na velmi nízkou aktivitu  $\alpha$  – amylasy (vysoké hodnoty čísla poklesu 300 – 480 s). Kvalitativní ukazatele bílkovinného komplexu vykazovaly příznivé hodnoty pro pekařské využití (sedimentační index 30 – 45 ml). Farinografická vaznost (56 – 60 %) a vývin těsta (2 min.) ukazovaly na pekařsky silnou mouku. U stability těsta se projevil odrůdový rozdíl. Nižší stabilita a větší pokles konzistence byl u odrůd z ekologického pěstování. Lepších výsledků dosahovaly konvenčně pěstované odrůdy a to i odrůda ze skupiny C KWS Ozon – pekařsky nevhodné. V pekařském pokusu dosahovaly větších objemů pečiva odrůdy z konvenčního pěstování a potvrdily předchozí kvalitativní údaje. Odrůda KWS Ozon měla přes dobré reologické vlastnosti nízký objem pečiva. Odrůda Vanessa (C) vykazovala nejslabší pekařské výsledky včetně malého objemu pečiva. Tyto vlastnosti by mohly být využitelné pro pečivářské výrobky. Senzorické hodnocení pečiva neprokázalo velký rozdíl mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami, bylo spíše vyrovnané. Nejlepšího výsledku dosáhla odrůda Sultan (A).

**Klíčová slova:** pšenice, jakost, reologie, pekařský pokus, senzorická analýza

# Properties in relation to baking quality of wheat indicators

## Summary

The aim of this diploma work was to predict the characteristics of grain, dough and baked goods using specific varieties of winter wheat harvested in 2014. Then to determine how it affects the state of protein-starch complex in the grain and how it influences the production of dough and the quality of baked goods. To assess the goal of the thesis here were used twelve winter wheat cultivars from different groups of baking quality E, A, B, C. The wheat varieties were grown by conventional and organic agriculture. Wheat varieties of quality from group E are called Evina, Fabius, from group A - Bohemia, Etana, Fakir, Patras, Sultan, Zeppelin, from group B - Baletka, Tobak, Seladon, and from group C - KWS Ozon a Vanessa. The Baletka wheat type was grown only by conventional way, and on the other side the Seladon type was grown just by organic farming. Conventional way of cultivation was carried out at the growing station Selgan Stupice. The organic way took place at the experimental station of the Department of Crop Production FAPPZ ČZU in Prague – Uhřetěves. Both stations have the same soil and climatic conditions and are located in the sugar beet growing area in Central Bohemia.

High yields of grain shape a low content of N-substances. According to Czech technical norm “ČSN 46 1100-2 Food grain - Food wheat” only half of wheat samples grown by conventional agriculture passed the norm limits, while the samples grown by organic way did not passed at all. The content of N-substances significantly correlated with a lower content of gluten. High summer temperatures affect a very low activity of  $\alpha$  - amylase (high values of falling number 300-480 s). Quality indicators of protein complex showed optimum values for bakery purposes (sedimentation index from 30 to 45 ml). Farinograph bound (56 - 60%) and the development of the dough (2 min.) showed the bakery strong flour. The dough stability displayed differences of varieties. Lower stability and greater consistency were observed in the varieties of organic cultivation. Better results were reached by conventionally grown varieties. However good results were find out as well in group C represented by variety KWS Ozon, which is improper for baking purposes. During the bakery experiment was found out, that the conventionally grown varieties reached higher volumes of bread and confirmed previous qualitative data. The KWS Ozone variety had good rheological properties despite

low volume of bread. The Vanessa (C) variety showed the weakest bakery results, as well as a small amount of bread volume. These properties could be applicable for pastry products.

Sensory valuation of bread did not show big difference between conventionally and organically grown wheat varieties, the results were more balanced. The best rating was achieved by Sultan (A).

**Keywords:** wheat, quality, rheology, baking experiment, sensory analysis

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Hypotéza</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Obecná charakteristika pšenice</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Morfologická stavba pšeničného zrna</b>	<b>13</b>
<b>3.3</b>	<b>Chemické složení pšeničného zrna</b>	<b>15</b>
3.3.1	Sacharidy	16
3.3.2	Bílkoviny	17
3.3.3	Lipidy	19
3.3.4	Minerální látky	19
3.3.5	Vitaminy	20
3.3.6	Enzymy	21
<b>3.4</b>	<b>Hodnocení jakosti pšenice určené pro pekařské účely</b>	<b>21</b>
3.4.1	Vlhkost zrna	22
3.4.2	Objemová hmotnost	23
3.4.3	Příměsi a nečistoty	23
3.4.4	Tvrдость zrna	23
3.4.5	Číslo poklesu	25
3.4.6	Obsah dusíkatých látek (N – látky)	26
3.4.7	Obsah mokrého lepku	26
3.4.8	Gluten index	27
3.4.9	Sedimentační test dle Zelenyho	28
3.4.10	Stanovení vaznosti	28
3.4.11	Granulace	30
3.4.12	Barva mouky	31
3.4.13	Pekařský pokus	31
<b>3.5</b>	<b>Odrůda jako ukazatel jakosti</b>	<b>32</b>
<b>3.6</b>	<b>Mouka</b>	<b>34</b>
<b>3.7</b>	<b>Pěstování pšenice seté v konvenčním a ekologickém zemědělství</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>Praktická část</b>	<b>39</b>
<b>4.1</b>	<b>Materiál a metodika</b>	<b>39</b>
<b>4.2</b>	<b>Hodnocení odrůd</b>	<b>39</b>
4.2.1	Doporučené odrůdy	39
4.2.2	Předběžně doporučené odrůdy	41
4.2.3	Ostatní odrůdy	41



<b>4.3</b>	<b>Metodika pokusu.....</b>	<b>42</b>
<b>4.4</b>	<b>Pracovní postup.....</b>	<b>43</b>
4.4.1	Příprava vzorku.....	43
4.4.1.1	Šrot.....	43
4.4.1.2	Mouka .....	43
4.4.2	Analytické stanovení.....	43
4.4.2.1	Stanovení objemové hmotnosti zvané hektolitrová váha (ČSN ISO 7971-2).....	43
4.4.2.2	Stanovení tvrdosti metodou PSI (AACC metoda 55-30) .....	44
4.4.2.3	Stanovení vlhkosti (ČSN ISO 712) .....	44
4.4.2.4	Sedimentační index – Zelenyho test (ČSN ISO 5529).....	45
4.4.2.5	Číslo poklesu (ČSN ISO 3093) .....	45
4.4.2.6	Obsah N-látek dle Kjeldhala (ČSN 461011-8).....	46
4.4.2.7	Stanovení mokrého lepku (ČSN ISO 5531).....	47
4.4.2.8	Granulace (ČSN 560512-5).....	48
4.4.2.9	Stanovení popela (ČSN 560512-8) .....	48
4.4.2.10	Stanovení reologických vlastností na farinografu (ČSN ISO 5530) .....	49
4.4.3	Pekařský pokus (metodika LZJO) .....	49
4.4.4	Senzorické hodnocení pečiva.....	50
<b>5</b>	<b>Výsledky měření.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1</b>	<b>Jakostní ukazatele .....</b>	<b>51</b>
5.1.1	Objemová hmotnost.....	51
5.1.2	Tvrdost zrna .....	52
5.1.3	Číslo poklesu.....	52
5.1.4	Sedimentační test dle Zelenyho .....	53
5.1.5	Obsah N – látek.....	54
5.1.6	Obsah lepku .....	55
5.1.7	Farinografické hodnocení těsta.....	59
5.1.7.1	Vaznost mouky.....	59
5.1.7.2	Doba vývinu .....	59
5.1.7.3	Stabilita těsta .....	60
5.1.7.4	Pokles konzistence .....	61
5.1.7.5	Měrný objem pečiva.....	62
5.1.8	Vyhodnocení korelační analýzy mezi jakostními a reologickými znaky .	65
5.1.9	Senzorické vyhodnocení pečiva.....	67
5.1.9.1	Výška pečiva .....	67
5.1.9.2	Šířka pečiva .....	67
5.1.9.3	Poměr výška/šířka pečiva.....	68

5.1.9.4	Technologické vlastnosti těsta .....	69
5.1.9.5	Tvar výrobku .....	69
5.1.9.6	Barva kůrky .....	70
5.1.9.7	Parcelace .....	71
5.1.9.8	Vlastnosti střídky – pružnost.....	71
5.1.9.9	Vlastnosti střídky – pórovitost .....	72
5.1.9.10	Chuťový vjem .....	73
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>74</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>81</b>
<b>9</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>89</b>

# 1 Úvod

Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) patří k celosvětově nejvýznamnějším plodinám zajišťujícím výživu lidské populace a Česká republika se řadí mezi významné vývozce této zemědělské komodity. V roce 2015 bylo na našem území sklizeno 5 274,3 t pšenice. U pšenice ozimé bylo dosaženo výnosu 6,50 t/h (6,61 t/ha v roce 2014), u pšenice jarní pak 4,26 t/ha (4,85 t/ha v roce 2014). Pšenice je nejdůležitější obilovinou používanou v pekárenském průmyslu, a proto je zde kladen velký důraz na kvalitu produkce, která je ovlivněna řadou faktorů – počasí, agrotechnické zásahy, výživa, vlastnosti půdy a také genotyp rostliny. Správná kvalita produkce má pozitivní vliv na chemické složení zrna, především na obsah zásobních látek, zejména bílkovin, jenž se podílejí na stavbě lepkového komplexu. Právě díky tomuto komplexu jsme schopni vytvořit typickou strukturu kynutého těsta a získat tak požadovanou jakost finálního výrobku. Pšenice obsahuje kromě bílkovin řadu významných nutričních složek – sacharidy, esenciální aminokyseliny, vitaminy a minerální látky. Je bohatým zdrojem energie a vlákniny, která se podílí na správné činnosti trávicího ústrojí. Přes veškerá svá pozitiva, ale může negativně ovlivňovat život některých lidí. V současné době se rapidně zvyšuje výskyt celiakie a nelze opomenout ani pekařské astma.

## **2 Cíl práce**

### **2.1 Hypotéza:**

Stav bílkovino-škrobového komplexu pšeničného zrna významně ovlivňuje vlastnosti zpracovávaného těsta a kvalitu pekařských výrobků.

### **2.2 Cíl práce:**

U vybraného souboru odrůd pšenice stanovit jakostní charakteristiku zrna, těsta a pečiva. Vyhodnotit úroveň vztahů laboratorních jakostních ukazatelů k fyzikálním a senzorickým vlastnostem pečiva.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Obecná charakteristika pšenice

Pšenice je spolu s ostatními obilovinami řazena mezi traviny (*Gramineae*) a většina obilovin patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Taxonomicky pšenice spadá pod rod *Triticum*, přičemž nejdůležitější je *Triticum aestivum L. subspecies vulgare* - pšenice setá a pšenice tvrdá *Triticum durum Desf. (durum L.)* - pro výrobu těstovin (Bushuk a Rasper, 1994). Pšenice setá se vyznačuje těmito znaky: nelámový, osinatý i bezosinatý různě hustý klas, vejčité nebo podlouhlé plevy a pluchy se zřetelným kýlem, nahé, baculaté, na průřezu oblé obilky s mírně vystouplým klíčkem, které jsou na protější straně ochmýřené. Pšenice setá vznikla nejspíše ze špaldy (Dendy a Dobraszczyk, 2000). Podle barvy a osinatosti se dělí do čtyř variet, u nichž dále rozlišujeme ozimou a jarní formu. Ozimé formy pšenice, v ČR zastoupené cca z 94 % produkce, se sejí na podzim. Sklizeň probíhá následující rok v létě. Jarní formy se naopak sejí co nejdříve na jaře a sklízí v létě téhož roku. Ozimé formy jsou geneticky podmíněné. Potřebují delší působení nízkých teplot, které společně s krátkými podzimními dny zpomalují vývoj rostliny a činí ji odolnější vůči mrazu a zimním podmínkám (Zimolka a kol., 2005).

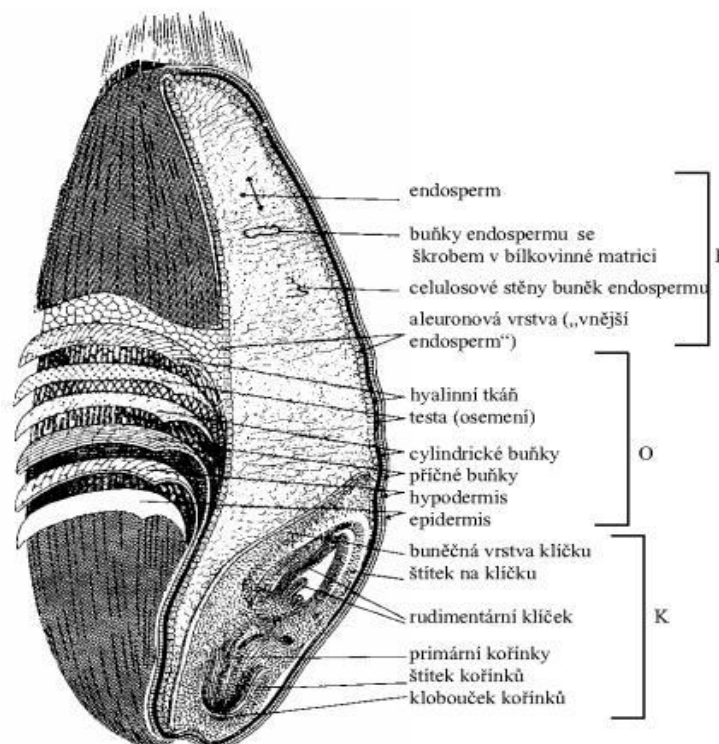
### 3.2 Morfologická stavba pšeničného zrna

Obilka pšenice je tvořena třemi částmi: obalové vrstvy, endosperm, klíček. Hmotnostní podíl jednotlivých částí je proměnlivý a závisí na vnitřních a vnějších faktorech, jako odrůda, půdní a klimatické podmínky, hnojení, agrotechnika (Příhoda, Skřivan a Hrušková, 2004).

Obalové vrstvy tvoří dva typy buněk: oplodí (perikarp), osemení (testa). Zaujímají zhruba 8-12 % z celkové hmotnosti zrna. Jsou bohaté na vlákninu, minerální látky. Při procesu mletí přecházejí do otrub. Oplodí, nejsvrchnější vrstva, chrání obilku před mechanickým poškozením, vysycháním, působením vody a škodlivých látek, proto obsahuje špatně rozpustné, málo bobtnající složky jako je např. celulóza. Ta je významným zdrojem vlákniny a lze ji využít k obohacení a zvýšení výživové hodnoty některých výrobků (Marquart et al., 2007). Dle Příhody, Humpolíkové a Novotné (2003) má ale její přidávání negativní dopad na pekárenskou technologii, protože zhoršuje zpracovatelnost těsta a často i vzhled finálního výrobku. Buňky vnitřní obalové vrstvy (osemení) obsahují barviva

(karoteny, xantofyly), jejichž množství určuje vnější barevný vzhled zrna. V osemeni jsou uloženy polysacharidy, které mají schopnost bobtnat, částečně se rozpouštět a velmi pevně vázat vodu a tím do jisté míry přispívají k udržování vlhkosti zrna (Příhoda, Skřivan a Hrušková, 2008). Díky těmto vlastnostem se mohou podílet na zvýšení vaznosti mouk, prodloužení vláčnosti střídy pekařských výrobků, ale na druhou stranu mohou i zvyšovat lepivost těsta, což je nežádoucí (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

**Morfologická stavba pšeničného zrna (vrstva E přechází při mletí do mouky, vrstva O do otrub, vrstva K je odstraňována s klíčkem) (Kopáčová, 2007)**



Dále lze mezi obalovými vrstvami a endospermem nalézt vrstvu aleuronovou. Je složena z velkých buněk, které obsahují značné množství vlákniny a minerálních látek, ale i vysoký podíl bílkovin (30 %). Bílkoviny aleuronové vrstvy mohou sice zvyšovat podíl mokrého lepku v mouce, ale nemají schopnost vytvořit pevnou a stabilní strukturu pečiva, protože nepatří mezi silné lepkotvorné (Kent a Evers, 1994). Aleuronová vrstva zaujímá asi 8 % z celkového podílu pšeničného zrna. Podle podmínek mletí může být vymleta společně s endospermem do mouk, nebo jí část přechází do otrub. Přítomnost aleuronové vrstvy zvyšuje obsah popela v moukách (Fardet, 2010).

Endosperm, vnitřní jádro, tvoří tenkostěnné buňky se škrobovými zrny (3/4) a bílkovinami (10 %). Jejich obsah a kvalita je určující pro pekárenskou, zpracovatelskou kvalitu pšeničné mouky. Buňky endospermu jsou křehké, proto je málo soudržný a při mletí se rozpadá na hrubší částice (Hurkman a Tanaka, 2006). Pšeničná mouka je téměř čistý rozdrcený endosperm. Od obalových vrstev je oddělen aleuronovou vrstvou, která je někdy označována jako vnější endosperm. Zaujímá asi 84 - 86 % z celkové hmotnosti obilného zrna. Jeho úkolem je vyživovat klíček. Je cenným zdrojem energie a bílkovin (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Podle předpokladů tvoří střed obilky, a tím i střední část endospermu, škrob ve formě neporušených granulí a lepkotvorné bílkoviny s nízkou tažností, zastoupené převážně vysokomolekulárními gluteniny. V krajních částech se vyskytuje škrob s určitým stupněm poškození a bílkoviny, zastoupeny jak gluteniny, tak gliadiny (Hrušková, Karas a Švec, 2011).

Klíček, embryo, se před mlýnským zpracováním celý odstraňuje. Obsahuje velké množství živin: tuk, bílkoviny, jednoduché cukry, vitaminy, a proto rychle podléhá enzymatickým a oxidačním změnám, čímž by zhoršoval sensorickou kvalitu výrobku. Tvoří nejmenší část obilky, zhruba 1,5-3 % (Xie et al., 2008).

### 3.3 Chemické složení pšeničného zrna

Tab. 1 Chemické složení zrna (Martinek a Filip, 2010)

Obsah jednotlivých složek v %				
	Celé zrna	Aleuronová vrstva	Zárodek	Endosperm
<b>Škrob</b>	60 - 70	-	-	78 - 84
<b>Celulosa</b>	2,5 - 3,3	12 - 20	3 - 5	0,13 - 0,18
<b>Jiné sacharidy</b>	3 - 6	3 - 5	22 - 28	3 - 4
<b>Bílkoviny</b>	10 - 17	23 - 33	36 - 42	9 - 14
<b>Lipidy</b>	2 - 2,5	7 - 8,5	12 - 16	0,5 - 0,7
<b>Minerální látky</b>	1,4 - 2,3	9 - 11	5 - 6	0,3 - 0,5

Obsah jednotlivých složek v pšeničném zrně je variabilní v závislosti na anatomické stavbě dané odrůdy. Zároveň množství jednotlivých složek ovlivňují půdní a klimatické

podmínky, agrotechnika a výživa. Jejich průměrné zastoupení v jednotlivých částech zrna uvádí Tabulka 1. Nejpodstatnější podíl zrna tvoří sacharidy společně s bílkovinami, dále pak lipidy, minerální látky, vitaminy a enzymy (Soldi, 2006).

### 3.3.1 Sacharidy

Sacharidy jsou v různých podobách zastoupeny v celém obilném zrně. V nepatrném množství zde můžeme nalézt monosacharidy, především pentosy a hexosy, které jsou většinou vázány v oligosacharidech. Disacharidy zastupuje maltosa a nejvíce pak sacharosa nacházející se v obilném klíčku. Vyzrálé neporostlé pšeničné zrna obsahuje dále trisacharidy rafinosa a trifruktosan. Redukující cukry vylučují z alkalických měďnatých roztoků oxid měďný. Po jednodinové digesci moučné vodní suspenze při 27 °C se naměřené hodnoty redukujících cukrů používají k charakterizování tzv. plynotvorné schopnosti mouky. Hodnoty nad 2,5 % v sušině zrna svědčí o poškození škrobových zrn, která pak méně odolávají účinkům amylolytických enzymů. Pokles hladiny neredukujících cukrů a vzrůst redukujících cukrů během skladování svědčí o výskytu plísní (Matz, 1991). Nejdůležitější složkou jsou polysacharidy, zejména škrob, které mají jak zásobní tak stavební funkci a výrazně ovlivňují technologické vlastnosti při zpracování zrna. Škrob tvoří převážnou část endospermu, zhruba 56-78 % (Mikulíková a Horváthová, 2008). Vykytuje se ve formě škrobových zrn kulovitěho tvaru. Rozlišujeme dva typy zrn dle velikosti – škrob drobnozrnný s velikostí částic menší než 10 – 15 μm, tzv. sekundární škrob B a škrob velkozrnný s velikostí částic přibližně 20 μm tzv. primární škrob A (Karlsson, Olered, a Eliasson, 1983). Malá zrna jsou pevně fixována na bílkovinnou matici, což vede k jejich špatné oddělitelnosti a snížení kvality lepku. Velká škrobová zrna jsou snadněji degradovatelná již při nižších teplotách, než je tomu u malých škrobových zrn. Velikost zrn značně ovlivňuje využití a zpracování pšenice. Na stavbě škrobové molekuly se podílejí dvě frakce – amylosa a amylopektin, obě tvořené jednotkami glukosy. Dle botanického původu a vegetačního stadia rostliny se poměr amylosy ku amylopektinu liší. U našich obilovin je tento poměr 25 – 28 % : 72 – 75 %. Amylosa je lineární řetězec několika set molekul glukosy spojených vazbou α-1,4 (Hizukuri, Takeda a Yasuda, 1981). Molekula amylopektinu je naopak větší a rozvětvená. Kromě α-1,4 vazeb se u něj vyskytují i vazby α-1,6. Díky těmto vazbám, na rozdíl od amylosy, lépe odolává amylytickým enzymům. (Zobel, 1988). Mezi nejvýznamnější fyzikální vlastnosti škrobu patří jeho schopnost mazovatění, bobtnání a retrogradace. Ve studené vodě se nerozpouští, ale bobtná. Při zvýšení teploty nad 60 °C mazovává a vykazuje velkou viskozitu – vznik



koloidního roztoku. V pekárenské technologii je tento děj velmi významný. Při větším ztekucení mazu působením amylolytických enzymů dochází ke snížení jakosti pečiva. Činností enzymů se škrob štěpí na maltosu, varem s kyselinami až na glukosu (Delcour, 2010).

Celulosa je dalším významným avšak neškrobovým polysacharidem, který je tvořený glukosovými jednotkami spojenými  $\beta$  1,4 vazbami. Tvoří lineární makromolekuly vzájemně mezi sebou integrující prostřednictvím vodíkových můstků za vzniku rigidních struktur. Zlepšuje nutriční vlastnosti celozrnných mouk a výrobků. Má významný efekt na fyziologii trávení – zvyšuje bilanci spotřeby vlákniny. Může předcházet vzniku cévních chorob a některých nádorových onemocnění. Celulosa je nerozpustná a za normálních teplot ani výrazně nebobtná. Její přidávání do těsta vede ke snížení vaznosti vody, pružnosti a pevnosti těsta (Příhoda, Humpolíková a Novotný, 2003). Pšeničné zrnko obsahuje taktéž ve vodě nerozpustný pentosan - hemicelulosu. Je uložena především v obalových vrstvách a je součástí nestravitelné vlákniny. Do pentosanů patří také arabinoxylan. Je vodou rozpustný, vytváří slizy a jeho zastoupení v pšeničném zrně je velmi omezené (1 - 3 %). Mezi rozpustné polysacharidy (rozpustnou vlákninu) řadíme  $\beta$ -glukany, které jsou obsažené zejména v ječmenu a ovsu. Mohou vytvářet vysokoviskózní gely. Přidáváním ovesných  $\beta$ -glukanů vznikají pružnější těsta, ale mají i negativní vliv na technologické vlastnosti – více přidané vody, snížení objemu pečiva, zhroucení struktury.  $\beta$ -glukany pozitivně působí na trávení a jsou důležitou součástí přijímané vlákniny v potravě (Izydorczyk a Rattan, 1995).

### 3.3.2 **Bílkoviny**

Bílkoviny obsažené v pšeničném zrně mají zejména technologický význam. Největší podíl těchto technologicky významných bílkovin je v endospermu a aleuronové vrstvě (Kopáčová, 2007). Množství bílkovin v sušině kolísá v rozpětí 10 - 12 %. Byly zaznamenány případy i s obsahem bílkovin větším než 30 %. Nebílkovinné dusíkaté látky jsou zastoupeny převážně amidy a aminokyselinami v aleuronové vrstvě a klíčku (Prugar et al., 2008). Vlastnosti bílkovin závisí na jejich chemickém uspořádání a chemickém složení. Jsou složeny z aminokyselin, z nichž nejvýznamnější jsou glutamin, prolin, leucin, cystein, lysin a glutamová kyselina. Z nutričního hlediska si zasluhují pozornost aminokyseliny esenciální. Pšeničné zrnko je ve srovnání s plnohodnotnou živočišnou bílkovinou nejvíce deficitní na aminokyseliny methionin, lysin, valin a treonin. Nejméně limitujícími aminokyselinami jsou fenylalanin a tryptofan (Shewry et al., 2012). Bílkoviny pšeničného zrna se dělí podle

různých hledisek: rozpustnosti, velikosti molekul, chemického složení. Podle Osborna lze pšeničné bílkoviny na základě rozpustnosti rozdělit do čtyř skupin:

- Gliadiny - Prolaminy (rozpustné v 70 % ethanolu)
- Gluteniny (zčásti rozpustné ve zředěných roztocích kyselin a zásad)
- Albuminy (rozpustné ve vodě)
- Globuliny (rozpustné v roztocích solí)

Albuminy a globuliny patří mezi protoplasmatické bílkoviny. V pšenici tvoří kolem 20 % všech bílkovin. Protoplasmatické bílkoviny tvoří s nukleovými kyselinami a lipidy strukturu cytoplazmy a jádra, jiné se řadí mezi enzymaticky aktivní bílkoviny (Goesaert et al., 2005). Prolaminy a gluteniny jsou zásobní bílkoviny. Při klíčení zrna se snadno štěpí na aminokyseliny a peptidy. Klíčovou úlohu v chemickém složení pšeničného zrna hrají složky dvou frakcí – gliadinu a gluteninu, které jsou zastoupeny přibližně v poměru 2:3. Gliadiny a gluteniny jsou reprezentované řadou příbuzných proteinů. Vzájemně se však liší složením aminokyselin (Wieser, 2007). Gluteninové frakce tvoří základ – páteř a k nim jsou pevně připojeny molekuly gliadinu. Spojení těchto frakcí vede ke vzniku lepku, který se získává vypíráním pšeničné mouky s vodou. Mokrý lepek obsahuje asi 66 % hmotnosti vody. Po jeho vysušení se získá tzv. suchý lepek (Kopáčová, 2007). Obsah mokrého lepku je hlavním jakostním kritériem pekařské jakosti pšeničné mouky. Obvykle slouží i jako kritérium pro třídění pšenic na potravinářské a ostatní účely. Kvalita lepku je charakterizována jeho tažností, bobtnavostí a pružností ve slabém roztoku kyseliny mléčné. V lepku tažném, měkkém a málo pružném se nachází větší množství gliadinu, který je viskóznější a snadno peptizovatelný. Určité frakce gliadinu mohou u menší části populace vyvolat trávicí alergii zvanou celiakie (Khatkar, Bell a Schofield, 1995). Naproti tomu v kvalitním, pružném a tužším lepku je větší podíl gluteninu. Poměr těchto složek není zdaleka jediným faktorem, jenž rozhoduje o kvalitě lepku, a tím i mouky. Důležitější je fyzikálně-chemický charakter stavby makromolekul lepkových bílkovin, jejich struktura, zejména způsob vazby mezi nimi, prostorové uspořádání bílkovinných řetězců a jejich propojení různými příčnými můstky. Velký význam mají především sulfhydrolové (-SH) a disulfidové (-S-S). Vzniklé můstky totiž lepek zpevňují. Bílkovina lepku se vyznačuje vysokým obsahem kyseliny glutamové, resp. glutaminu (až 35 %) a prolinu (více než 10 %). Na druhé straně má velmi nízký obsah esenciální aminokyseliny lyzinu (1-2 %). Bílkovinné složení lepku určuje reologické vlastnosti (tažnost a sílu) těsta a je klíčovou složkou pšeničné mouky. Silné mouky s nižším množstvím enzymů a s vyšším obsahem lepku, který je spíše tužší a málo tažný, jsou vhodné pro výrobu chleba.

Slabé mouky mají naopak nižší obsah lepku a více enzymů, proto se u nich doporučuje snížení doby kynutí. Hodí se zejména pro výrobu sušenek a cukrářského pečiva. Z ostatních obilovin podobný gel vyprat nelze (Belton, 1998).

### 3.3.3 Lipidy

Pšenice společně s ostatními obilovinami patří k rostlinám s nejnižším obsahem tuků v semenu. Tvoří asi 2 % hmotnostního podílu zrna. Nejvíce lipidů je zastoupeno v klíčku, až 64 % hmotnosti klíčku. V endospermu jsou obsaženy pouze nepatrně, asi 3 %. V pšeničném zrně jsou lipidy tvořeny hlavně z kyseliny linolové, olejové a také fosfatidy, které obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi. Typickým představitelem fosfatidů je lecitin s dusíkatouází cholinem. Množství a složení lipidů v zrně kolísá a je závislý na kultivaru, klimatických podmínkách v průběhu vegetace. Při zvýšeném množství srážek narůstá obsah nenasycených mastných kyselin (Pareyt, 2011). Tuk nemá v obilce žádný větší technologický význam, ale neměl by se podceňovat. V procesu hnětení těsta se část lipidů váže do struktury pšeničného lepku. Polynenasycené mastné kyseliny podléhají snadno oxidaci za vzniku hydroxiperoxidů a volných radikálů. Tyto sloučeniny dále oxidují další složky: proteiny a karotenoidy, což ovlivňuje reologické vlastnosti těsta a barvu střídky (Hoseney, 1994). Tuk z obilných klíčků je z výživového hlediska velmi cenný, proto se z něj lisuje olej. Pšeničné zrně je také zdrojem lipofilních pigmentů. V obilovinách se vyskytují zejména karotenoidy, žlutá a oranžová barviva, zejména lutein. V pšeničné mouce je vyšší obsah karotenoidů pro výrobu bílého pečiva nežádoucí. Při nevhodném skladování mouky může dojít k hydrolýze tuku a nežádoucímu zvyšování kyselosti mouky, které je způsobeno štěpením fosfatidů a z nich uvolněné kyseliny fosforečné (Eliasson a Larsson, 1993). Oxidační změny lipidů způsobují nežádoucí pokles sensorických vlastností – žluknutí. Žluknutí je většinou způsobeno vyšší vlhkostí obilí a rozvojem plísní produkující lipasy. Přidávání lipidů v podobě ztužených tuků nebo emulgátorů (monoacylglyceroly, lecithin) do pekárenských výrobků může hrát i pozitivní roli. Zvyšují sílu těsta a posilují tak jeho stabilitu - zlepšení opracovatelnosti těsta. Dochází k nárůstu objemu a výsledkem toho je jednotnější a měkčí struktura střídky. Kromě toho mohou také zabraňovat zvětrávání pečiva (Olesen, Qi Si a Donelyan, 1994).

### 3.3.4 Minerální látky

Množství minerálních látek je variabilní a ovlivněno půdními a agrotechnickými podmínkami. Minerální látky - popeloviny, anorganický zbytek po spálení rostlinného materiálu, se v pšenici vyskytují řádově v 1,84 %. Největší podíl těchto látek byl zjištěn

v osemení a aleuronové vrstvě, v endospermu je naopak minimální. Převážnou část popelovin tvoří oxid fosforečný ve formě fytinu, oxid draselný, hořečnatý, vápenatý, sodný, křemičitý. Nejhojnějšími kovy jsou hořčík, vápník a železo (Akbar et al., 2011). Dále se zde nachází zinek, měď, mangan a selen. Rozložení minerálních látek v zrně je nepravidelné a slouží jako ukazatel k hodnocení jakosti mouky - stupně vymletí mouky a stupně oddělení obalových vrstev a klíčku od endospermu. Obsah popela lineárně stoupá se stupněm vymletí. Bylo dokázáno, že z celkového množství biogenních minerálních látek přechází do mouky T-930 (tisíci násobek obsahu popela 0,93 %) vymleté asi na 76 % jen necelých 76 % vápníku, 50 % fosforu a 20 % železa (Christian a Vaclavik, 2008). Čím světlejší mouka je, tím horší je tato bilance. Z hlediska racionální výživy je tedy nutné preferovat tmavší mouky, které jsou na tyto látky bohatší, před moukami světlými. Obecně platí, že čím je vyšší typové číslo mouky, tím více je vymletá a bohatší na minerální látky. Naopak nižší typové číslo značí mouku světlou, málo vymletou a tudíž i s nižším obsahem minerálních látek a vlákniny. Pšeničné zrně obsahuje ve 100 g sušiny zhruba 450 mg fosforu, 380 mg draslíku, 160 mg síry, 140 mg hořčíku, 60 mg vápníku, 30 mg sodíku, 5 mg železa, 4,5 mg manganu, 3 mg zinku, 2,5 mg bóru, 0,7 mg mědi a ve velmi malém množství i další minerální látky (Edwards, 2007).

### 3.3.5 Vitaminy

Pšenice je dobrým zdrojem některých vitaminů, které jsou důležité pro výživu člověka i hospodářských zvířat např. thiaminu (B1), riboflavinu (B2), pyridoxinu (B6), nikotinové kyseliny, kyseliny pantotenové, kyseliny listové, tokoferolu (E), karotenu (provitamin vitamínu A). Většina pšeničných vitaminů je rozpustná ve vodě, kromě retinolu a tokoferolu, jež jsou rozpustné v tucích. Vitaminy jsou nejvíce nahromaděny v klíčku a aleuronové vrstvě zrna. Endosperm je na jejich obsah chudý. Protože tyto části přecházejí při mletí většinou do otrub, jsou světlé mouky určené pro lidskou výživu podstatně ochuzené o vitaminový podíl (Fardet, 2010). Naopak celozrnné a výše vymleté mouky mají vysokou nutriční hodnotu a velký podíl vitamínu E, který sem přechází z klíčku, z něhož se i izoluje pro farmaceutický průmysl. Při mlýnském zpracování se významně snižuje podíl thiaminu, protože přechází do krmných zbytků (až 70 %). Jeho obsah se snižuje i během pečení, řádově o 30 %, a rovněž během skladování, kdy při vyšší vlhkosti dochází k jeho úbytku zhruba o 80 %. Riboflavin řadíme k flavinům tj. žlutým dusíkatým barvivům. Během skladování jsou jeho ztráty mnohem menší než u thiaminu. Vitamin C, kyselina L-askorbová, se ve zralém obilí

nevyskytuje, jeho obsah prudce vzrůstá až ve vyklíčeném obilí (Hidalgo, Fongaro a Braolini, 2014).

### 3.3.6 Enzymy

K dalším významným chemickým sloučeninám, které jsou v pšeničném zrně obsaženy, patří enzymy. Jsou to specifické organické sloučeniny s makromolekulární stavbou. Mají převážně bílkovinný charakter. Hrají klíčovou roli jako biokatalyzátory. Regulují výměnu látek během klíčení, růstu, v průběhu skladování a technologického zpracování. Při zvyšování vlhkosti zrna i výrobků jejich aktivita narůstá a stejně jejich aktivitu ovlivňuje také teplota. Pro většinu enzymů se optimální teplota pohybuje od 30 °C do 50 °C, avšak některé dosahují nejvyšší aktivity při teplotách kolem 60 °C. Pokud jsou vystaveny teplotám nad 60 °C, dochází k jejich inaktivaci (Hui a Corke, 2006). Mezi technologicky významné enzymy řadíme amylasy, které hydrolyzují škrob. K amylolytickým enzymům patří  $\alpha$  - a  $\beta$  - amylasy. Enzym  $\alpha$  - amylasa se vyskytuje v naklíčeném obilí. Ke štěpení škrobu dochází hlavně při špatném skladování mouky nebo zrna a při porůstání obilí. V obilném zrně mají své zastoupení také proteolytické enzymy – proteasy, hydrolyzující peptidové vazby (Schaffarczyk, 2016). Jejich aktivita, zejména v těstě, je podmíněna přítomností aktivátorů a složitými oxidačně-redukčními pochody. V porostlém obilí se podílí na poškození bílkovinných struktur a zhoršují tak strukturu pšeničného lepku. V zrně jsou přítomny i lipasy, lipoxygenasy a fosfatasy. Lipasy štěpí lipidy na glycerol a mastné kyseliny. Lipoxygenasy oxidují nenasycené mastné kyseliny. Nachází se především v obalových vrstvách a klíčku. Katalyzují oxidaci tuků v klíčku a zvyšují tak peroxidovou hodnotu, což vede až k oxidaci a žluknutí klíčku. Z tohoto důvodu je obzvláště důležité dbát na správnou technologii a skladování obilí (Gerits, 2015).

## 3.4 Hodnocení jakosti pšenice určené pro pekařské účely

Definovat jakost – kvalitu lze dvěma způsoby. V první řadě je to míra uspokojení potřeb spotřebitele – zákazníka, v druhé shoda se standardem. Kvalita produktu by měla splňovat určitý standard a být spotřebitelem vnímána jako konstantní. Vzhledem k vnitřní variabilitě suroviny, není snadné tohoto cíle dosáhnout. Jakost pšenice je ovlivněna typem odrůdy, ale především se na ní podílejí tyto faktory: místo pěstování (kvalita půdy), klimatické podmínky, zvolená agrotechnika (ošetření v době růstu, hnojení, doba sklizně, volba předplodiny atd.) (Petr, 2001). Pokud se nedodrží správné pěstební postupy, které

budou ještě doprovázet špatné klimatické podmínky, může dojít k tomu, že i velmi kvalitní odrůda s dobrým potencionálem bude vykazovat špatnou pekařskou jakost (Bordes et al., 2008).

Vzhledem k rozdílným požadavkům zpracovatelů a spotřebitelů, rozdělujeme jakost podle několika hledisek na hygienickou (zdravotní nezávadnost), užitnou (směr a způsob využití), technologickou (obsah účinné látky, zpracovatelnost), senzorickou (vzhled, křupavost) a nutriční (splnění nutričních požadavků). Technologickou jakost zrna pšenice tvoří několik faktorů, které vzájemně tvoří komplexní veličinu. Jedná se o chemické složení zrna, zejména o obsah zásobních bílkovin v endospermu, které mají schopnost vytvářet při hnětení těsta společně s dalšími látkami a vodou bílkovinný komplex – lepek. Technologickou jakost rozdělujeme na mlynářskou a pekařskou (Cauvain, 2003). Jednotlivé ukazatele pro tyto dva znaky jsou uvedeny v Tabulce 2.

**Tab. 2 Ukazatele mlynářské a pekařské jakosti (Martinek a Filip, 2010)**

<b>Mlynářská jakost</b>	<b>Pekařská jakost</b>
Vhodnost k mletí	Číslo poklesu
Výtěžnost mouky	Vaznost mouky
Tvrдость zrna	Měrný objem pečiva
Obsah popela	Obsah a kvalita lepku
Tvar obilky	Sedimentační hodnota
Velikost obilky	Obsah dusíkatých látek

Mlynářská jakost pšenice se odvíjí od strukturně-mechanických vlastností zrna, které se projevují při mletí a přípravě obchodních mouk. Je určována anatomickými a morfologickými znaky, látkovým složením, vnitřní strukturou obilky, již ovlivňují fyzikálně-mechanické vlastnosti endospermu (Prugar a Hraška, 1986).

#### 3.4.1 Vlhkost zrna

Nejdůležitějším rysem pro stanovení tržní hodnoty zrna je jeho vlhkost, která je významná již během sklizně a vegetace, protože určuje konečné technologické vlastnosti zrna a mlýnských výrobků. Vlhkost zrna je ovlivněna zejména počasím v průběhu sklizně a

následným ušetřením po ní. Pokud má zrno v době sklizně vyšší vlhkost, je nutné jeho dosoušení, aby během skladování nedošlo k rozvoji nežádoucích mikroorganismů. Vlhkost zrna se nejčastěji snižuje aktivním větráním, ale i teplotovzdušným sušením. Vlhkost je nutné kontrolovat po celou dobu skladování (Prugar et al., 2008). Při pečení má vlhkost mouky vliv na vaznost a s ní související výtěžnost těsta a finálního výrobku. Stanoví se jako úbytek hmotnosti vzorku po vysušení za předem daných podmínek. Pro měření se využívá vlhkoměrů. Jedná se o rychlou a snadnou metodu (Příhoda a Hrušková, 2007). Podle vyhlášky č. 333/1997 Sb. by neměl obsah vlhkosti překročit 14 %.

#### 3.4.2 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost „hektolitrová váha“ souvisí s výtěžností mouky. Je jakostním ukazatelem používaným od počátku hodnocení pšenice. Udává poměr hmotnosti k objemu obilovin, který zaujmají po převedení do odměrné nádoby za přesně daných podmínek. Tento poměr se vyjadřuje v kilogramech na hektolitr. Minimální hodnota pro potravinářské pšenice by neměla být nižší než 76,0 kg.hl<sup>-1</sup>. Vyjadřuje řadu vlastností a znaků např. tvar a velikost obilek, vyrovnanost, sklovitost, vlastnost povrchu zrna a vlhkost. Objemová hmotnost závisí na velikosti, tvaru obilek a rázu endospermu (sklovité obilky mají vyšší objemovou hmotnost, než méně sklovité). Vlivem dlouhodobého skladování dochází k jejímu snižování. Je závislá na pěstitelských podmínkách, polehlosti porostu, odrůdě. Důležitou roli hraje včasnost sklizně. Při namoknutí zralého zrna její hodnota rychle klesá a je proto důležitým ukazatelem při výkupu potravinářské pšenice (Zimolka et al., 2005).

#### 3.4.3 Příměsi a nečistoty

Příměsi a nečistoty tvoří přirozenou součást obilné masy, nelze je ale považovat za kvalitativní složku zrna. Pro potravinářskou pšenici jsou podle normy ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ příměsi a nečistoty složeny z 12 definovaných položek: zlomky zrn, scvrklá zrna, zrna poškozená škůdci, cizí látky. Jejich maximální povolené množství je 6 %. Podíl nečistot může tvořit nejvýše 0,5 % (Příhoda a Hrušková, 2007).

#### 3.4.4 Tvrdost zrna

Tvrdost zrna řadíme mezi nepřímé ukazatele mlynářské jakosti. Má vztah k výtěžnosti předních mouk, krupic a je ovlivněna stavbou bílkovin - jejich schopností uzavřít škrobová zrna endospermu v bílkovinný matrix. Tvrdost zrna je stejně jako objemová hmotnost

ovlivněna řadou faktorů: vlhkost, obsah tuků, jednoduchých cukrů. Mezi pekařskou kvalitou a tvrdostí zrna existuje přímá souvislost. Je obecně známo, že pšenice s vysokou tvrdostí zrna poskytují pekařsky kvalitnější – silnější mouky s vyšší vazností vody % (Faměra et al., 2010). Sklovité odrůdy pšenice poskytují pevná a tvrdá zrna, která umožňují silnou vazbu mezi škrobovými zrny a bílkovinami. Díky tomu zůstávají buňky endospermu celistvé i po semletí. Naopak měkký endosperm moučných pšenic s malou tvrdostí zrna má sypkou strukturu. Spojení mezi bílkovinami a škrobem je slabé, proto dochází v průběhu mletí k uvolnění velkého množství škrobových zrn do mouk. Toto stanovení není v ČR metodicky standardizováno a běžně se jako ukazatel nepoužívá. Stanovení se provádí podle metody „Indexu velikosti částic pro tvrdost pšenice“ (Particle size index for wheat hardness – PSI), metodika AACC 55-30 v jednotkách PSI. Metoda je založena na uzančném drcení zrna a na třídění meliva na síti 0,075 mm (Williams a Sobering, 1986).

**Tab. 3** Stupnice tvrdosti relativní tvrdosti zrna (Horáková et al., 2012)

<b>Kategorie</b>	<b>PSI %</b>
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

Pekařské vlastnosti mouky se uplatňují až při jejím zpracování v pekárenské technologii. Projevují se na vlastnostech a objemu finálního výrobku. Pekařská jakost pšenice je ovlivněna genotypem a především je podmíněna bílkovinným komplexem zrna. Protože je mouka univerzální pekařskou surovinou, jsou požadavky na její kvalitu rozsáhlé. Musí mít dostatečnou plynotvornou schopnost – schopnost tvořit těsto, které dokáže zadržet dostatečné množství kvasných plynů. Velmi důležitá je také přítomnost enzymu tyrozinasy, díky níž má mouka schopnost tmavnout. V pekařství se vlastnosti mouky hodnotí podle jejího chemického složení (Goesaert et al., 2005). Pšeničná mouka je vícesložkový systém a všechny tyto složky se podílejí na utváření jejího charakteru. Ne každý typ mouky je stejně vhodný pro výrobu



konkrétního výrobku. Proto má hodnocení její kvality velký význam. Kvalita pšeničné mouky se hodnotí pomocí tří skupin metod. V první řadě posuzujeme vlastnosti jednotlivých složek mouky: číslo poklesu, sedimentační test dle Zelenyho, obsah N-látek, obsah mokrého lepku. V druhé fázi sledujeme vlastnosti těsta a kvalitu mouky pomocí reologického hodnocení a v poslední fázi je provedeno pokusné pečení (Duyvejonck et al., 2012).

### 3.4.5 Číslo poklesu

Číslo poklesu je ukazatelem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu hydrolytickými enzymy syntetizovanými v zrně. Tento test se v Evropě stal používaným kritériem k charakteristice aktivity  $\alpha$ -amylasy, která se aktivuje na začátku klíčení zrna. Hodnoty čísla poklesu jsou ovlivněny počasím především v době dozrávání (Gooding et al., 2012).

**Tab. 4 Hodnota čísla poklesu a její interpretace (Pavlík et al., 2009)**

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

Při vydatných srážkách v době sklizně může dojít k porůstání zrna a následnému snížení čísla poklesu. Optimální hodnoty čísla poklesu jsou v rozsahu 220 – 250 s. Zrno s číslem poklesu nižším než 220 s vykazuje vysokou aktivitu amylolytických enzymů a je často porostlé. Nízká hodnota čísla poklesu snižuje pekařskou kvalitu, protože při ní dochází k zeslabení pružnosti střídy pečiva, snížení schopnosti těsta vázat vodu. Pečivo má obvykle malý objem, těsto je lepivé a těžko zpracovatelné. Naopak zrno s číslem poklesu vyšším než 250 s má nízkou aktivitu amylolytických enzymů, a proto je nutné ji před zpracováním zvýšit. Standardně se do receptury přidává slad nebo jiná  $\alpha$ -amylasa (Hrušková, Jirsa a Šves, 2006). Amylolytické enzymy ovlivňují plynotvornou schopnost mouky, která je zásadní pro zadržení

dostatečného množství kvasných cukrů, tvorbu těsta a následnou fermentaci. Číslo poklesu nám umožňuje posoudit stav amylaso-sacharidového komplexu zrna. Vysoká aktivita amylasy totiž často vede ke ztekucení škrobu a snižuje jeho schopnost vázat vodu. Pro pekařskou kvalitu pšenice je velmi významný vztah čísla poklesu, zpracovatelnosti těsta a jakosti finálního výrobku (Burešová a Pavlík, 2009).

#### 3.4.6 **Obsah dusíkatých látek (N – látky)**

Obsah dusíkatých látek, zejména jejich stoupající charakter, pozitivně působí na chování pečiva během pečení. Mají pozitivní vliv na povahu těsta a objem pečiva. Čím vyšší obsah dusíkatých látek je, tím více se zvyšuje jakost těsta a objem pečiva. Při jejich snížení dochází ke zhoršení tažnosti lepku. Těsto obsahuje méně vody, a proto má hustší konzistenci. Obsah lepku lze ovlivnit hnojením, agrotechnikou a méně pak prostředím a ročníkem (Švec, Hrušková a Jirsa, 2009). Obsah dusíkatých látek se zvyšuje při vyšších teplotách a nižších srážkách v období tvorby zrna. Jejich množství lze stanovit dvojím způsobem: referenční Kjeldahlova metoda, instrumentální NIR metoda (Blízká infračervená spektroskopie), která je velmi jednoduchá a rychlá. Stanovení podle Kjeldahla je titrační metoda, při které se dusíkaté látky stanovují alkalimetry po mineralizaci vzorku horkou kyselinou sírovou za přítomnosti katalyzátoru převedením na síran amonný vytěsněním amoniaku hydroxidem sodným a jeho předestilováním do kyseliny sírové (Branlard et al., 1991). Jejich množství se pak následně vypočítá ze zjištěného obsahu dusíku přepočítávacím faktorem, který je pro pšenici, žito a výrobky z nich 5,7. Pro pekárenskou pšenici by měl být dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ obsah dusíkatých látek nejméně 11,5 %, pro pšenici pečivářskou je hodnota 11,5 % maximální (Muchová, 2001).

#### 3.4.7 **Obsah mokrého lepku**

Mezi obsahem dusíkatých látek, obsahem lepku a jeho kvalitou existuje závislost. Pokud je při výkupu hodnocen pouze obsah lepku, nikoliv i jeho kvalita, jsou poškozovány některé kvalitní potravinářské odrůdy a naopak zvýhodňovány odrůdy, které mají vyšší obsah lepku s nízkou potravinářskou jakostí. Hlavní podíl pšeničné bílkoviny tvoří mokřý lepek (Lagrain et al., 2008). Protože je ve vodě nerozpustný, lze ho získat vypíráním zadělaného těsta pomocí chloridu sodného, následným vysušením ručním nebo mechanickým způsobem a zvážením. Sušením takto získaného mokrého lepku dostaneme lepek suchý. Lepek ve vodném prostředí zvětšuje svůj objem a vytváří pružný gel. Kolik vody na sebe naváže a jaké fyzikální vlastnosti

bude vzniklý gel mít (pružnost, pevnost, tažnost) je odvozeno od specifických vlastností lepku, které jsou dány především odrůdou, počasím v průběhu vegetace a agrotechnickými zásahy. Lepek je schopen vázat až 70 % vody a 30 % škrobu (Singh a MacRitchie, 2001)

**Tab. 5 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	dobrá	10 – 12
20 – 25	slabý	6 – 10
pod 20	velmi slabý	pod 6

Lepek silných mouk obsahuje malé množství enzymů, je málo tuhý a tažný. Během zadělávání dokáže navázat velké množství vody. Takové mouky svých fyzikálních vlastností dosahují pomalu. Těsto silných mouk si dobře uchovává svůj původní tvar (nerozplývá se), protože při dlouhé době kynutí se jeho vlastnosti zhoršují pomalu. Silné mouky jsou vhodné pro výrobu těstovin a chleba (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Naopak slabé mouky svých fyzikálních vlastností dosahují rychle, již v průběhu hnětení, protože vykazují menší vaznost. Po rychlém dosažení svého optima, ale ihned následuje prudké a dosti hluboké zhoršení. Výrobky z takové mouky mají tendenci k rozplývání, jsou lepivé, a proto hůře zpracovatelné. Mouky s podílem lepku nad 40 % nemusí být vždy z hlediska pekařské kvality nejlepší. Lepek je zpravidla velmi tažný a málo pružný. Produkty z takové mouky mají nízký tvar. Aby výsledná hodnota mokrého lepku odpovídala jakosti potravinářské pšenice, musí být dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ minimálně 25 % (Šedivý et al., 2013).

#### 3.4.8 Gluten index

Gluten index je definován jako stanovení poměru množství lepku, které zůstalo na standardním kovovém síti za přesně definovaných podmínek odstředování, k celkovému množství lepku, jež bylo vloženo na sítko před odstředováním. Stanovením lze posoudit, zda je lepek slabý, středně silný nebo silný. Vysoké hodnoty gluten indexu poukazují na pevný lepek, který ale bude těžko zpracovatelný. Naopak nízké hodnoty charakterizují slabý lepek, který také není vhodný pro pekařské účely. Tato metoda navazuje na stanovení obsahu mokrého lepku (Šedivý et al., 2013). Lze z ní odvodit předpokládaný objem finálních

výrobků. Nejpříznivějších 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 pod 60 % ukazují na velmi špatnou kvalitu objemu pečiva (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

#### 3.4.9 Sedimentační test dle Zelenyho

Pro stanovení výsledné technologické jakosti potravinářské pšenice není důležitý jen obsah bílkovin a mokrého lepku, ale především zjištění jejich viskoelastických vlastností a kvality, které umožňují fermentační procesy v těstě (kynutí). Sedimentační test podle Zelenyho udává schopnost lepku zvětšovat svůj objem. Je důležitým kritériem pro určení kvality bílkovin a tím i kvality a množství lepku. Podstata tohoto testu spočívá ve větší rychlosti sedimentace částic mouky s vyšším podílem a kvalitnější bílkovinou než u mouk pekařsky slabších (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Sedimentační index je číslo, které udává v mililitrech objem sedimentu, jež vznikne za specifických podmínek ze suspenze zkoušené mouky, připravené z pšenice, v roztoku kyseliny mléčné. Čím je vrstva sedimentu vyšší, tím je vyšší i kvalita mouky. Aby výsledná hodnota odpovídala jakosti potravinářské pšenice, musí být dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ minimálně 30 ml. Ukazatelem dobré pekárenské kvality pšeničných bílkovin, která je dána přítomností vysokomolekulárních podjednotek gluteninů, jsou průměrné hodnoty v rozmezí 38 – 42 ml (Beldrok et al., 2000). Sedimentační index pozitivně koreluje s obsahem bílkovin a lze z něj odvodit objem pečiva. Na základě hodnot testu lze spolehlivě vyřadit odrůdy s nízkou pekárenskou jakostí. Významná je i kladná korelace s tvrdostí zrna (Eckert et al., 1993).

**Tab. 6** Vyhodnocení Zelenyho testu (Šedivý et al., 2013)

<b>Objem sedimentu (ml)</b>	<b>Jakost lepku</b>
30 – 40	dobrý lepek
40 – 50	velmi dobrý lepek

#### 3.4.10 Stanovení vaznosti

Stanovením vaznosti vody a ostatních farinografických charakteristik můžeme posoudit sílu mouky a její vhodnost k pekárenskému nebo pečivárenskému využití. Farinografická vaznost udává schopnost mouky koloidně vázat vodu. Vyjadřujeme ji v %

na hmotnost mouky a pohybuje se mezi 50 – 65 %. Vaznost je významný ukazatel, který nás informuje o reologických vlastnostech mouky (Branlard et al., 1991). Vaznost vody je závislá na obsahu lepkových bílkovin a jejich vlastnostech. Zvyšuje se s narůstajícím množstvím popelovin. Ovlivňuje jí také tvrdost zrna, protože mouky z odrůd s tvrdým endospermem vykazují větší mechanické poškození škrobu, a proto váží větší množství vody, než odrůdy s měkkým endospermem. Na schopnosti vázat vodu se významně podílí i granulace mouky. Čím je mouka jemnější, tím má větší povrch a zároveň větší schopnost zadržovat více vody. Princip této metody je založen na měření odporu těsta při hnětení na farinografu (Idriss, Abdelrahman a Snege, 2012). Farinograf měří a zaznamenává mechanickou odolnost těsta během míchání a hnětení. Kontroluje homogenitu mouky, předpovídá pekařský výkon a hodnotí účinky dalších sypkých přísad v mouce. Jedná se o jeden z nejpoužívanějších empirických reologických přístrojů, který se používá ke sledování chování těsta během jeho hnětení (Václavíková, Konvalina a Hajšlová, 2012). Fyzikální vlastnosti těsta jsou měřeny za přesně definovaných podmínek. Nádoba farinografu je vybavená dvěma hnětači typu Z a je vytemperovaná na teplotu 30 °C. Těsto je zde za konstantních otáček a při konstantní teplotě podrobena míchání. V závislosti na dostupném množství mouky jsou testy prováděny s množstvím 300 g, 50 g nebo 10 g. Za účelem získání těsta a vyhodnocení jeho reologických vlastností se přidává voda v množství, které zajišťuje dosažení maximální konzistence těsta 500 FJ (farinografické jednotky). Jedná se o empirickou hodnotu, která představuje střední hodnotu stupnice, navrženou Brabenderem (Hadnadev et al., 2011). Hodnotíme dobu vývinu těsta, což je vzestupná část křivky od počátku až do dosažení maximální konzistence, která je zaznamenána na farinogramu. V této době se voda rychle absorbuje do mouky. Doba vývinu je tím delší, čím více obsahuje mouka lepku, protože je schopen vázat vodu a zpevňovat tak strukturu těsta (Václavíková, Konvalina a Hajšlová, 2012).



na zkvasitelné cukry a rychleji mazovatí. Nízkomolekulární sacharidy a dextriny pak způsobují lepivost těsta a jeho horší zpracovatelnost (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Granulace mouky je definována vyhláškou č. 333/1997 Sb.

#### 3.4.12 Barva mouky

Stupeň vymletí nemá vliv pouze na granulaci, ale i na obsah popelovin, bílkovin, pigmentu a poškozeného škrobu. Barva mouky je ovlivněna jednak vlastními genotypovými vlastnostmi dané odrůdy, ale především obsahem popela. Čím více je v mouce semleto podobalových vrstev, tím tmavší je (Hidalgo, Fongaro a Braolini, 2014). Barvu mouky nebo barevný odstín střídky pečiva tedy ovlivňují přísady celozrnných mouk nebo šrotů (Kučerová, 2004). Pro pšeničnou mouku je dle vyhlášky č. 333/1997 Sb. charakteristická bílá barva s nažloutlým odstínem. Chlebová pšeničná mouka má barvou bílou se žlutošedým nebo naředlým odstínem a celozrnná pšeničná mouka s hnědým, načervenalým nebo tmavočerným odstínem. Barva mouky může svým naředlým odstínem poukazovat na tzv. zadní mouku s vyšším podílem poškozeného škrobu a horší pekařskou zpracovatelností (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003).

#### 3.4.13 Pekařský pokus

Pekařský pokus patří mezi konečné přímé ukazatele pekařské jakosti pšenice. Jeho součástí je komplexní hodnocení pečiva. Kromě hodnocení měrného objemu zahrnuje i posouzení vlastností těsta a pečiva – sensorické hodnocení. Pro pokusné pečení musí být přesně definován postup, receptura a použité zařízení (hnětač). Pro vyjádření výsledků pokusného pečení se používají především ukazatelé objemu výrobku. Nejčastěji se objem výrobku vyjadřuje pomocí měrného objemu v  $\text{cm}^3$  na 100 g výrobku nebo pomocí objemu na 100 g mouky tzv. objemové výtěžnosti. Objem výrobku je hlavní a nejdůležitější kritérium kvality a svým významem ve velké míře odpovídá zařazení odrůd pšenice do kvalitativních skupin pro pekárenské zpracování. Je v pozitivní korelaci k hodnotám sedimentačního testu a čísla poklesu (Příhoda, Humpolíková a Novotná, 2003). Výrobky hodnotíme podle měrného objemu, tvaru a charakteru kůrky a střídky (Hrušková a Příhoda, 2007).

**Tab. 7** Stupnice jakosti pšeničné hladké mouky (Šedivý et al., 2013)

<b>Objem výrobku (ml)</b>	<b>Vlastnosti mouky</b>
do 400 ml	mouka velmi špatné jakosti
401 – 480 ml	mouka uspokojivé jakosti
481 – 600 ml	mouka normální jakosti
nad 601 ml	mouka velmi dobré jakosti

Je velmi důležité a žádoucí, aby hodnoty parametrů jakosti potravinářské pšenice pro mlýnsko-pekárenské využití byly v průběhu ročníků i lokalit pěstování co nejvyrovnanější. Při stabilizaci jakosti v čase lze totiž zachovat technologické postupy zpracování ve mlýně i v pekárně bez provozních změn a tím můžeme zajistit maximální efektivnost výroby a standardizaci kvality finálních výrobků (Hrušková, 2003).

**Tab. 8** Požadavky na zrno potravinářské pšenice (ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“)

<b>Jakostní parametr</b>	<b>Pekárenská pšenice</b>	<b>Pečivářská pšenice</b>
<b>Vlhkost %</b>	max. 14	max. 14
<b>N – látky v sušině (Nx5,7) %</b>	min. 11,5	max. 11,5
<b>Objemová hmotnost kg.hl<sup>-1</sup></b>	min. 76	min. 76
<b>Číslo poklesu s</b>	min. 220	min. 220
<b>SDS index ml</b>	min. 30	max. 25
<b>Obsah příměsí a nečistot celkem %</b>	max. 6	max. 6

### 3.5 Odrůda jako ukazatel jakosti

V České republice jsou tvořeny „Seznamy doporučených odrůd“ hlavních polních plodin, které poskytují objektivní a nezávislé informace o odrůdách, jejich vlastnostech a vhodnosti pro pěstební podmínky. Usnadňují orientaci pěstitelům, zpracovatelům a dalším uživatelům v širokém sortimentu odrůd nabízených na trhu. K zajištění pěstitelského úspěchu musí být dobře známy kvalitativní vlastnosti jednotlivých druhů pšenice, kterých mohou za správných podmínek dosahovat. Odrůdy ozimé pšenice jsou nejdříve hodnoceny v rámci registračních pokusů ÚKZÚZ. Po úspěšném ukončení zkoušek může udržovatel nebo



zmocnění zástupce podat žádost o zařazení odrůdy do zkoušek pro Seznam doporučených odrůd. Nově zařazené odrůdy mohou být na základě minimálně tříletého testování zapsány do seznamu jako předběžně doporučené. Doporučenými se mohou stát až minimálně po čtyřletých zkouškách. Zkoušení probíhá podle jednotné metodiky, přičemž jsou pokusy pravidelně kontrolovány pracovníky Národního odrůdového úřadu ÚKZÚZ (Horáková, 2011).

Rozhodujícím kritériem pro výběr odrůdy je užitný směr. Rozdělení může být následující:

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

U všech registrovaných odrůd se sleduje jejich základní užitkový směr – pekárenská jakost. O vhodnosti využití dané odrůdy rozhoduje šest základních parametrů: objemová hmotnost, číslo poklesu, sedimentační test dle Zelenyho, obsah dusíkatých látek (N-látky), vaznost mouky a měrný objem pečiva. O zařazení odrůdy pšenice do kategorie pšenice potravinářské rozhoduje především technologická jakost. Do roku 1996 byla používána devítibodová stupnice (A1 – A9), která složila k rozdělení pšenic do jakostních skupin (Zimolka et al., 2005). V současné době jsou odrůdy pšenice zařazeny do těchto kategorií:

- 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
- K – keksové, hodí se k výrobě sušenek a podobných druhů pečiva ( Prugar et al., 2008)

**Tab. 9 Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do jakostních kategorií (Prugar et al., 2008)**

Kategorie	E – elitní	A – kvalitní	B – chlebová
Vyjádření hodnoty	absolutně	absolutně	absolutně
<b>Objemová výtěžnost (ml)</b>	530	500	470
<b>Obsah dusíkatých látek (%)</b>	12,6	11,8	11
<b>Zeleného test (ml)</b>	49	35	21
<b>Číslo poklesu (s)</b>	286	226	196
<b>Objemová hmotnost (kg.hl<sup>-1</sup>)</b>	79	78	76
<b>Vaznost mouky (%)</b>	55,4	53,2	52,1

Při hodnocení odrůd pšenice a následném zařazování do skupin a tříd je nutné brát v úvahu minimální požadavky v hlavních kritériích pro jednotlivé stupně. Pokud v hlavních znacích nedosahuje požadovaného stupně, snižuje se její celkové hodnocení (Zimolka et al., 2005).

### 3.6 Mouka

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 dnes označují převážně slovním popisem podle způsobu jejich využití. Celosvětově je ale běžnější označování typovým číslem, které udává přibližně tisícínásobek hmotnosti popela (nespalitelné minerální látky). Obsah popela je hlavním rozlišovacím a jakostním kritériem. V mlýnských výrobcích slouží jako technologický ukazatel mlecího procesu a vedle granulace je rozlišovacím znakem pro jednotlivé druhy výrobků. Z hlediska kvalitativních ukazatelů souvisí s barvou, která je ovlivněna jak stupněm vymletí, tak i barvou endospermu zrna. Vyšší obsah popela - minerálních látek ve výrobku, znamená vyšší nutriční přínos (Hrušková, Jirsa a Švec, 2006). Typování mouk bylo u nás zavedeno během druhé světové války a příslušný typ mouky měl vymezenou jak spodní tak i horní hranici popela, později pouze horní hranici popela. Čím vyšší je hodnota typového čísla, tím více je mouka vymletá, je tmavší, obsahuje méně lepku a těsto méně kyne. Čím je naopak typové číslo nižší, tím méně mouka obsahuje vlákniny a je světlejší. Např. mouka nesoucí označení T 530 - mouka hladká pekařská speciál obsahuje 0,53 kg popelovin / 100g mouky. Jedná se o pekařsky nejhodnotnější mouku s nejlepší kvalitou lepku. Obsah minerálních látek v sušině se pohybuje do 0,6 %. Rozdílné typy mouk se neliší jen

obsahem popelovin a barvou, ale liší se i jejich vlastnosti, což je způsobeno různým poměrem chemických látek v jednotlivých druzích (Šedivý et al, 2013).

**Tab. 10 Základní druhové mouky (Šedivý et al., 2013)**

<b>Parametry</b>	<b>Typ</b>	<b>Obsah popelovin v %</b>	<b>Granulace (síta <math>\mu\text{m}/\text{min. propad } \%</math>)</b>
<b>Hrubá</b>	T 450	max. 0,5	485/96 162/15*
<b>Polohrubá</b>	T 400	max. 0,5	366/96 162/75*
<b>Hladká světlá</b>	T 530	max. 0,6	257/96 162/75
<b>Hladká polosvětlá</b>	T 650	max. 0,75	257/96 162/75
<b>Hladká chlebová</b>	T 1000	max. 1,15	257/96 162/75

\* max. povolený propad

Největší množství minerálních látek je ve vnějších vrstvách obilky (až 2 % - celozrnné mouky s typovým označením T 1800), směrem ke středu ale jejich množství klesá (0,4 % - mouky s typovým označením T 400). Podle typu mouky poznáme, z jaké části obilky je mouka namleta a jaké budou její vlastnosti (Pavliš, Plisková a Pliska, 1980). Mouky s vyšším typovým číslem (T 1050, T 930) se používají zejména pro výrobu chleba. Jsou to mouky tmavé, více vymleté, zadní, obsahují více minerálních látek, více enzymů, s horší kvalitou lepku. Středně světlé mouky (T 650, T 700) jsou více vymleté, obsahují více popelovin, jsou tmavší, lepek je také horší kvality. Takové mouky se používají pro výrobu kynutého těsta s chudší recepturou (běžné pečivo). Mouky s nízkým typovým číslem (T 450) jsou mouky světlé, málo vymleté, přední, opět s lepkem o horší kvalitě. Hodí se pro cukrářskou a pečivářskou výrobu (Šedivý et al, 2013).

### 3.7 Pěstování pšenice seté v konvenčním a ekologickém zemědělství

Ekologické zemědělství je tradiční forma obhospodařování půdy bez používání chemických vstupů, které mají nepříznivé dopady na životní prostředí, zdraví lidí a zdraví hospodářských zvířat. Jedná se o systém, ve kterém je zakázáno používat geneticky modifikované organismy a postupy, umělá hnojiva, chemické pesticidy, které by mohly zatěžovat, znečišťovat, nebo zvyšovat riziko kontaminace potravního řetězce a životního prostředí (Mason a Spaner, 2006). Tento zemědělský produkční systém umožňuje produkovat vysoce kvalitní potraviny a je nedílnou součástí agrární politiky. Ekologické zemědělství má za cíl produkovat potraviny a krmiva o vysoké nutriční hodnotě, pracovat co nejvíce

v uzavřených cyklech koloběhu látek, využívat místní zdroje, minimalizovat ztráty, vyvarovat se všech forem znečištění pocházejících ze zemědělského podniku a minimalizovat používání neobnovitelných surovin a fosilní energie. Je zde udržována a zlepšována úrodnost půdy. Dochází k vytváření podmínek hospodářským zvířatům, které odpovídají jejich fyziologickým, etologickým potřebám, humánním a etickým zásadám. Ekologické zemědělství se dále snaží o uchování přírodních ekosystémů v krajině, chrání přírodu a její diverzitu, vytváří pracovní příležitosti, a tím udržuje osídlení venkova a tradiční ráz zemědělské kulturní krajiny (Urban, Šarapatka, 2003).

Ve vyspělých zemích je v současnosti nejpoužívanější konvenční způsob zemědělství. Tento způsob obhospodařování půdy používá řadu prostředků, které mu napomáhají zvyšovat užitkovost zvířat (krmné přísady, medikamenty) a výnosy rostlin. V rámci rostlinné produkce jsou k ošetření porostu využívány pesticidy, průmyslová lehce rozpustná hnojiva, růstové regulátory aj. Technické a ekonomické požadavky jsou upřednostňovány na úkor přirozených potřeb živých organismů. Konvenční zemědělství je prioritně zaměřeno na kvantitu, což do velké míry vede k zanedbávání ekologických požadavků. Řada umělých látek a postupů se běžně používá i při skladování a zpracování zemědělských produktů (Moudrý, 1997).

Pšenice patří mezi nejnáročnější plodiny a hlavní plodiny teplejších, sušších oblastí. Pro její pěstování jsou nejvhodnější úrodné půdy – např. černozemě na spraši, hlinité, vododržné, strukturní s neutrální reakcí. Protože má pšenice velmi slabě vyvinutý kořenový systém a pomalý jarní vývoj, špatně konkuruje plevelům, je náročnější na výživu a další agrotechnická opatření (Šarapatka, Urban 2006). Velmi dobře reaguje na příznivé podmínky prostředí vysokým výnosem. Pro tvorbu výnosových prvků je zejména důležitý průběh počasí v době intenzivního růstu (sloupkování), při tvorbě zrna a klasu. Chladnější počasí s častými dešťovými přeháňkami v uvedených fázích podporuje vyšší tvorbu prvků produktivity klasu (Kadar a Moldovan, 2003).

Ozimé formy pšenice se pěstují převážně v konvenčním zemědělství. Zaujímají asi čtvrtinu plochy orné půdy. Také mezi obilovinami má pšenice ozimá dominantní postavení – pěstuje se téměř na polovině plochy oseté obilninami. K potravinářským účelům se využívá 28-32 % z celkové produkce pšenice. V ekologickém zemědělství pak převládají formy jarní a to z řady příčin (vyzimování, poškození divokými zvířaty, zaplevelení, deficit dusíku). V nabídce ekologicky certifikovaných osiv je vyšší podíl jarní formy než ozimé. Vhodné odrůdy ozimé pšenice pro ekologické zemědělství se posledních několik let intenzivně šlechtí. Jarní odrůdy vyšlechtěny nejsou a ani se nešlechtí. V České republice dochází k masivnímu

rozvoji ekologického zemědělství, které v současnosti dosáhlo podílu na obhospodařované zemědělské půdě bezmála 10 % (Šarapatka a Urban, 2006).

Prioritou ekologického zemědělství je co nejkvalitnější produkce, nikoliv maximální výnos, proto se pohled na jakostní znaky odrůd pšenice mezi těmito systémy mírně liší (Konvalina, Zechner a Moudrý, 2007). Jakost pšenice pro pekařské zpracování závisí především na kvalitě a složení bílkovin a škrobu. Největší rozdíl byl mezi kvalitativními ukazateli u konvenčně a ekologicky pěstovaných odrůd zaznamenán v obsahu mokrého lepku a N-látek (Krejčířová, Capouchová a Petr, 2007). Technologická jakost zrn pšenice je komplexní veličinou, která souvisí s chemickým složením zrna a především složením zásobních bílkovin endospermu. Jedná se hlavně o lepkové bílkoviny tvořící asi 80 % obsahu veškerých bílkovin (Zimolka et al., 2005). Díky absenci používání dusíkatých hnojiv mívají ekologicky pěstované odrůdy pšenice, ve srovnání s konvenčními, nižší hladiny dusíkatých látek a nemají tak šanci na výstavbu kvalitních lepkových bílkovin, jež později utváří nadýchanou strukturu pečiva. Kvalita lepku je určena především optimální kombinací zásobních bílkovin - gliadinů a gluteninů. Skladbu bílkovin zrna lze zvoleným způsobem pěstování významně ovlivnit. Pro odrůdy pšenice pěstované ekologickým i konvenčním systémem platí, že odrůdy s vyšší hladinou vysokomolekulárních gluteninů vykazují lepší vaznost vody, delší dobu vývinu těsta, lepší stabilitu těsta, nižší pokles konzistence a vyšší měrný objem pečiva (Bushuk, 1989). Odrůdy uvedených parametrů jsou proto vhodné pro pekárenské využití a přípravu výrobků z kynutých těst. V konvenčním i ekologickém způsobu pěstování dosahují nejvyššího zastoupení vysokomolekulárních gluteninů a současně nejnižšího zastoupení albuminů a globulinů odrůdy zařazené do jakostní skupiny E – elitní a A – kvalitní. Nejnižší zastoupení pak u odrůd zařazených do jakostní skupiny C – ostatní, nevhodné pro pekárenské zpracování. Odrůdy z jakostní skupiny C vykazovaly nejvyšší zastoupení albuminů a globulinů (Krejčířová, Capouchová a Petr, 2007). Prugar (1999) a Capouchová (2003) uvádí, že odrůdy z jakostních skupin E a A si jsou schopny zachovat své geneticky podmíněné rozdíly ve znacích pekařské jakosti a chovají se jako technologicky lepší a kvalitnější odrůdy i při ekologickém způsobu pěstování. Podle Krejčířové et al. (2006) má ekologická zemědělství kromě negativního dopadu na snížení obsahu hrubého proteinu pozitivní vliv na nutriční jakost z pohledu vyššího zastoupení albuminů a globulinů (výrobu speciálních mlýnsko-pekárenských výrobků pro lidskou výživu). Tvorba technologické jakosti zrna pšenice je významně ovlivněna i průběhem ročníku a odrůdou. Hrušková (2003) uvádí, že normované hodnoty ukazatelů technologické jakosti tvoří základ pro nákupní

smlouvy mezi zemědělci a mlynáři, kteří již při nákupu musí respektovat požadavky pekařů na jakostní ukazatele (číslo poklesu, Zelenyho test, obsah N-látek).

## 4 Praktická část

### 4.1 Materiál a metodika

V této diplomové práci bylo hodnoceno 12 odrůd pšenice ozimé z různých jakostních skupin (E, A, B, C) sklizených v roce 2014. K vyhodnocení výsledků byly použity odrůdy Baletka (B), Bohemia (A), Etana (A), Evina (E), Fabius (E), Fakir (A), KWS Ozon (C), Patras (A), Tobak (B), Sultan (A), Seladon (B), Vanessa (C), Zeppelin (A). Každá odrůda byla pěstována konvenčním a ekologickým způsobem ve dvou šlechtitelských stanicích, kromě odrůdy Baletka, která byla pěstována pouze konvenčním způsobem, a odrůdy Seladon, která byla pěstována jen ekologickým způsobem. Vzhledem k tomu, že jsou tyto odrůdy řazeny do stejné jakostní skupiny, byly hodnoty získané jejich měření porovnány mezi sebou.

Konvenční způsob pěstování probíhal na šlechtitelské stanici Selgen Stupice, ekologický způsob pěstování pak na pokusné stanici Katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze – Uhřetěvesi. Obě šlechtitelské stanice se nachází v řepařské oblasti středních Čech, ve shodných půdně – klimatických podmínkách, v nadmořské výšce 300 m. n. m. s průměrnou roční teplotou 8,3 °C a úhrnem srážek 588 mm. Oba pokusy byly zakládány podle platných zásad pro vedení Státních odrůdových pokusů v ČR – metodou znáhodněných bloků ve 4 opakováních, kde velikost pokusné parcely činila cca 10 m<sup>2</sup>. Na pokusné stanici Katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze – Uhřetěvesi byly pokusy vedeny v rámci Státních odrůdových pokusů ÚKZÚZ ekologickým způsobem pěstování podle Metodického pokynu pro ekologické zemědělství Mze ČR a zásad IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). Pokus byl zakládán stejným způsobem jako na šlechtitelské stanici Stupice s použitím nemořené osiva. Pokusy probíhaly bez použití průmyslových hnojiv a pesticidů. Pro pokusy vedené na šlechtitelské stanici Stupice bylo zvoleno mořené osivo. Dle potřeby byl použit herbicid, fungicid, morforegulátor i insekticid. Celkem bylo aplikováno 208 kg N.ha<sup>-1</sup> (dusíku na hektar).

### 4.2 Hodnocení odrůd

#### 4.2.1 Doporučené odrůdy

BALETKA - poloraná odrůda chlebové (B) jakosti se středně vysokými až nízkými, velmi dobře odnožujícími rostlinami, středně velkým až malým zrnem. Mezi přednosti této odrůdy patří menší náchylnost k napadení fuzariózami klasů, odolnost proti vymrzání, vysoká

objemová hmotnost, stabilní číslo poklesu. Možným rizikem je pak menší odolnost až náchylnost k napadení plísní sněžnou. Udržovatel: RAGT Czech s.r.o.

BOHEMIA - poloraná odrůda kvalitní (A) jakosti s vysokými až velmi vysokými, méně odnožujícími rostlinami, velkým zrnem. Mezi její přednosti řadíme odolnost proti vymrzání a vysoký obsah dusíkatých látek. Možným rizikem je náchylnost k napadení plísní sněžnou. Udržovatel: SELGEN, a.s., ŠS Úhřetice.

EVINA - polopozdní až pozdní odrůda elitní (E) jakosti se středně vysokými, středně odnožujícími rostlinami, středně velkým zrnem. Mezi přednosti této odrůdy počítáme vysoký obsah dusíkatých látek, menší náchylnost k napadení fuzariózami klasů. Rizikem je menší odolnost proti vymrzání. Udržovatel: Limagrain Europe, Francie Zástupce v ČR: Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.

KWS OZON - polopozdní až pozdní odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) s nízkými, velmi dobře odnožujícími rostlinami, velkým zrnem. Její předností je střední odolnost proti vymrzání. Udržovatel: KWS LOCHOW GMBH, Německo Zástupce v ČR: SOUFFLET AGRO a.s.

SELADON - středně raná odrůda chlebové (B) jakosti se středně vysokými, středně odnožujícími rostlinami, velkým zrnem. Mezi přednosti této odrůdy patří střední odolnost proti vymrzání. Rizikem je pak náchylnost k napadení plísní sněžnou, malá stabilita čísla poklesu, vysoká náchylnost k napadení fuzariózami klasů. Udržovatel: SELGEN, a.s., ŠS Stupice.

TOBAK - polopozdní až pozdní odrůda chlebové (B) jakosti se středně vysokými, středně odnožujícími rostlinami, středně velkým zrnem. Mezi její přednosti počítáme vysoký výnos, vysokou stabilitu čísla poklesu, odolnost proti napadení rzí pšeničnou a padlím travním na listu. Rizikem je vysoká náchylnost k napadení fuzariózami klasů a nízká objemová hmotnost. Udržovatel: W. von Borries-Eckendorf GmbH & Co. KG, Německo Zástupce v ČR: Ing. Marian Špunar.

VANESSA - středně raná odrůda nevhodná pro pekařské využití (C) s měkkou strukturou endospermu s nízkými, velmi dobře odnožujícími rostlinami a středně velkým zrnem. Možným rizikem je vysoká náchylnost k napadení fuzariózami klasů. Udržovatel: SELGEN, a.s., ŠS Stupice.



#### 4.2.2 **Předběžně doporučené odrůdy**

ETANA - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti se středně vysokými, středně odnožujícími rostlinami, středně velkým zrnem. Její předností je střední odolnost proti vymrzání, stabilní číslo poklesu a objemová hmotnost. Udržovatel: Deutsche Saatveredelung AG, Německo. Zástupce v ČR: BOR, s.r.o.

FABIUS - polopozdní až pozdní odrůda elitní (E) jakosti se středně vysokými až nízkými, středně odnožujícími rostlinami, středně velkým až malým zrnem. Možným rizikem je menší odolnost proti vymrzání. Udržovatel: Saatzucht Donau Ges.m.b.H. & CoKG, Rakousko. Zástupce v ČR: SAATBAU LINZ Česká republika s.r.o.

FAKIR - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti se středně vysokými, středně odnožujícími rostlinami, středně velkým zrnem. Mezi předností této odrůdy řadíme odolnost proti vymrzání, vysokou objemovou hmotnost, vysoký obsah dusíkatých látek. Rizikem je malá stabilita čísla poklesu. Udržovatel: Lantmännern SW Seed Hadmersleben GmbH, Německo. Zástupce v ČR: SOUFFLET AGRO a.s.

PATRAS - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti se středně vysokými, méně odnožujícími rostlinami, velkým zrnem. Její předností je střední odolnost proti vymrzání. Rizikem je nízká objemová hmotnost. Udržovatel: Deutsche Saatveredelung AG, Německo. Zástupce v ČR: OSEVA PRO s.r.o.

ZEPPELIN - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti se středně vysokými, středně odnožujícími rostlinami, středně velkým zrnem. K přednostem této odrůdy patří odolnost proti vymrzání, vysoký obsah dusíkatých látek, vysoká objemová hmotnost. Rizikem je malá stabilita čísla poklesu. Udržovatel: Lantmännern SW Seed Hadmersleben GmbH, Německo. Zástupce v ČR: BOR, s.r.o

#### 4.2.3 **Ostatní odrůdy**

SULTAN - polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti se středně vysokými až vysokými, středně odnožujícími rostlinami, středně velkým zrnem. Její předností je vysoký obsah dusíkatých látek. Rizikem je nízký výnos. Udržovatel: SELGEN, a.s., ŠS Stupice (UKZÚZ, 2014).

### 4.3 Metodika pokusu

K účelům laboratorního hodnocení byly po sklizni odebrány přibližně 4 kg vzorků zrna. Vlastní laboratorní hodnocení probíhalo na katedře kvality zemědělských produktů Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, ČZU Praha – Suchdol v laboratoři zkoušení jakosti obilovin. Ze všech vzorků zrna byly stanoveny jakostní parametry šrotu a jakostní parametry mouky, včetně reologických ukazatelů. V rámci diplomové práce proběhlo stanovení objemové hmotnosti zrna dle ČSN ISO 7971-2, stanovení tvrdosti metodou PSI (AACC metoda 55-30), Sedimentačního indexu dle Zelenyho ČSN ISO 5529, čísla poklesu dle ČSN ISO 3093, obsahu N-látek dle ČSN 461011-18, obsahu mokrého lepku dle ČSN ISO 5531, obsahu popelovin dle ČSN 560512-8, granulace dle ČSN 56 0512 a reologických vlastností na přístroji farinograf dle ČSN ISO 5530-1. Dále bylo provedeno pokusné pečení a senzorické hodnocení pečiva. Pekařský pokus probíhal dle metodiky LZJO. V této diplomové práci jsou hodnoceny výsledky získané ze stanovení mouky.

Naměřené výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu STATISTICA CZ 12 (StatSoft, Inc., USA). K porovnání hodnot jednotlivých jakostních ukazatelů mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami bylo použito statistické testování, které bylo zároveň použito k samostatnému porovnání hodnot u konvenčně a ekologicky pěstovaných odrůd. K vyhodnocení jakostních parametrů byla zvolena analýza rozptylu jednoduchého třídění (ANOVA) - Tukeyův HSD test. Pro statistické vyhodnocení byla stanovena hladina významnosti  $\alpha = 0,05$  (5 % pravděpodobnost chyby). V praktické části diplomové práce jsou popsány pouze statisticky významné rozdíly mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami. Kompletní výsledky vyhodnocení jsou uvedeny v Tab. 19 - 26 v příloze. Pro lepší přehlednost jsou výsledky zároveň zobrazeny pomocí sloupcových grafů vytvořených v programu Microsoft Excel. Vzájemné korelační vztahy mezi jednotlivými jakostními a reologickými parametry byly vyhodnoceny v programu Microsoft Excel, pomocí statistické funkce Correl s vyjádřením statistické průkaznosti korelačních koeficientů na hladině významnosti od  $\alpha = 0,6 - 1$ . Rozmezí  $\alpha = 0,3 - 0,59$  vyjadřuje slabou závislost. Vyhodnocení bylo provedeno zvlášť pro ekologicky a konvenčně pěstované odrůdy. Vybrané hodnoty korelačního koeficientu jsou uvedeny v Tab. 15.

V kapitole 5.1.9 jsou porovnány výsledky senzorického hodnocení pečiva, které byly pro lepší přehlednost vyjádřeny pomocí sloupcových a paprskových grafů, jež byly rovněž vytvořeny v programu Microsoft Excel.

## 4.4 Pracovní postup

### 4.4.1 Příprava vzorku

#### 4.4.1.1 Šrot

Pro přípravu šrotu a vlastní stanovení jakostních parametrů bylo odváženo cca 100 g zrna. Zbylá část zrna sloužila pro přípravu a stanovení jakostních parametrů mouky. Vzorky byly nejprve ručně přečištěny. Byla odstraněna zrna poškozená škůdci, napadená plísněmi, mechanicky poškozená zrna, pluchy, kamínky a zrna jiných plodin. Převážná část vzorku byla sešrotována na přístroji Retsch cyclone will. Zbylá část zrna byla pak semleta na mlýnku značky Metefém FQC a byla použita ke stanovení sedimentačního indexu dle Zelenyho.

#### 4.4.1.2 Mouka

Zbylé zrno, určené pro přípravu mouky, bylo nejprve zváženo a vyčištěno na přístroji Labofix přes síto dané velikosti. Vyčištěný vzorek byl následně vyloupán na loupačce. Po vyloupání byl zvážen a nakropen. Potřebné množství vody pro nakropení bylo vypočítáno ze vzorce:

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

Nakropené zrno bylo převedeno do skleněné lahve se zabroušeným hrdlem. Následně bylo překryto alobalovým víčkem a na 2 minuty vloženo do pračky, kde bylo mícháno. Po skončení míchání byla láhev vyňata. Na víčko byl položen igelitový sáček a lahev se pevně uzavřela. Zrno bylo ponecháno v uzavřené lahvi do druhého dne. Druhý den bylo opět vyloupáno na loupačce a byla stanovena vlhkost obilí. Vzorek byl znovu zvážen a bylo vypočítáno potřebné množství vody pro dokropení:

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

Zrno se nechalo po dokropení asi 10 minut odpočívat, následně proběhlo samotné mletí mouky, které se provádělo na mlýnu značky Yücebas makine analytik cihazlar sanayi. Byla získána standardní mouka typu T550.

### 4.4.2 Analytické stanovení

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

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

**Pracovní postup:** Přístroj byl nejprve postaven do svislé polohy na pevný nepohyblivý podklad. Dále byla připevněna odměrná nádoba na přírubu a nůž byl zatlačen do štěrbin odměrné nádoby tak, aby byl nápis viditelný shora. Běhoun byl umístěn na nůž v takové poloze, aby bylo výrobní číslo nahoře a plnič s výrobním číslem vpřed. Násypka byla po značku naplněna vzorkem zrna a poté se vyprázdnila do plniče. Po naplnění došlo rychlému vytáhnutí nože bez otřesů. Běhoun se zrnem propadl do nádoby a nůž byl znovu vložen zpět do štěrbin a plynule se protlačil zrnem. Přebytečné zrno ležící na noži bylo vysypáno. Došlo k odstranění plniče a nože. Poté byl obsah nádoby 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:

$$x = 0,1002 * m + 0,53$$

m ..... hmotnost obiloviny v g

#### 4.4.2.2 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 vzorku šrotu, který byl následně převeden na síto prosévacího přístroje. Prosévání probíhalo na automatickém prosévacím přístroji po dobu 10 minut při frekvenci 180 otáček za minutu. Po ukončení prosévání byl zvážen propad sítem s přesností na 0,01 g. Tvrdost zrna v % PSI byla vypočítána dle následujícího vzorce:

$$x = \text{hmotnost propadu} * 100 / \text{navážka (10g)}$$

#### 4.4.2.3 Stanovení vlhkosti (ČSN ISO 712)

**Zkušební pomůcky:** analytické váhy značky Mettler 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 5 g důkladně zhomogenizovaného vzorku s přesností 0,001 g. Vzorek byl rozprostřen do stejnosměrné vrstvy po dně kelímku. Kelímek byl s odklopeným víčkem vložen do předem vyhřáté sušárny na 130 °C. Sušení mouky probíhá 90 minut, šrotu 120 minut, od doby, kdy teplota v sušárně znovu dosáhne 130 °C. Po uplynutí této doby se kelímek v sušárně uzavře víčkem a vloží do exsikátoru. Po vychladnutí na laboratorní teplotu se vzorek zváží s přesností na 0,001 g. Obsah vlhkosti byl spočítán podle následujícího vzorce:

$$x = \text{hmotnost před sušením} - \text{hmotnost po sušení} * 100 / \text{navážka}$$

#### 4.4.2.4 Sedimentační index – Zelenyho test (ČSN ISO 5529)

**Zkušební pomůcky:** laboratorní mlýnek typu FQC se sítím s otvory o velikosti 0,15 mm, váhy A GX - 200, sedimentační válce se zábrusem, těsnící zátka, násypka, automatická byreta, 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 bylo nejprve automatickou byretou přidáno 50 ml roztoku bromfenolové modři. Ze vzorku bylo odváženo 3,2 g pšeničné mouky s přesností na 0,05 g. Pomocí násypky byl vzorek převeden do sedimentačního válce, který byl následně uzavřen zátkou a 12x v horizontální poloze krátce protřepán oběma směry tak, aby došlo k promíchání vzorku s roztokem. Po protřepání byly válce vloženy do přístroje SEDI tester. Ten byl uveden do chodu stisknutím tlačítka start a kývání. Přístroj se po 1. fázi kývání sám zastavil. Ke vzniklé suspenzi bylo dále automatickou byretou přidáno 25 ml sedimentačního činidla. Válec byl znovu zazátkován a přístroj byl uveden do chodu. Po ukončení míchání se obsah válce ponechal ve svislé poloze sedimentovat. Po zvukovém signálu byl odečten objem sedimentu s přesností na 1 ml. Pokud je obsah vody v analytickém vzorku jiný než v rozmezí 13,0 – 14,0 %, vypočítá se sedimentační hodnota podle vzorce:

$$x = \text{naměřená hodnota} * 86 / \text{sušina}$$

#### 4.4.2.5 Číslo poklesu (ČSN ISO 3093)

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

**Chemikálie:** destilovaná voda

**Pracovní postup:** Vodní lázeň byla nejprve naplněna destilovanou vodou 2 až 3 cm pod horní okraj nádoby. Voda se během měření musela udržovat na bodě varu. Potřebné množství vzorku bylo naváženo podle vlhkosti a převedeno do viskozimetrické zkumavky. Ke vzorku bylo pomocí pipety přidáno 25 ml destilované vody o teplotě 20 °C ± 5 °C. Zkumavka se zazátkovala gumovou zátkou a intenzivně se 20x v ruce protřepala, aby se získala homogenní suspenze. Zátka byla vyňata a do zkumavky se vložilo viskozimetrické míchadlo, s jehož pomocí se do suspenze setřely částičky mouky nebo mletého výrobku ulpělé na stěnách

zkumavky. Po vložení zkumavky s míchadlem do otvoru držáku ve vroucí lázni došlo k sepnutí automatického počítadla. Po 5 sekundách 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 došlo k uvolnění míchadla. K automatickému zastavení počítadla dojde v okamžiku kdy míchadlo, které působí svou vlastní hmotností, klesá a dosáhne úrovně horní části ebonitové zátky. Ozve se zvukové znamení. Na automatickém počítadle se odečte celkový čas v sekundách. Výsledkem je průměrná hodnota ze dvou měření.

#### 4.4.2.6 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 3,5 mg selenu Se), koncentrovaná (96%) kyselina sírová H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Penta s.r.o.), 40% roztok hydroxidu sodného NaOH (Penta s.r.o.), 0,2 M roztok kyseliny sírové (Penta s.r.o.), 1% roztok kyseliny borité H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (Penta s.r.o.), roztok Tashiro indikátoru

#### **Příprava roztoků:**

Přepočítávací faktor: Nejprve bylo rozpuštěno 0,6 g hydrogenuhličitanu draselného KHCO<sub>3</sub> (Penta s.r.o.) ve 30 ml destilované vody, pak byly přidány 3 kapky metyloranže (Lachema). Roztok byl následně titrován 0,2M roztokem kyseliny sírové (Penta s.r.o.) do prvního oranžového zbarvení. Titrační baňka s roztokem byla přikryta hodinovým sklem. Roztok se opatrně povařil, aby došlo k odstranění oxidu uhličitého. Zchlazený roztok se dotitroval do trvale oranžového zbarvení. Faktor byl vypočítán ze vztahu:

$$x = 29,97 / \text{spotřeba kyseliny sírové}$$

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.). Roztok byl následně přidán k 5000 ml kyseliny borité (Penta s.r.o.).

**Pracovní postup:** Do mineralizační tuby se navážil 1 g vzorku s přesností na 0,001 g. K vzorku byly přidány 2 katalyzátorové tablety a 20 ml koncentrované kyseliny sírové. Po důkladném promíchání byly mineralizační tuby umístěny ve svislé poloze do mineralizačního bloku, kde byl zajištěn konstantní ohřev na 420 °C. U šrotu probíhala mineralizace po dobu 90 minut a u mouky po dobu 105 minut od okamžiku vyčerení

kapaliny. Obsah mineralizační tuby se nejprve nechal zchladnout. Následně proběhlo vlastní stanovení obsahu dusíku na přístroji 2200 Kjeltec Auto Distillation. Po vychladnutí byla ke vzorku automaticky přidána destilovaná voda, pak 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 se stanovilo titrací 0,2M kyselinou sírovou. Obsah dusíkatých látek (%) v sušině byl vypočítán ze vztahu:

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

#### 4.4.2.7 Stanovení mokrého lepku (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:** V odměrné baňce na 1000 ml se v destilované vodě rozpustí 20 g chloridu sodného a doplní destilovanou vodou po značku.

**Pracovní postup při praní lepku na přístroji Glutomatic:** Nejprve bylo naváženo 10 g analytického vzorku s přesností na 0,01 g. Vzorek byl následně převeden do vypírací nádoby s jemným sítem. Z dávkovače bylo po kapkách přidáno asi 5 ml roztoku chloridu sodného. Nádobka byla pak vložena do vypírače a byl spuštěn program. V první fázi vzniklo těsto, které bylo převedeno na hrubší síto. Nádobka byla znovu vložena do přístroje. V této fázi došlo k samotnému vypírání lepku pomocí roztoku chloridu sodného. Po skončení vypírání se vyňala kulička lepku. Vypírací roztok ulpělý v lepkové kuličce se odstranil odstředěním na centrifuze. Vysušený lepek se zvažil s přesností na 0,01 g. Obsah lepku v sušině (%) se vypočítá ze vzorce:

$$x = \text{hmotnost lepku} * 10 * 100 / \text{sušina}$$

**Pracovní postup při ručním praní lepku:** S přesností 0,01 g bylo naváženo 10 g. Vzorek byl následně kvantitativně převeden do porcelánové misky. Pomocí dávkovače bylo pozvolna přidáno 5 ml roztoku chloridu sodného. Pak se pomocí tloučku opatrně vypracovalo těsto tak, aby nedošlo ke ztrátě mouky. Lepek byl ručně vyprán pod pomalým proudem studené vody po 30 minutovém odležení. Vypírání probíhalo nad sítem ohraničeným dřevěným rámem, aby se zabránilo případným ztrátám těsta. Vypírání bylo ukončeno v okamžiku, kdy se z lepkové kuličky nevolňoval škrob. Voda ulpělá 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:

$$x = \text{hmotnost lepku ulpělého v sítku} * 100 / \text{celková hmotnost lepku}$$

#### 4.4.2.8 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:** Nejprve bylo s přesností 0,1 g naváženo 50 g zhomogenizovaného vzorku mouky. Následně byly připraveny prosévací rámečky tak, aby záchytný rámeček byl zařazen na dno, na něj bylo dále vloženo kruhové síto s hustějším potahem a na něj pak síto s řídkým potahem. Poté byla mouka rovnoměrně převedena na síto. Prosévání bylo prováděno na automatickém prosévacím přístroji za použití sít o velikosti ok 0,257 mm a 0,162 mm, po dobu 5 minut při frekvenci 180 otáček za minutu. Po ukončení prosévání byl zvážen propad a zbytky vzorku na sítích. Granulace vyjadřuje velikost podílu částic, které propadají sítím o stanovené velikosti ok. Výsledky byly vyjádřeny jako procentuální obsah podílů určité zrnitosti.

#### 4.4.2.9 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 bylo naváženo asi 5 g zhomogenizovaného vzorku s přesností 0,0001 g. Miska se vzorkem byla vložena do předem vyhřáté muflové pece na 900 °C. Obsah misky zuhelnatět. K zuhelnatění došlo tak, že vzorek nejprve volně hořel slabým plamenem. Po zhasnutí plamene a skončení vývoje dýmu byla pec uzavřena a vzorek se ponechal spalovat 180 minut od okamžiku, kdy teplota dosáhla znovu 900 °C. Po zuhelnatění vzorku se miska vložila do exsikátoru. Po vychladnutí na laboratorní teplotu byl vzorek zvážen s přesností na 0,001 g. Obsah popela v sušině (%) byl vypočítán:

$$x = 100 * m_1 - m_2 / m_3 * 100 / \text{sušina}$$

$m_1$  ..... hmotnost vyžíhané porcelánové misky

$m_2$  ..... hmotnost porcelánové misky po vyndání z muflové pece

$m_3$  ..... hmotnost navážky



#### 4.4.2.10 Stanovení reologických vlastností 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 nejprve zapnut termostat farinografu, aby došlo k ohřátí přístroje na provozní teplotu 30 °C. Bylo naváženo 300 g mouky s přesností na 0,1 g. Mouka se umístila do hnětačky a hnětačka se uzavřela. Bylo zapnuto míchání a posun papíru. Mouka se míchala při dané frekvenci otáček 1 minutu. V okamžiku, kdy pero přecházelo linku celé minuty, začala se k mouce přidávat voda z byrety, která byla ohřátá na 30 °C. Přidává se takové množství vody, které se předpokládá k dosažení maximální konzistence 500 FJ. Po vytvoření těsta se stěrkou ze stran nádoby seškrábaly ulpělé kousky těsta a připojily se k zbylé části. Křivka na grafu se zaznamenává po dobu 12 minut od doby zřetelného poklesu křivky. Je-li konzistence příliš vysoká, lze přidat vodu, aby se získala maximální konzistence 500 FJ. Následně se zastaví hnětení a hnětačka se vyčistí. Podle potřeby se může provést 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.

#### 4.4.3 Pekařský pokus (metodika LZJO)

**Zkušební pomůcky:** zkoušená mouka, droždí (Fala), máslo (Madeta), sůl, cukr, diasta, voda, ták na manipulaci s těstem, nádoby na přikrytí klonků, plechy na pečení, vál na upečené výrobky nebo mřížka na chlazení

**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 a pec, aby došlo k zahřátí přístrojů na požadovanou provozní teplotu (30 °C pro farinograf a 240 °C pro kynárnu a pec). Dále byl navážen zkušební vzorek mouky a ostatní suroviny dle receptury. Navážené suroviny byly převedeny do farinografické hnětačky. Bylo zapnuto míchání a zapisovací zařízení. Z byrety byla přidávána předem vytemperovaná voda na 30 °C. Množství přidané vody záviselo na vaznosti mouky, která byla stanovena při farinografickém hodnocení. Spotřeba vody by měla být asi o 6 % nižší než farinografická vaznost. Konzistence těsta by neměla překročit rozmezí 550 – 650 FJ. Těsto se nechalo míchat 5 minut od doby prvního poklesu křivky. Po uplynutí této doby bylo těsto vyndáno z hnětačky a ponecháno 45 minut v kynárně při 30 °C přikryté miskou. Po kynutí bylo těsto rozděleno na klonky o hmotnosti 80 g a na skulovači vytvarováno do bulek. Bulky byly následně přendány na tukem vymazané plechy. Klonky se nechaly ještě 50 minut dokynout v kynárně. Pak byly plechy s klonky vkládány do předem vyhřáté pece na 240 °C. Pro zapaření vnitřního prostoru pece bylo do otvoru navrchu pece vlito 70 ml destilované vody. Bulky se pekly 14 minut, pak byly vyjmuty z pece na dřevěný vál, kde chladly 90 minut a následně byly hodnoceny.

#### 4.4.4 Senzorické hodnocení pečiva

K senzorickému hodnocení byly použity vždy tři bulky. Výška (cm) a šířka pečiva (cm) byly měřeny pomocí posuvného měřítka. Objem pečiva v ml byl měřen pomocí řepky. Do nádoby byla nasypána semínka řepky a pravítkem se zarovnal s okrajem nádoby. Pak byly z nádoby odsypány asi 2/3 semínek a opatrně vloženy 3 bulky tak, aby se vzájemně nedotýkaly a nedotýkaly se ani okraje nádoby. Bulky byly následně opět zasypány řepkou. Přebytková řepka byla zachycena do odměrného válce, kde byl odečten objem pečiva. Měrný objem pečiva (ml/ 100 g výrobku) byl získán z objemu pečiva a přepočten na 100 g. Vlastní senzorické hodnocení prováděly 3 osoby. Senzorický profil, podle kterého byly bulky hodnoceny, je uveden v Tab. 16 v příloze.

## 5 Výsledky měření

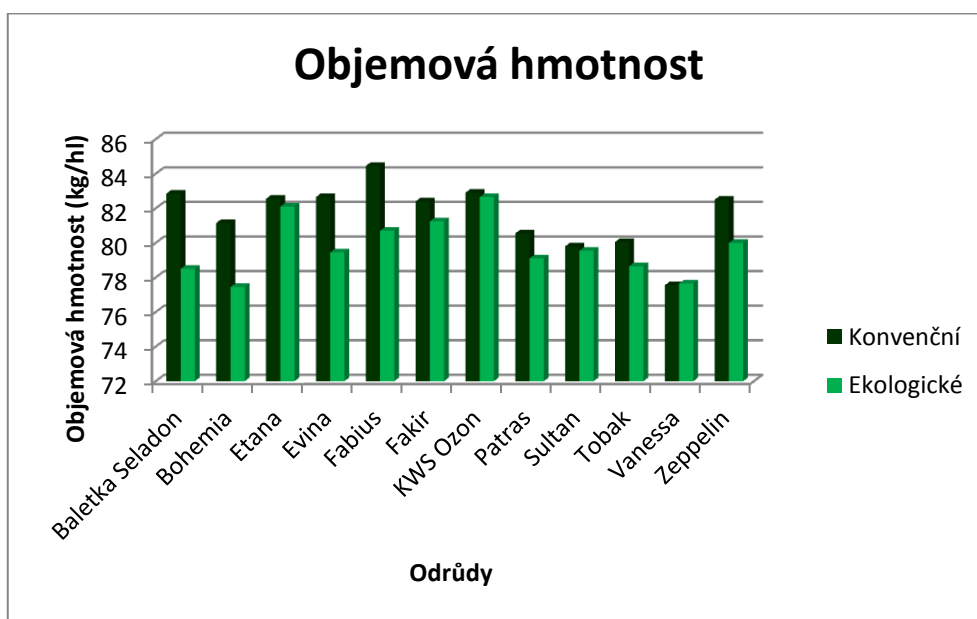
### 5.1 Jakostní ukazatele

Výsledky měření jakostních parametrů jsou zpracované pomocí sloupcových grafů a shrnuty v Tab. 11 a 12 na konci kapitoly.

#### 5.1.1 Objemová hmotnost

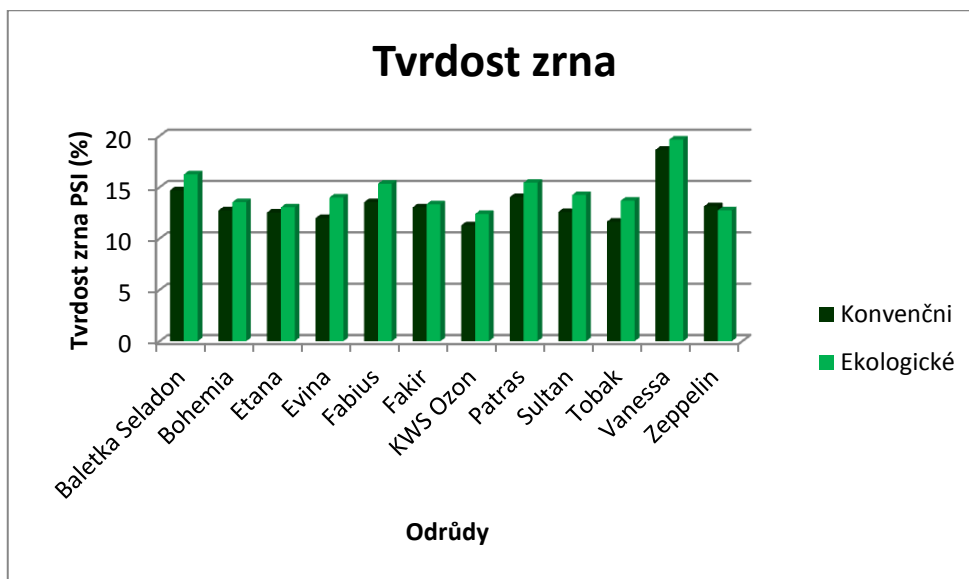
V Grafu 1 jsou znázorněny naměřené hodnoty objemové hmotnosti. Je zřejmé, že nejvyšší objemové hmotnosti dosahovaly konvenčně pěstované odrůdy, zejména odrůda Fabius (E) – 84,45 kg.hl<sup>-1</sup>, Baletka (B) – 82,85 kg.hl<sup>-1</sup>, KWS Ozon (C) – 82,90 kg.hl<sup>-1</sup>, Zeppelin (A) – 82,50 kg.hl<sup>-1</sup>, Evina (E) – 82,65 kg.hl<sup>-1</sup> a Etana (A) – 82,55 kg.hl<sup>-1</sup>. Nejnižších hodnot dosahovala odrůda Bohemia (A) – 77,45 kg.hl<sup>-1</sup>, pěstovaná ekologickým způsobem. Odrůda Vanessa vykazovala velmi nízké hodnoty v obou způsobech pěstování – 77,55 kg.hl<sup>-1</sup>, 77,65 kg.hl<sup>-1</sup>. Tato odrůda je řazena do jakostní skupiny C – pro pekařské účely nevhodná. Dle požadavků ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ by měla být min. hodnota objemové hmotnosti 76 kg.hl<sup>-1</sup>. Mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami byly prokázány statisticky významné rozdíly, které jsou k nahlédnutí v Tab. 19 v přílohách.

Graf 1 Objemová hmotnost



### 5.1.2 Tvrdość zrna

Graf 2 Tvrdość zrna



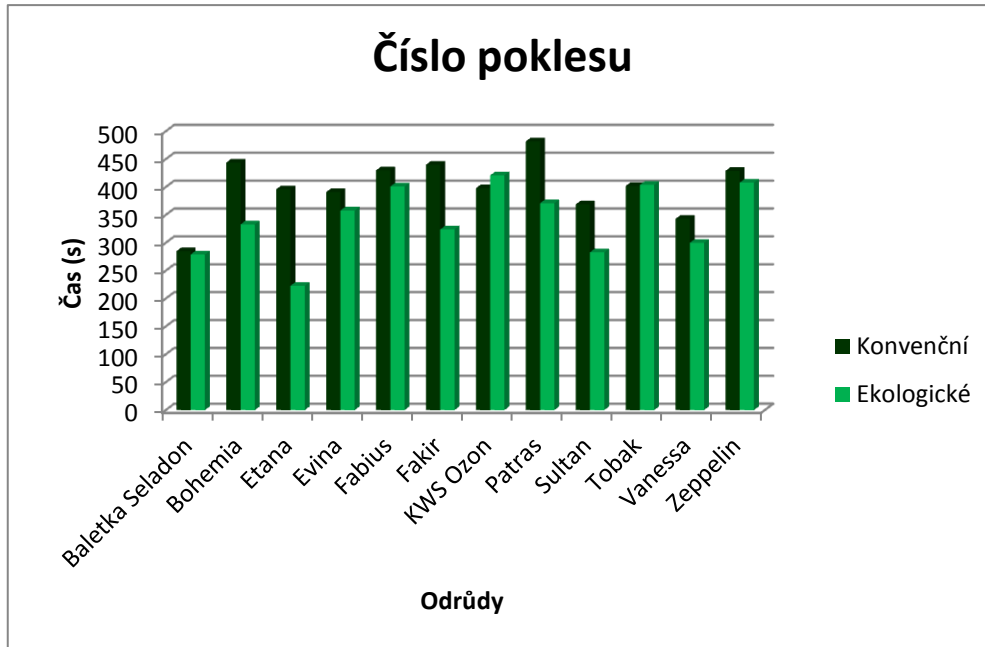
Z Grafu 2 je patrné, že se odrůda Vanessa (C) – 19,65 % PSI vyznačovala nejměkčím endospermem a to v ekologickém i konvenčním způsobu pěstování. Tato odrůda se řadí mezi pšenice s měkkým zrnem. Druhý nejměkčí endosperm byl zjištěn u ekologicky pěstované odrůdy Seladon (B) – 16,25 % PSI. U konvenčně pěstovaných odrůd měly nejtvrďší endosperm KWS Ozon (C) – 11,30 % PSI a Tobak (B) – 11,65 % PSI. Hodnoty pod 7 % PSI ukazují na odrůdy s extra tvrdým endospermem. Mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami Fabius (E), Patras (A), KWS Ozon (C), Vanessa (C), Seladon (B) byly prokázány statisticky významné rozdíly, které jsou k nahlédnutí v Tab. 20 v přílohách i s přehledem statisticky významných a nevýznamných rozdílů.

### 5.1.3 Číslo poklesu

V Grafu 3 jsou uvedené naměřené hodnoty čísla poklesu. Nejvyšších hodnot dosahovaly konvenčně pěstované odrůdy Patras (A), Bohemia (A), Fakir (A), Fabius (E), Zeppelin (A). Naměřené hodnoty se pohybují v rozmezí 420 - 480 s. Nejnižších hodnot nabývaly ekologicky pěstované odrůdy Etana (A), Seladon (B) a Sultan (A). Naměřené hodnoty jsou v rozsahu 220 – 290 s. V konvenčním způsobu pěstování byla zjištěna nejnižší hodnota čísla poklesu – 285 s u odrůdy Baletka (B). Elitní odrůdy musí dosahovat hodnot čísla poklesu 286 s. Mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami Seladon, Baletka, Etana, Fabius, Patras, Vanessa, Zeppelin byly prokázány statisticky významné rozdíly.

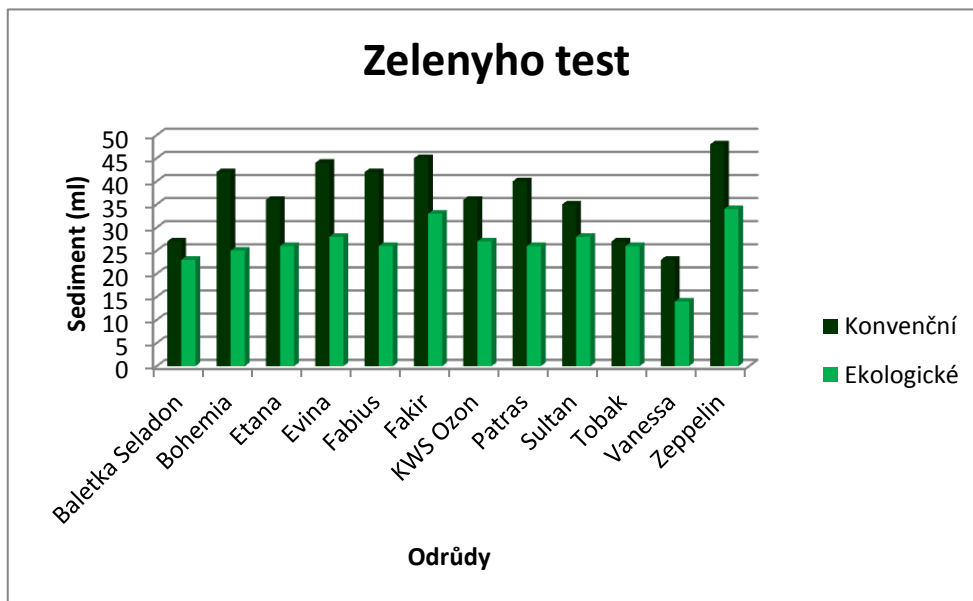
Naopak u odrůd Bohemia, Evina a Fakir nebyl prokázán významný statistický rozdíl. Výsledky jsou k nahlédnutí v Tab. 22 v přílohách.

**Graf 3 Číslo poklesu**



#### 5.1.4 Sedimentační test dle Zelenyho

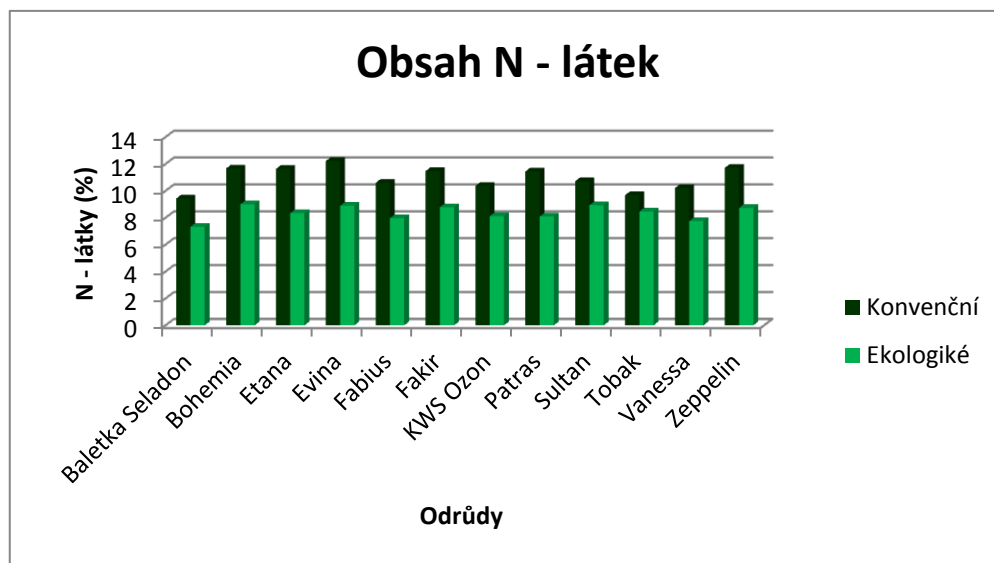
**Graf 4 Zelenyho test**



Z Grafu 4 je zřejmé, že nejvyšších hodnot sedimentačního indexu dosahují konvenčně pěstované odrůdy, jako tomu bylo i u čísla poklesu. Nejvyšší hodnota 48 ml byla naměřena u odrůdy Zeppelin (A). Vysokých hodnot v rozmezí 40 – 45 ml pak dosáhly odrůdy Bohemia (A), Evina (E), Fabius (E) a Fakir (A). Naopak nejnižší hodnota byla zaznamenána u konvenčně a ekologicky pěstované odrůdy Vanessa (C) – 23 ml. V ekologickém systému nabývala hodnot sedimentu 14 ml. Na nejvyšší hodnotu dosáhla ekologickým způsobem pěstovaná odrůda Zeppelin (A) – 34 ml a Fakir (A) – 33 ml. Na grafu můžeme dále vidět, že rozdíly v rámci odrůd ekologického zemědělství nejsou velké a pohybují se v rozsahu 23 – 28 ml. U odrůd řazených do jakostní kategorie A – kvalitní by se měly hodnoty sedimentu pohybovat okolo 35 ml. Mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami Vanessa, Zeppelin, Tobak, Fakir, Seladon a Baletka byly prokázány statisticky významné rozdíly. Výsledky jsou k nahlédnutí v Tab. 21 v přílohách.

#### 5.1.5 Obsah N – látek

Graf 5 Obsah N - látek

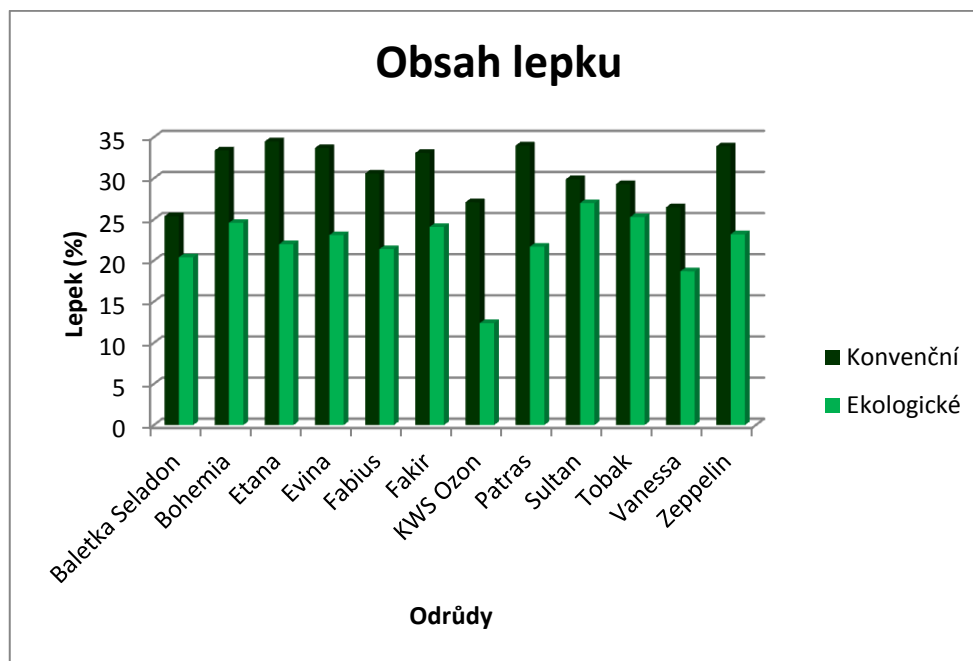


Z naměřených hodnot Obsahu N – látek, které jsou znázorněny v Grafu 5, můžeme usuzovat, že konvenčně pěstované odrůdy dosahují lepších výsledků, než odrůdy pěstované ekologicky. Dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ musí pšenice využívané v pekárenství obsahovat min. 11,5 % N-látek. Konvenčně pěstovaná odrůda Evina (E) obsahovala nejvíce N – látek, cca 12 %. Mezi odrůdy, které dosáhly hodnot nad 11 %, patří Zeppelin (A), Bohemia (A), Etana (A), Fakir (A) a Patras (A). Je nutné podotknout, že ani jedna z uvedených odrůd nesplnila podmínky pro zařazení do jakostní skupiny E, kde

minimální hodnota obsahu N - látek činí 12,6 %. Obsah N – látek se v ekologickém systému pohyboval mezi 8 – 9 %. Nejhorších výsledků dosahovala odrůda Seladon (B), cca 7 %. Mezi ekologicky a konvenčně pěstovanými odrůdami Bohemia, Evina, KWS Ozon, Tobak, Vanessa a Seladon byly prokázány statisticky významné rozdíly. Podrobný přehled statisticky významných a nevýznamných rozdílů je k nahlédnutí v Tab. 23 v přílohách.

### 5.1.6 Obsah lepku

Graf 6 Obsah lepku



Vzhledem k tomu, že vzorky nebylo možné vyprat na přístroji Glutomatic, jsou hodnoty uvedené v Grafu 6 získané ručním praním lepku. Z grafu je zřejmé, že lepších výsledků dosahovaly opět konvenčně pěstované odrůdy, stejně jako tomu bylo u obsahu N – látek. Konvenčně pěstovaná odrůda Etana (A) dosáhla nejlepšího výsledku - 34,5 %. Hodnotu nad 30 % překročily také odrůdy Bohemia (A), Evina (E), Fabius (E), Fakir (A) a Zeppelin (A). Nejhorší výsledek – 25, 4 % byl naměřen u odrůdy Baletka. V ekologickém systému pěstování nebyla nalezena odrůda, která by překročila hodnotu 30 %. Nejlepšího výsledku dosáhla odrůda Sultan (A) a Tobak (B), cca 25 %. Nejnižší naměřená hodnota – 12,4 % byla zaznamenána u odrůdy KWS Ozon. Je nutné podotknout, že zjištěné hodnoty neukazují na dobrou kvalitu lepku (30 - 45 % velmi dobrý lepek). Dobrého výsledku dosahuje pouze šest odrůd a to v rámci konvenčního zemědělství. Statisticky významná závislost byla zjištěna u ekologicky a konvenčně pěstovaných odrůd KWS Ozon, Vanessa a Seladon.

Podrobný přehled statisticky významných a nevýznamných rozdílů je k nahlédnutí v Tab. 24 v přílohách.



Tab. 11 Vyhodnocení jakostních ukazatelů pro zrno (levá část tab.) a mouku (pravá část tab.) – konvenčně pěstované odrůdy pšenice, Stupice 2014

Odrůda	Jakost	Objemová hmotnost (kg.hl <sup>-1</sup> )	Vlhkost (%)	Popel (%)	Granulace (%)	Tvrдость PSI (%)	Číslo poklesu (s)	N -látky (%)	Zeleného test (ml)	Lepek (%)
<b>Evina</b>	E	82,65	16,0	0,58	100/91	12,00	391	12,22	44	33,7
<b>Fabius</b>	E	84,45	16,2	0,53	100/91	13,55	430	10,60	42	30,6
<b>Bohemia</b>	A	81,15	15,8	0,63	100/90	12,75	444	11,66	42	33,4
<b>Etana</b>	A	82,55	16,2	0,55	100/91	12,55	396	11,63	36	34,5
<b>Fakir</b>	A	82,40	16,4	0,51	100/88	13,05	440	11,47	45	33,1
<b>Patras</b>	A	80,55	15,9	0,51	100/91	14,05	482	11,44	40	34,0
<b>Sultan</b>	A	79,80	15,7	0,56	100/91	12,6	369	10,72	35	29,9
<b>Zeppelin</b>	A	82,50	16,2	0,51	100/88	13,15	429	11,71	48	33,9
<b>Baletka</b>	B	82,85	15,9	0,54	100/92	14,70	285	9,43	27	25,4
<b>Tobak</b>	B	80,05	16,3	0,58	100/90	11,65	402	9,68	27	29,3
<b>KWS Ozon</b>	C	82,90	16,2	0,59	100/88	11,30	398	10,37	36	27,1
<b>Vanessa</b>	C	77,55	16,0	0,52	100/92	18,65	343	10,21	23	26,5

Pozn. Výsledky budou komentovány v diskuzi.

Tab. 12 Vyhodnocení jakostních ukazatelů pro zrno (levá část tab.) a mouku (pravá část tab.) – ekologicky pěstované odrůdy pšenice, Uhřetěves 2014

Odrůda	Jakost	Objemová hmotnost (kg.hl <sup>-1</sup> )	Vlhkost (%)	Popel (%)	Granulace (%)	Tvrdość PSI (%)	Číslo poklesu (s)	N -látky (%)	Zelenýho test (ml)	Lepek (%)
<b>Evina</b>	E	79,45	15,8	0,65	100/91	14,00	358	8,89	28	23,1
<b>Fabius</b>	E	80,70	15,6	0,64	100/91	15,35	401	7,97	26	21,4
<b>Bohemia</b>	A	77,45	15,7	0,70	100/91	13,55	333	9,00	25	24,6
<b>Etana</b>	A	82,10	15,9	0,57	100/91	13,05	223	8,34	26	22,0
<b>Fakir</b>	A	81,25	15,9	0,59	100/89	13,35	324	8,78	33	24,1
<b>Patras</b>	A	79,10	15,6	0,64	100/91	15,45	371	8,09	26	21,7
<b>Sultan</b>	A	79,55	15,9	0,66	100/92	14,25	283	8,93	28	27,0
<b>Zeppelin</b>	A	80,00	15,9	0,59	100/90	12,75	408	8,73	34	23,2
<b>Seladon</b>	B	78,50	16,0	0,59	100/91	16,25	279	7,33	23	20,4
<b>Tobak</b>	B	78,65	16,0	0,59	100/92	13,70	404	8,46	26	25,3
<b>KWS Ozon</b>	C	82,65	15,9	0,64	100/90	12,40	421	8,12	27	12,4
<b>Vanessa</b>	C	77,65	16,4	0,58	100/92	19,65	300	7,75	14	18,7

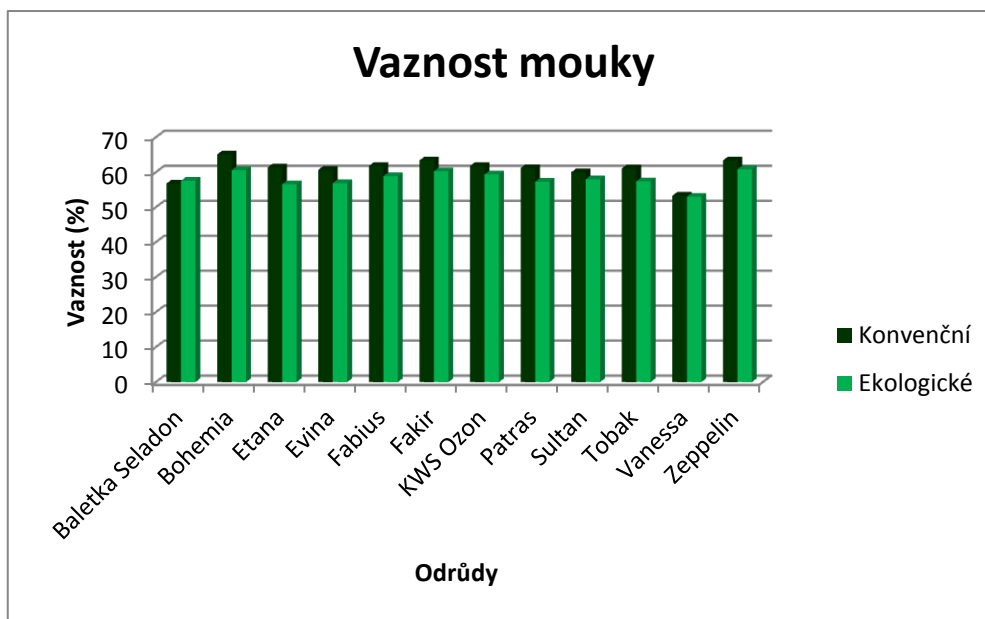
Pozn. Výsledky budou komentovány v diskuzi.

### 5.1.7 Farinografické hodnocení těsta

Výsledky farinografického měření jsou pro lepší přehlednost zpracované pomocí sloupcových grafů a dále jsou souhrně uvedeny v Tab. 13 a 14 na konci kapitoly.

#### 5.1.7.1 Vaznost mouky

**Graf 7 Vaznost mouky**



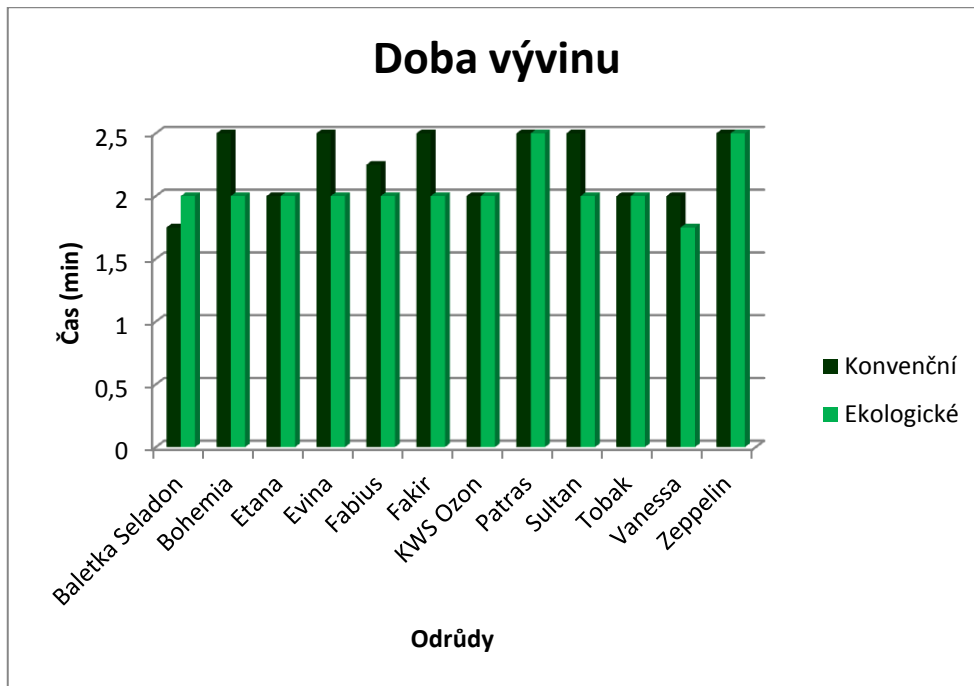
Graf 7 ukazuje, že rozdíly ve schopnosti mouky vázat vody nejsou mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami velké. V rámci konvenčního a ekologického systému dosáhly nejlepších výsledků odrůdy Bohemia (A), Fakir (A), KWS Ozon (C) a Zeppelin (A). Naměřené hodnoty se pohybovaly mezi 59 – 65 %. Nejnížší hodnoty vykazovala odrůda Vanessa (C) – 53 %. Požadovaná vaznost pro zařazení do elitní skupiny je 55,4 %. Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány u odrůd Bohemia, Fakir, Vanessa, Zeppelin a Seladon. Podrobný přehled statisticky významných a nevýznamných rozdílů je k nahlédnutí v Tab. 25 v přílohách.

#### 5.1.7.2 Doba vývinu

Z Grafu 8 je patrné, že nejvyšších hodnot – 2 min a 30 s dosáhly odrůdy Bohemia (A), Evina (E), Fakir (A), Patras (A), Sultan (A) a Zeppelin (A) v konvenčním systému. V ekologickém systému dosáhly stejné hodnoty odrůdy Patras a Zeppelin. Nejnížší naměřená hodnota 1 min a 40 s byla u konvenčně pěstované odrůdy Baletka (B) a ekologicky pěstované

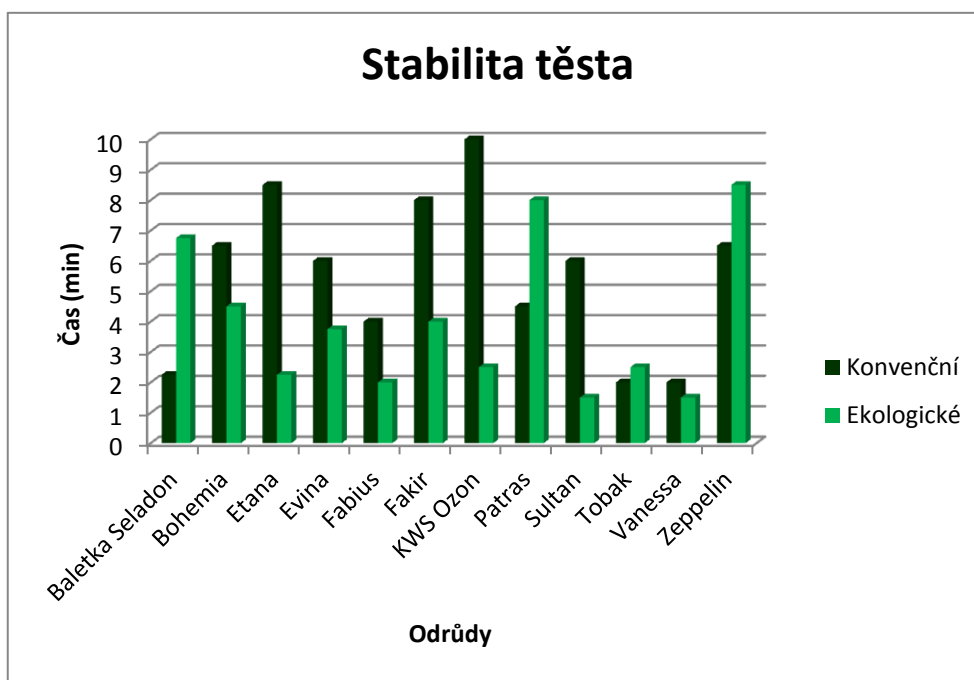
odřůdy Vanessa (C). Nejčastěji vyskytující se hodnotou v rámci ekologického systému byly 2 min.

**Graf 8 Doba vývinu**



### 5.1.7.3 Stabilita těsta

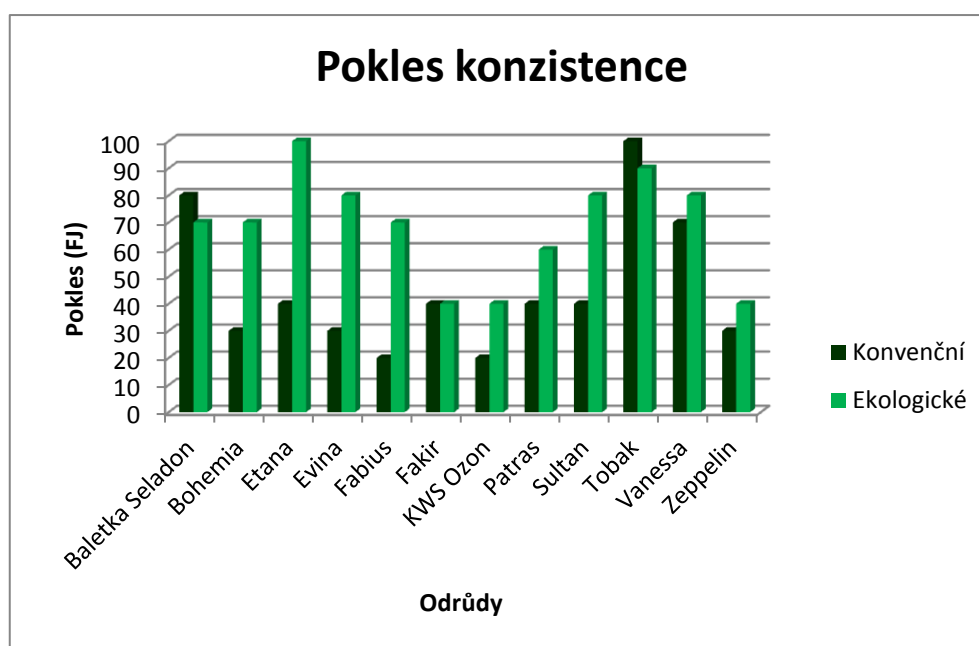
**Graf 9 Stabilita těsta**



Z Grafu 9 je zřejmé, že hodnoty stability těsta jsou mezi odrůdami rozdílné. Nejvyšších hodnot dosahují konvenčně pěstované odrůdy KWS Ozon (C) – 10 min, Etana (A) – 8 min 30 s a Fakir (A) – 8 min. Nejnižší hodnoty byly zjištěny u odrůdy Vanessa (C) – 2 min v konvenčním a 1 min 30 s v ekologickém zemědělství a Sultan – 1 min 30 s v ekologickém zemědělství. V ekologickém systému nabývaly nejvyšších hodnot odrůdy Zeppelin (A) – 8 min a 30 s, Patras (A) – 8 min a Seladon (B) – 6 min 40 s.

#### 5.1.7.4 Pokles konzistence

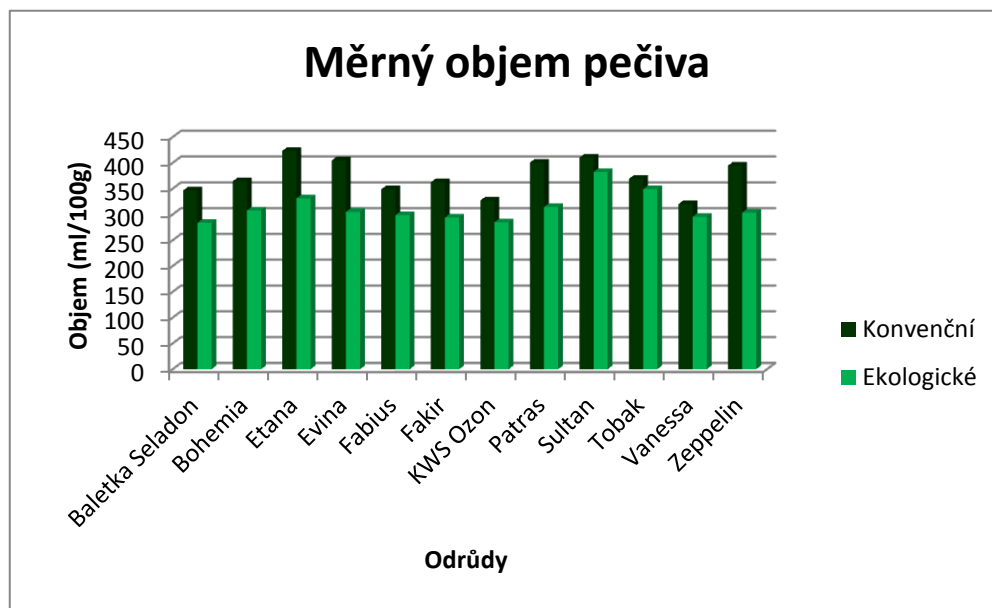
**Graf 10 Pokles konzistence**



Na Grafu 10 jsou zaneseny výsledky hodnocení poklesu konzistence těsta. Jak můžeme vidět, největší pokles konzistence byl zaznamenán u ekologicky pěstovaných odrůd a to Etana (A) – 100 FJ, Tobaku (B) – 90 FJ, Eviny (E) – 80 FJ, Sultanu (A) – 80 FJ a Vanessy (C) – 80 FJ. Naopak nejnižší pokles konzistence byl u odrůd Fakir (A) – 40 FJ, KWS Ozon (C) – 40 FJ a Zeppelin (A) – 40 FJ. V rámci konvenčního zemědělství dosahovaly nejvyšších hodnot odrůdy Etana – 100 FJ a Tobak – 100 FJ. Nejnižších hodnota pak Fabius (E) – 20 FJ a KWS Ozon – 20 FJ.

### 5.1.7.5 Měrný objem pečiva

Graf 11 Měrný objem pečiva



Hodnoty měrného objemu pečiva uvedené v Grafu 11 byly získány výpočtem z objemové výtěžnosti přepočtené na 100 g pečiva. Lepší výsledky vykazovaly konvenčně pěstované odrůdy. Nejvyšších hodnot dosáhly odrůdy Etana (A) – 423 ml/ 100 g, Sultan (A) – 410 ml/ 100 g, Evina (E) – 404 ml/ 100 g a Patras (A) – 400 ml/ 100 g. Nejnižší naměřená hodnota byla zaznamenána u odrůdy Vanessa (C) – 320 ml/ 100 g v rámci konvenčního a 295 ml/ 100 g v rámci ekologického zemědělství. Nejvyšší hodnotu – 382 ml/ 100 g vykazovala ekologicky pěstována odrůda Sultan. Odrůdy řazené do jakostní kategorie B – chlebová musí dosahovat hodnoty měrného objemu 470 ml/ 100 g. Podrobný přehled statisticky významných a nevýznamných rozdílů je k nahlédnutí v Tab. 26 v přílohách.

Tab. 13 Farinografické hodnocení těsta a měrný objem pečiva, konvenčně pěstované vzorky, Stupice 2014

Odrůda	Jakost	Vaznost (%)	Doba vývinu (min)	Stabilita těsta (min)	Pokles konzistence (FJ)	Měrný objem pečiva (ml/ 100g)
<b>Evina</b>	E	60,7	2 <sup>1/2</sup>	6,0	30	405
<b>Fabius</b>	E	61,8	2 <sup>1/4</sup>	4,0	20	349
<b>Bohemia</b>	A	65,1	2 <sup>1/2</sup>	6 <sup>1/2</sup>	30	365
<b>Etana</b>	A	61,4	2,0	8 <sup>1/2</sup>	40	423
<b>Fakir</b>	A	63,4	2 <sup>1/2</sup>	8,0	40	362
<b>Patras</b>	A	61,2	2 <sup>1/2</sup>	4 <sup>1/2</sup>	40	320
<b>Sultan</b>	A	60,0	2 <sup>1/2</sup>	6,0	40	410
<b>Zeppelin</b>	A	63,4	2 <sup>1/2</sup>	6 <sup>1/2</sup>	30	395
<b>Baletka</b>	B	56,8	1 <sup>3/4</sup>	2 <sup>1/4</sup>	80	347
<b>Tobak</b>	B	61,1	2,0	2,0	100	369
<b>KWS Ozon</b>	C	61,8	2,0	10,0	20	327
<b>Vanessa</b>	C	53,3	2,0	2,0	70	320

Pozn. FJ = farinografické jednotky, výsledky budou komentovány v diskuzi

Tab. 14 Farinografické hodnocení těsta a měrný objem pečiva, ekologicky pěstované vzorky, Uhřetěves 2014

Odrůda	Jakost	Vaznost (%)	Doba vývinu (min)	Stabilita těsta (min)	Pokles konzistence (FJ)	Měrný objem pečiva (ml/ 100 g)
<b>Evina</b>	E	56,9	2,0	3 <sup>3/4</sup>	80	305
<b>Fabius</b>	E	58,9	2,0	2,0	70	299
<b>Bohemia</b>	A	60,6	2,0	4 <sup>1/2</sup>	70	308
<b>Etana</b>	A	56,6	2,0	2 <sup>1/4</sup>	100	331
<b>Fakir</b>	A	60,3	2,0	4,0	40	294
<b>Patras</b>	A	57,3	2 <sup>1/2</sup>	8,0	60	314
<b>Sultan</b>	A	58,0	2,0	1 <sup>1/2</sup>	80	382
<b>Zeppelin</b>	A	60,9	2,5	8 <sup>1/2</sup>	40	382
<b>Tobak</b>	B	57,4	2,0	2 <sup>1/2</sup>	90	349
<b>Seladon</b>	B	57,6	2,0	6 <sup>3/4</sup>	70	284
<b>KWS</b>						
<b>Ozon</b>	C	59,4	2,0	2 <sup>1/2</sup>	40	285
<b>Vanessa</b>	C	53,0	1 <sup>3/4</sup>	1 <sup>1/2</sup>	80	296

Pozn. FJ = farinografické jednotky, výsledky budou komentovány v diskuzi



### 5.1.8 Vyhodnocení korelační analýzy mezi jakostními a reologickými znaky

**Tab. 15** Korelační analýza vybraných jakostních a reologických znaků pšenice z ekologického a konvenčního systému pěstování

Jakostní ukazatel	Tvrdoost	Zeleného test	Číslo poklesu	N – látky	Lepek	Vaznost	Vývin	Stabilita	Pokles konzistence	Objem pečiva
<b>Tvrdoost</b>	1									
<b>Zeleného test</b>	-0,475357 -0,28455	1								
<b>Číslo poklesu</b>	-0,362113 0,210898	<b>0,703537</b> 0,319857	1							
<b>N – látky</b>	-0,27485 -0,27967	<b>0,816986</b> <b>0,607881</b>	<b>0,618535</b> 0,097452	1						
<b>Lepek</b>	-0,384591 -0,01181	<b>0,78604</b> 0,332295	<b>0,754133</b> -0,23931	<b>0,904905</b> 0,597541	1					
<b>Vaznost</b>	<b>-0,765456</b> <b>-0,76305</b>	<b>0,798918</b> 0,092575	<b>0,752291</b> -0,34687	0,569773 0,295774	<b>0,697262</b> 0,042056	1				
<b>Vývin</b>	-0,248207 -0,26715	<b>0,790796</b> 0,063022	<b>0,693598</b> -0,03913	<b>0,769924</b> 0,317247	<b>0,732653</b> 0,472129	0,582541 0,441522	1			
<b>Stabilita</b>	-0,575501 -0,27477	0,594847 0,112046	0,380397 -0,13434	0,57373 0,375166	0,440321 0,542642	<b>0,613223</b> 0,379877	0,321249 <b>0,824825</b>	1		
<b>Pokles konzistence</b>	0,320377 0,258112	<b>-0,79233</b> 0,079136	-0,52083 0,109845	<b>-0,68256</b> -0,16005	-0,50056 -0,10205	-0,55383 <b>-0,63692</b>	-0,57914 -0,44783	<b>-0,73214</b> -0,48643	1	
<b>Objem pečiva</b>	-0,423549 0,220742	0,286866 -0,13642	0,022937 0,306483	0,277542 0,208978	0,344403 0,178626	0,314007 -0,07079	0,41597 0,183681	0,133388 0,413883	0,082484 -0,30731	1

(1. číslo – konvenční způsob pěstování, 2. číslo – ekologický způsob pěstování; zvyrazněné hodnoty – statistická průkaznost)

Při hodnocení vzájemných vztahů mezi tvrdostí zrna a vazností byly pro oba systémy pěstování zjištěny statisticky průkazné kladné korelace. Kladné korelace vyplynuly i ze vztahů mezi Zelenyho testem, číslem poklesu, obsahem N – látek, obsahem lepku, vazností a vývinem pro konvenčně pěstované vzorky. V případě obsahu N – látek byl kladný vztah prokázán i pro ekologický systém pěstování. Mezi Zelenyho testem a poklesem konzistence byla v případě konvenčních vzorků naměřena statisticky významná záporná korelace. Ze vzájemných vztahů mezi číslem poklesu, obsah N – látek, obsahem lepku, vazností a vývinem byla pro konvenčně pěstované vzorky vyhodnocena kladná korelace. V případě vztahů mezi N – látkami, lepkem a vývinem byla nalezena kladná korelace opět u konvenčního systému pěstování. Naopak záporná korelace byla zjištěna mezi obsah N – látek a poklesem konzistence. Ze vzájemných vztahů mezi lepkem, vazností a dobou vývinu byla pro konvenční způsob zemědělství prokázána kladná korelace. Mezi vazností a stabilitou těsta byla vyhodnocena kladná korelace pro konvenční vzorky, dále pak byla vyhodnocena záporná korelace mezi vazností a poklesem konzistence pro ekologicky pěstované vzorky. Statisticky významná kladná korelace byla nalezena mezi dobou vývinu a stabilitou těsta, ale pouze v případě ekologického systému pěstování. Poslední významná závislost, která byla díky korelační analýze prokázána, vyplývá ze vzájemného vztahu mezi stabilitou těsta a poklesem konzistence. Jedná se o zápornou závislost a to v konvenčním způsobu pěstování.

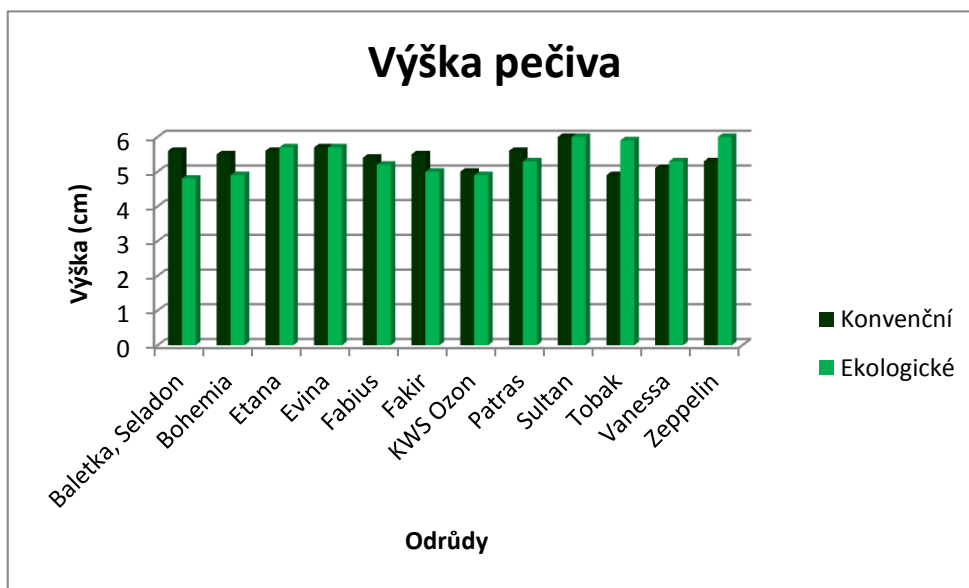
### 5.1.9 Senzorické vyhodnocení pečiva

Výsledky ze sensorického hodnocení pečiva jsou kromě grafického zpracování zároveň uvedeny v Tab. 17 a 18 v příloze.

#### 5.1.9.1 Výška pečiva

Z Grafu 12 vyplývá, že nejlepšího výsledku dosáhla odrůda Sultan (A) – 6 cm a to v obou systémech pěstování a Zeppelin (A) v ekologickém systému pěstování. Dobré výsledky byly zjištěny u ekologicky pěstované odrůdy Tobak (B), dále u Etany (A) a Eviny (E) v obou systémech pěstování. Naopak nejhorší výsledky vykazovala odrůda Seladon (B), Bohemia (A) a KWS Ozon (C), které nepřesáhly hranici 5 cm. U konvenčního zemědělství byla nejhůře hodnocena odrůda Tobak – 4,9 cm.

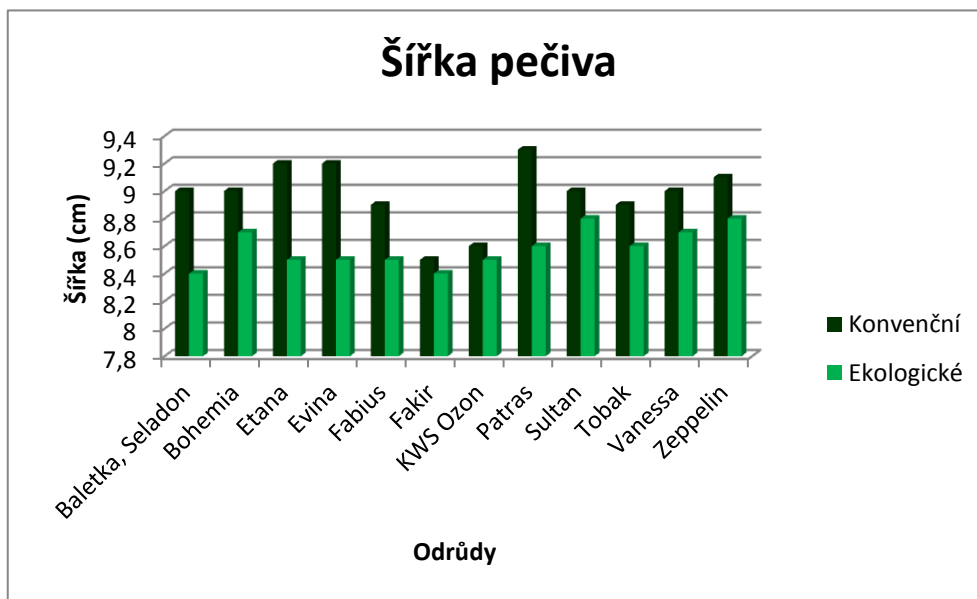
Graf 12 Výška pečiva



#### 5.1.9.2 Šířka pečiva

Z Grafu 13 je zřejmé, že lepších výsledků dosahovaly konvenčně pěstované odrůdy, zejména Patras (A), Etana (A), Evina (E) a Zeppelin (A) – cca 9 cm. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u odrůdy Fakir (A) a KWS Ozon (C) – 8,5 cm. V ekologickém systému pěstování nepřekročila žádná z odrůd hranici 9 cm. Nejlepší hodnoty vykazovaly odrůdy Sultan (A) a Zeppelin (A), v obou případech 8,8 cm. Nejnižší hodnota – 8,4 cm byla naměřena u odrůdy Seladon (B) a Fakir.

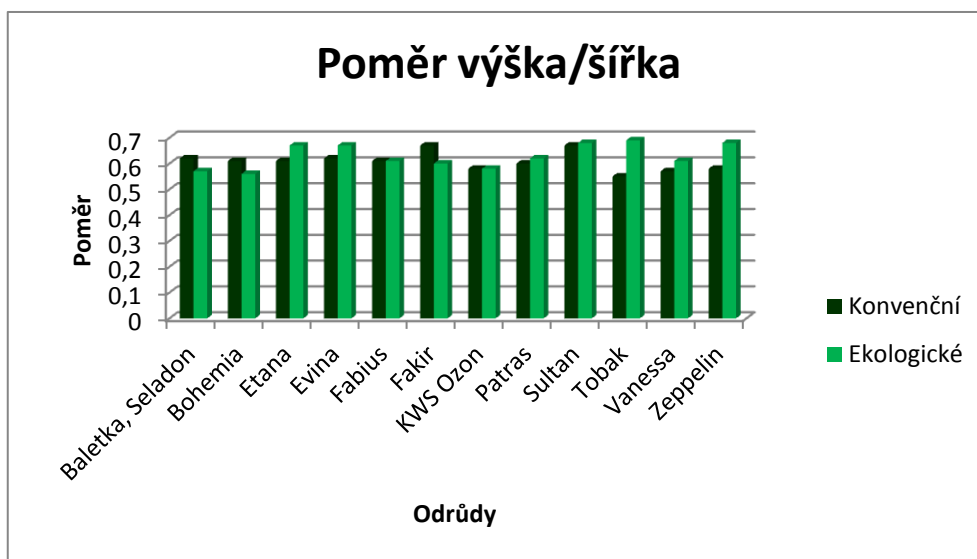
Graf 13 Šířka pečiva



### 5.1.9.3 Poměr výška/šířka pečiva

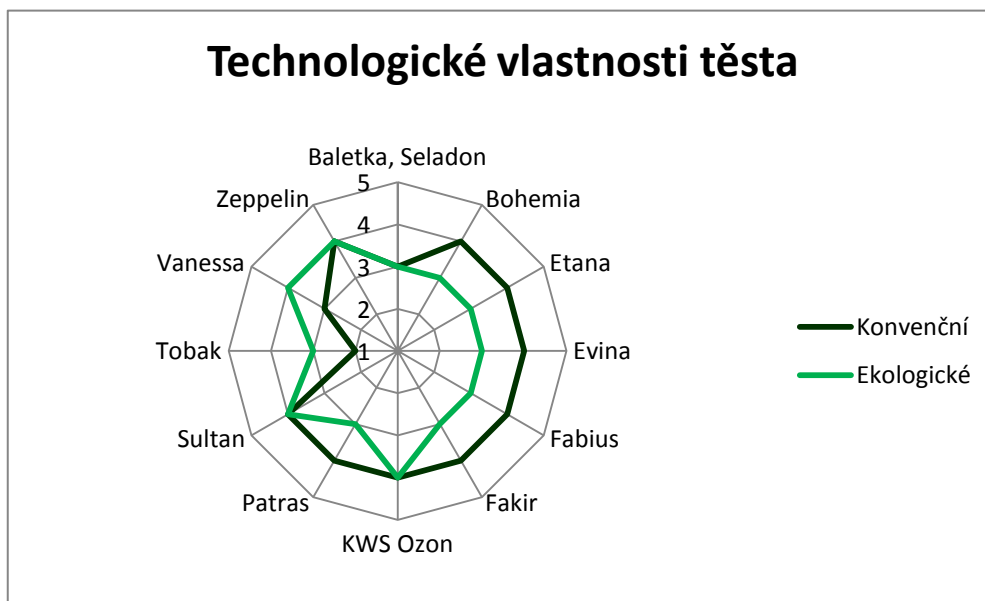
Hodnoty z Grafu 14 jsou získané výpočtem. Hodnoty potvrzují výsledky z Grafů Výška a Šířka pečiva. Ve většině případů je vyšší poměr zjištěn u ekologicky pěstovaných odrůd – 0,60 – 0,69. Výjimku tvoří konvenčně pěstované odrůdy Baletka (B), Bohemia (B) a Fakir (A). Stejných hodnot nabývala odrůda KWS Ozon (C) – 0,58.

Graf 14 Poměr výška/šířka



#### 5.1.9.4 Technologické vlastnosti těsta

**Graf 15 Technologické vlastnosti těsta**



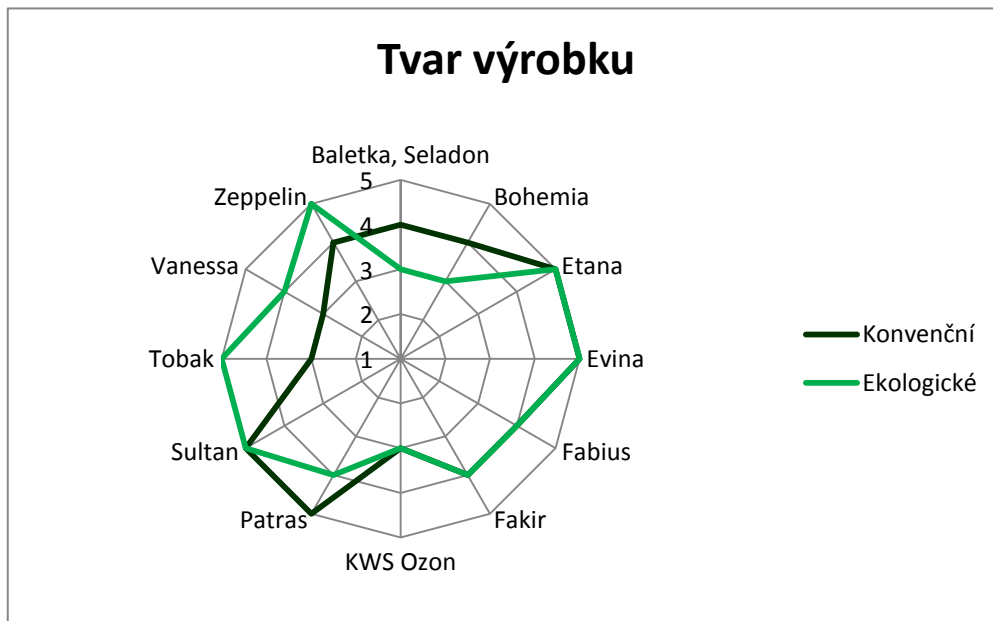
Pozn. Odrůdy Baletka (konvenční) a Seladon (ekologické) patří do stejné jakostní skupiny (B) a byly proto porovnávány mezi sebou. V grafu jsou hodnoceny souběžně s barevným odlišením podle způsobu pěstování. Stejný systém je zachován v rámci celého sensorického hodnocení.

Z Grafu 15 vyplývá, že lepších technologických vlastností těsta dosáhly konvenčně pěstované odrůdy. U většiny odrůd bylo těsto hodnoceno jako pružné a nelepivé. U odrůd Etana (A), Evina (E) a Bohemia (A) bylo těsto sice pružné, ale lepkavé. Nejhorší kvalitu těsta vykazovala odrůda Tobak (B) – málo pružné, poněkud lepkavé. V ekologickém systému dosáhly nejlepších technologických vlastností odrůdy KWS Ozon (C), Sultan (A), Vanessa (C) a Zeppelin (A), těsto bylo hodnoceno jako pružné, nelepivé. Zbýlé odrůdy vytvářely nepružné a nelepivé těsto.

#### 5.1.9.5 Tvar výrobku

Na Grafu 16 můžeme vidět, že tvar výrobku byl u ekologicky pěstovaných odrůd hodnocen lépe, než u odrůd konvenčních. U odrůd Sultan (A), Tobak (B), Zeppelin (A), Etana (A) a Evina (E) byl tvar výrobku hodnocen jako dobře klenutý. Nejhorší byly hodnoceny odrůdy Seladon (B), Bohemia (A) a KWS Ozon (C). Tvar výrobku byl méně klenutý. Nejvyššího bodového ohodnocení dosáhly konvenčně pěstované odrůdy Etana, Evina, Patras (A) a Sultan. U odrůd KWS Ozon, Tobak a Vanessa (C) byl tvar výrobků méně klenutý.

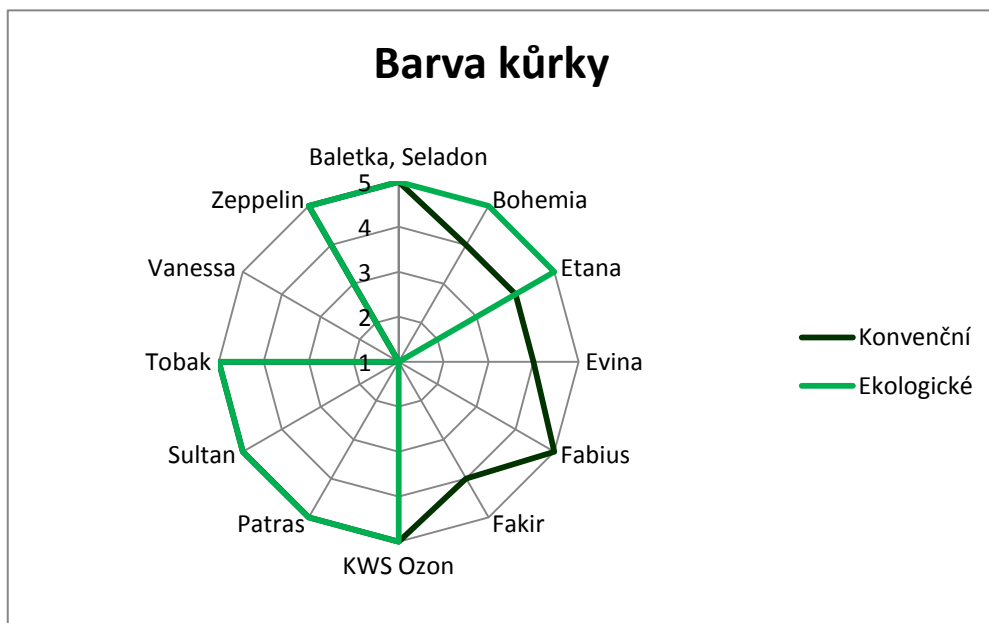
**Graf 16 Tvar výrobku**



Pozn. Baletka – konvenční, Seladon - ekologické

#### 5.1.9.6 Barva kůrky

**Graf 17 Barva kůrky**



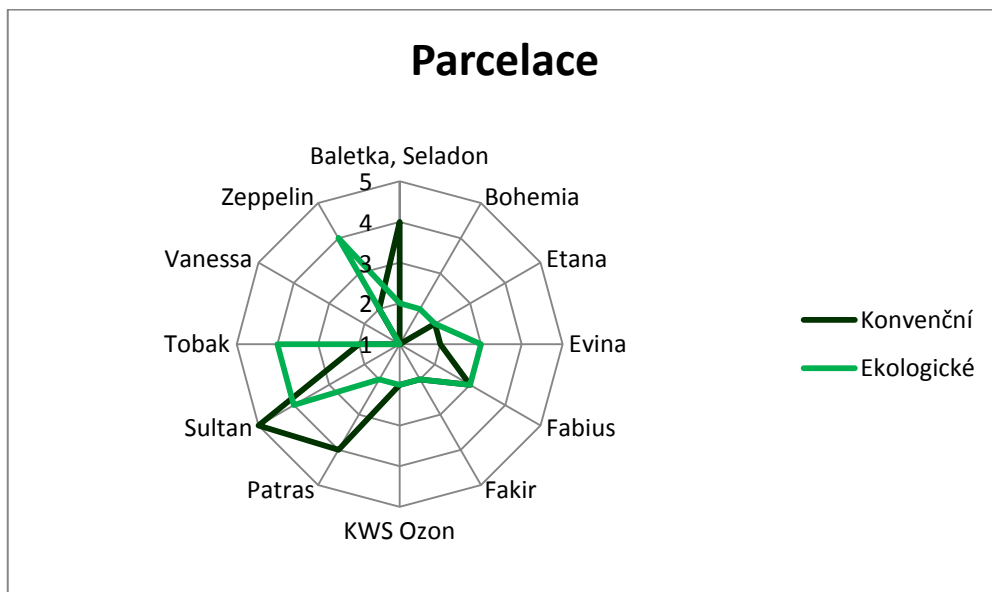
Pozn. Baletka – konvenční, Seladon – ekologické

Z Grafu 17 je patrné, že hodnocení barvy kůrky pečiva dopadlo pro konvenčně pěstované odrůdy lépe. U většiny ekologicky pěstovaných odrůd byla barva kůrky charakterizována jako normální, typicky pečivová. Výjimku tvořily odrůdy Evina (E), Fabius

(E), Fakir (A) a Vanessa (C). Barva kůrky byla u těch odrůd hodnocena jako velmi světlá, matná. U konvenčně pěstovaných odrůd dosáhly nejvyššího bodového ohodnocení odrůdy Baletka (B), Fabius, KWS Ozon (C), Patras (A), Sultan (A), Tobak (B) a Zeppelin (A). Nejhůře byla hodnocena odrůda Vanessa, stejně jako v ekologickém způsobu pěstování.

#### 5.1.9.7 Parcelace

**Graf 18 Parcelace**



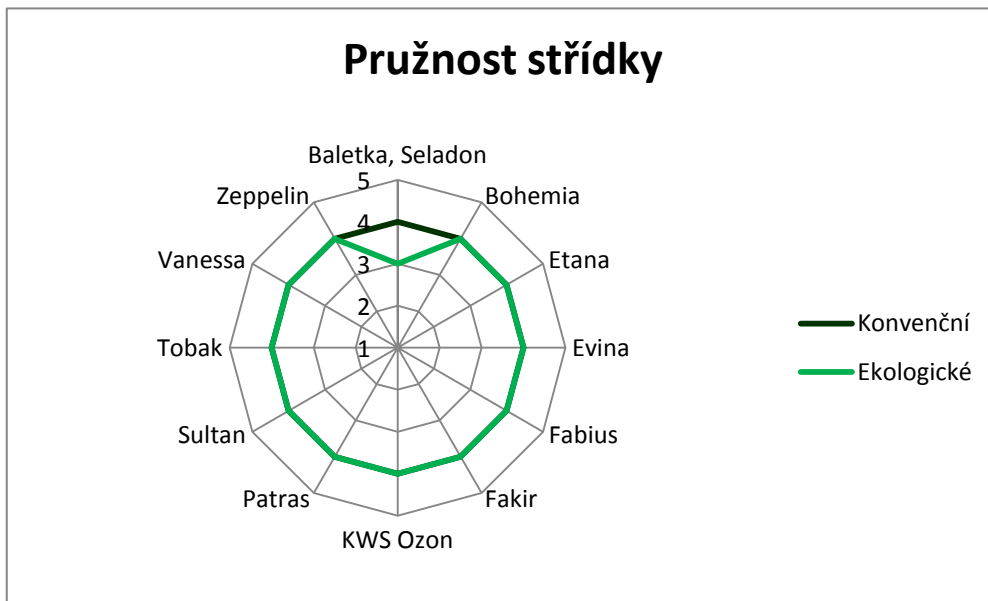
Pozn. Baletka – konvenční, Seladon – ekologické

Jak můžeme vidět na Grafu 18, výsledky hodnocení parcelace jsou pro konvenčně i ekologicky pěstované odrůdy značně různorodé. Mezi konvenčně pěstovanými odrůdami dosáhly nejlepších výsledků odrůdy Sultan (A) – velmi dobrá parcelace a Baletka (B) – dobrá parcelace. Další odrůdou s relativně dobrým výsledkem je Fabius (E) – méně výrazná parcelace. Nejhůře dopadla odrůda Bohemia (A) a Vanessa (C) – neznatelná parcelace. V ekologickém systému byly nejlépe hodnocenými odrůdami Sultan, Tobak (B) a Zeppelin (A) – dobrá parcelace. Nejhůře hodnocenou pak Vanessa, podobně jako v konvenčním systému.

#### 5.1.9.8 Vlastnosti střídky – pružnost

Graf 19 znázorňuje hodnocení vlastnosti střídky – pružnost. Všechny odrůdy, kromě odrůdy Seladon (B) z ekologického systému pěstování, dosáhly na druhé nejvyšší bodové ohodnocení. Střídka byla popsána jako dobrá, jemná.

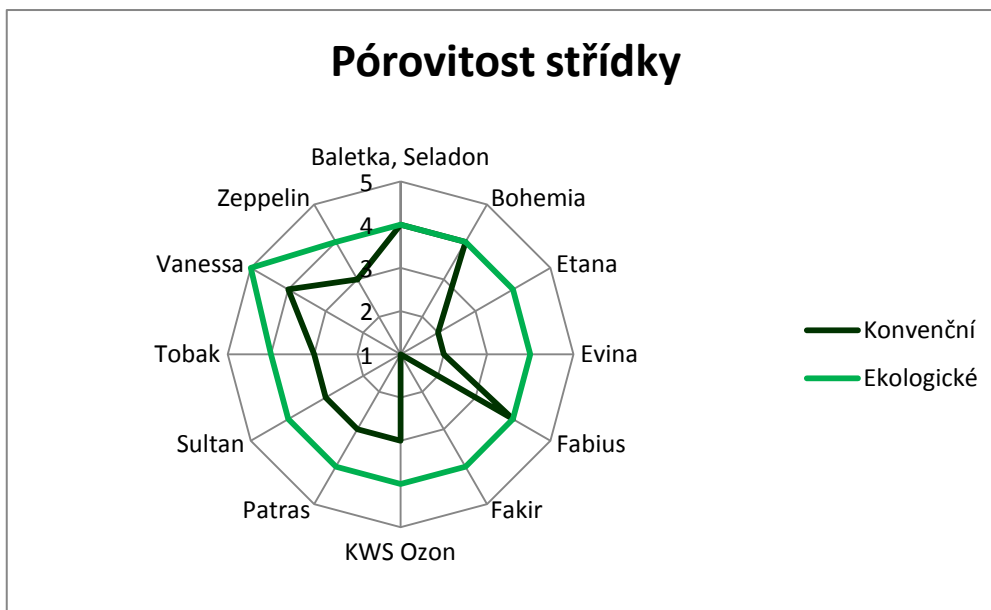
**Graf 19 Pružnost střídky**



Pozn. Baletka – konvenční, Seladon - ekologické

### 5.1.9.9 Vlastnosti střídky – pórovitost

**Graf 20 – Pórovitost střídky**



Pozn. Baletka – konvenční, Seladon – ekologické

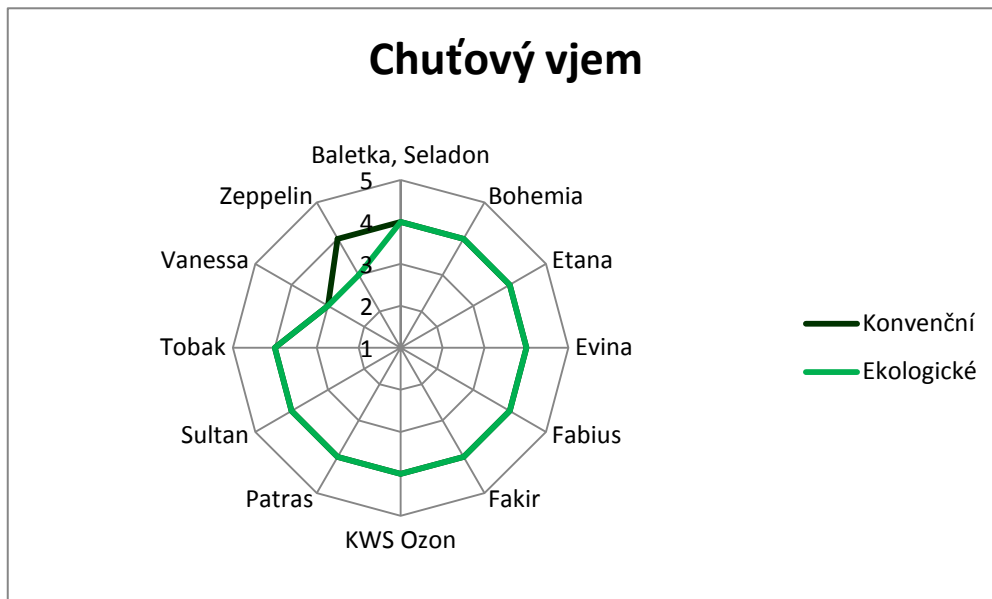
Z Grafu 20 jasně vyplývá, že v hodnocení pórovitosti střídky dosáhly lepších výsledků ekologicky pěstované odrůdy. Vannesa (C) byla hodnocena jako nejlepší ze všech ekologických vzorků. Pórovitost byla popsána jako rovnoměrná s jemnými stěnami a středními póry. U ostatních odrůd byla pórovitost méně rovnoměrná. Mezi konvenčními



vzorky je zřejmá určitá variabilita. Nejlépe byly hodnoceny odrůdy Baletka (B), Bohemia (A), Fabius (E) a Vanessa. Nejhůře byla hodnocena odrůda Fakir (A) – nerovnoměrná pórovitost střídky s hrubými stěnami a hustými póry.

#### 5.1.9.10 Chuťový vjem

**Graf 21 Chuťový vjem**



Pozn. Baletka – konvenční, Seladon – ekologické

Hodnocení chuťového vjemu, které je znázorněno na Grafu 21, ukazuje, že většina odrůd v obou systémech pěstování byla hodnocena druhou nejvyšší známkou. Chuťový vjem byl popsán jako dobrý. Výjimku tvoří ekologicky a konvenčně pěstovaná odrůda Vanessa (C). U této odrůdy byl chuťový vjem popsán jako méně dobrý. Stejně tomu bylo i u ekologicky pěstované odrůdy Zeppelin (A).

## 6 Diskuze

V této diplomové práci byly hodnoceny jakostní parametry zrna pšenice, těsta a pečiva.

Hodnoty získané ze stanovení objemové hmotnosti ( $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ ) ukazují, že lepších výsledků dosahovaly konvenčně pěstované odrůdy, zejména pak elitní odrůda Fabius, u které byla naměřena objemová hmotnost  $84 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ . Objemová hmotnost se u konvenčně pěstovaných vzorků pohybovala v rozmezí  $80 - 82 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ . U ekologicky pěstovaných odrůd nabývala hodnot v rozpětí  $77 - 80 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ . Nejlepších výsledků v rámci ekologického zemědělství dosáhly odrůdy Etana (jakostní skupina A) a KWS Ozon (jakostní skupina C) s výsledkem cca  $82 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ . Všechny hodnocené odrůdy splnily kritérium pro zařazení do kategorie pekárenské pšenice podle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářské“. Objemová hmotnost patří mezi parametry do značné míry ovlivňované počasím. V jarních měsících nastal nedostatek srážek, které byly na některých místech ČR vystřídány přívalovými dešti či kroupami, jež měly za následek poléhání porostu (Jirsa et al., 2015).

Tvrdost zrna řadíme mezi ukazatele mlynářské jakosti. Z výsledků stanovení vyplývá, že mají ekologicky pěstované odrůdy měkčí endospermem, než vzorky pěstované konvenčně. Naměřené hodnoty se v obou systémech u všech odrůd pohybují v rozmezí  $11 - 16 \%$  PSI – velmi tvrdá až tvrdá zrna. Pouze u odrůdy Vanessa (jakostní skupina C) se pohybují okolo  $19 \%$  PSI – středně tvrdé zrno. Vanessa je charakteristická měkkou strukturou endospermu a je řazena mezi odrůdy nevhodné pro pekařské využití. Pšenice s vysokou tvrdostí zrna poskytují kvalitnější, silnější mouky s vyšší vazností vody (Faměra et al., 2010). Výsledky získané ze stanovení čísla poklesu poukazují na nízkou aktivitu  $\alpha$  – amylasy. Naměřené hodnoty se pohybují v rozmezí  $300 - 480 \text{ s}$  a to v obou systémech zemědělství. V konvenčním způsobu zemědělství byly hodnoty o něco vyšší. Optimálních hodnot  $200 - 300 \text{ s}$  dosahuje konvenčně pěstovaná odrůda Baletka a ekologicky pěstované odrůdy Etana, Sultan, Seladon a Vanessa. Sklizeň ozimé pšenice v roce 2014 posuzovali také Příhoda a Jurkaninová. V jejich práci nabývalo číslo poklesu hodnot nad  $300 \text{ s}$ , hodnoty pod  $200 \text{ s}$  byly zaznamenány jen zřídka. Z těchto výsledků lze usuzovat, že nehrozí zvýšená enzymatická aktivita, naopak bude snižena a bude spíše potřeba používat amylázové přídavky, aby nehrozilo snížení objemu pečiva, které je s nízkou aktivitou enzymů spojováno. Jirsa et al., (2015) ve své studii uvádí, že výkyvy počasí, zejména deštivý srpen, mají za následek prorůstání zrna a snížení čísla poklesu, případně i dalších parametrů.

V tomto případě neměly tyto skutečnosti negativní vliv na hodnoty čísla poklesu.

Hodnoty Zelenyho testu jsou u ekologicky pěstovaných odrůd podstatně nižší. Hodnoty naměřeného sedimentu se pohybují v rozmezí 23 – 34 ml. Nejnižší hodnota – 14 ml byla zaznamenána u odrůdy Vanessa. U konvenčně pěstovaných odrůd dosahovaly odrůdy Evina, Fabius, Bohemia, Fakir, Patras a Zeppelin velmi vysokých hodnot sedimentu v rozmezí 40 – 48 ml. Hodnoty pod 30 ml byly zjištěny u odrůdy Vanessa, Tobak a Baletka. Dle Příhody a Jurkaninové (2015) se hodnoty sedimentačního indexu v Čechách průměrně pohybovaly mezi 35 – 45 ml, na Moravě pak mezi 45 – 50 ml. Autoři zároveň uvádějí, že hodnoty byly celkově dosti nízké a zvláště varovné byly hodnoty extrémních minim, jejichž výskyt byl velmi častý. Ukazatelem pekárenské kvality pšeničných bílkovin jsou hodnoty sedimentačního indexu v rozmezí 38 – 42 ml (Belderok et al., 2000). Dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářské“ je limit pro zařazení do skupiny pekárenská pšenice 30 ml. Toto kritérium splnily všechny konvenčně pěstované odrůdy, kromě odrůd Vanessa, Tobak a Baletka. V ekologickém systému pěstování pak pouze odrůdy Fakir a Zeppelin. Dle Eckert et al. (1993) Zelenyho test pozitivně koreluje s obsahem N – látek a objemem pečiva. V případě obsahu N – látek byla prokázána silná a kladná korelace k Zelenyho testu pro oba systémy zemědělství. U objemu pečiva byla zjištěna slabá, kladná závislost.

Obsah N – látek se u ekologicky pěstovaných vzorků pohyboval v rozmezí 7 – 9 %. Ekologicky pěstované odrůdy vykazují o poznání horší výsledky než konvenčně pěstované odrůdy. Nižší obsah N – látek lze u ekologicky pěstovaných odrůd vysvětlit především absencí dusíkatých hnojiv (Krejčířová et al., 2006). Z výsledků je patrné, že ani jedna z ekologicky pěstovaných odrůd nesplnila podmínky pro zařazení do pekárenské pšenice. Minimální požadovaná hodnota obsahu N – látek je 11,5 %. U konvenčně pěstovaných odrůd byl výsledek o poznání lepší, ale ani tady většina odrůd nesplnila kritéria pro zařazení do pekárenské pšenice. Nejlepšího výsledku dosáhla elitní odrůda Evina s obsahem N – látek 12,22 %. Dobré výsledky vykazovaly také odrůdy Bohemia, Etana, Fakir, Patras a Zeppelin. U ostatních odrůd se obsah N – látek pohyboval mezi 9,4 – 10,6 %. Příhoda a Jurkaninová (2015) ve své studii uvádí, že se obsah N – látek nejčastěji pohyboval v rozmezí 12 – 13 % a to jak v Čechách, tak i na Moravě. Jirsa et al. (2015) ve své studii naopak uvádí, že průměrný obsah N – látek v Čechách byl 11,8 % a na Moravě pak 12,4 %. Autoři dále uvádí, že z celé ČR vyhovělo 68 % vzorků a obsah N – látek hodnotí jako nejproblematictější jakostní parametr. Nedostatečné množství obsahu N – látek je nepravděpodobněji způsobeno vysokými výnosy zrna. V ČR bylo v roce 2014 sklizeno 6,6 t/ha (ČSÚ).

Hodnoty obsahu lepku byly stejně jako v případě obsahu N – látek příznivější pro konvenčně pěstované odrůdy a u víc jak poloviny vzorků se pohybovaly nad 30 %. Jedná se zejména o odrůdy jakostní skupiny E a A. Nejlepšího výsledku – 34,5 %, 34,0 % a 33,9 % dosáhly odrůdy Etana, Patras a Zeppelin. Elitní odrůda Evina dosáhla hodnoty 33,7 % a Fabius pouze 30,6 %. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u odrůdy Baletka, KWS Ozon a Vanessa. Vanessa a KWS Ozon jsou řazeni mezi odrůdy s měkkým endospermem a spadají do jakostní kategorie C – pro pekařské účely nevhodné. V rámci ekologického zemědělství nebyly zjištěny hodnoty lepku nad 30 %, ale pohybovaly se v rozmezí 20,4 – 25,3 %. Nejlepšího výsledku – 27,0 % dosáhla odrůda Patras jakostní skupiny A. Nejnižší hodnoty byly opět naměřeny u odrůd Vanessa a KWS Ozon. Dle Příhody a Jurkaninové (2015) se množství lepku nejčastěji pohybovalo mezi 24 – 28 % a to zejména v Čechách, na Moravě pak okolo 33 – 37 %. Obsah lepku v roce 2014 významně koreloval s obsahem N – látek. To se potvrdilo i v této práci. V případě konvenčního zemědělství byla prokázána silná a kladná závislost. U ekologického zemědělství byla prokázána také kladná závislost, ale nedosahovala takové míry. Je nutné podotknout, že lepek v mouce byl v obou systémech zemědělství tak slabý, že musel být prán v ruce, protože na přístroji Glutomatic ho nebylo možné stanovit.

Krejčířová, Capouchová a Petr (2007) ve své studii uvádí, že konvenčně pěstované vzorky dosahují lepších farinografických vlastností. V této diplomové práci byl zaznamenán největší rozdíl u stability těsta a poklesu konzistence a nelze tedy přímo říci, že by konvenční vzorky dosahovaly lepších výsledků. Výsledky z hodnocení vaznosti mouky ukazují, že rozdíl mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami není velký a pohybuje se v průměru okolo 3 %. V rámci konvenčního zemědělství dosáhla nejlepšího výsledku – 65,1 % odrůda Bohemia. Výborné výsledky byly zaznamenány i u odrůdy Fakir a Zeppelin – 63,4 %. Hodnoty vaznosti se nejčastěji pohybovaly v rozmezí 60,0 – 61,8 %. Nejnižší vaznost vykazovala odrůda Baletka – 56,8 % a Vanessa 53,3 %. V rámci ekologického zemědělství se nejčastěji vyskytovaly hodnoty mezi 56,6 – 59,4 %. Nejlepšího výsledku dosáhla odrůda Zeppelin – 60,9 %, Bohemia – 60,6 % a Fakir – 60,3 %. Vanessa byla i v rámci ekologického zemědělství vyhodnocena jako odrůda s nejhorsí vazností – 53,0 %. Vzorky z obou systémů dosahují dobrých výsledků a splňují kritéria pro zařazení do jakostní skupiny E, kromě Vanessy. Vaznost ovlivňuje stabilitu a výtěžnost mouky. Čím vyšší je vaznost, tím vyšší by měl být i objem pečiva (Zimolka et al., 2005). V rámci korelační analýzy, byla zjištěna významná kladná korelace u stability těsta a to u konvenčně pěstovaných vzorků.

U ekologicky pěstovaných vzorků byla zjištěna pouze slabá závislost.

Hanišová a Horčíčka (2002) ve své studii upozorňují na významnou závislost mezi vazností a objemem pečiva. I v této práci byla zkoumána závislost mezi těmito dvěma ukazateli, ale tvrzení autorů se nepotvrdilo. V rámci konvenčního zemědělství byla zjištěna slabá kladná závislost a v rámci ekologického dokonce záporná. Nepotvrdilo se ani tvrzení Zimolky, že s rostoucí vazností roste objem pečiva. U vzorků, které vykazovaly vysokou vaznost, byl zjištěn nižší měrný objem pečiva, než u vzorků s nižší vazností mouky. Výjimku tvoří pouze ekologicky pěstovaná odrůda Zeppelin, která dosáhla nejlepší vaznosti a nejvyššího objemu – 382 ml/ 100 g. V konvenčním způsobu zemědělství dosáhla nejlepšího měrného objemu pečiva – 423 ml/ 100 g odrůda Etana, dále pak Sultan – 410 ml/ 100 g, Evina 405 ml/ 100 g a Zeppelin – 395 ml/ 100 g, tato odrůda vykazovala druhé nejlepší hodnoty vaznosti. V rámci ekologického zemědělství dosáhly nejlepších výsledků odrůdy Sultan – 382 ml/ 100 g, Tobak – 349 ml/ 100 g a Etana – 331 ml/ 100 g. Ze zjištěných hodnot lze říci, že žádná z odrůd nesplnila podmínky pro zařazení ani do jedné z jakostních skupin E – B. Hodnoty ukazují spíše na mouku velmi špatné jakosti, kromě konvenčně pěstovaných odrůd Etana, Sultan a Evina – mouka uspokojivé jakosti.

Doba vývinu těsta se u konvenčně pěstovaných odrůd pohybovala nejčastěji v rozmezí 2 minut a 30 sekund. Nejkratší doba vývinu byla zaznamenána u odrůdy Baletka – 1 minuta 40 s. U ekologicky pěstovaných odrůd byla nejčastěji naměřena doba vývinu 2 minuty. Nejdelsí doba vývinu byla naměřena u odrůdy Patras a Zeppelin – 2 minuty 30 sekund, nejkratší pak u Vanessy – 1 minuta 45 sekund. Získané výsledky odpovídají spíše odrůdám s měkkým endospermem, u kterých se doba vývinu pohybuje v rozmezí 2 – 6 minut (u odrůd s tvrdým endospermem okolo 10 minut).

V rámci hodnocení stability těsta a poklesu konzistence dosahují znatelně lepších výsledků konvenčně pěstované odrůdy. Tyto dva ukazatele charakterizují odolnost těsta vůči mechanickému a mechanicko-chemickému namáhání. U odrůd s tvrdým endospermem bývá pokles mírný a trvá i několik minut (Příhoda, Humpolíková, Novotná, 2003). Nejlepšího výsledku dosáhla konvenčně pěstovaná odrůda KWS Ozon (jakostní kategorie C) se stabilitou těsta 10 minut a poklesem konzistence o 20 FJ. Dobrých výsledků dosáhly i elitní odrůdy Evina - stabilita těsta 6 minut a pokles konzistence o 30 FJ a Fabius – stabilita těsta 4 minuty, pokles konzistence o 20 FJ, dobře se vedly i odrůdy Etana – stabilita těsta 8 minut 30 sekund, pokles konzistence o 40 FJ a Fakir – stabilita těsta 8 minut, pokles konzistence o 40 FJ. Nejhorších výsledky byly naměřeny u odrůd Vanessa – stabilita těsta 2 minuty, pokles

konzistence o 70 FJ, Baletka – stabilita těsta 2 minuty, pokles konzistence o 80 FJ a Tobak – stabilita těsta 2 minuty, pokles konzistence o 100 FJ. U ekologicky pěstovaných vzorků byly nejlepší výsledky zaznamenány u odrůdy Zeppelin – stabilita těsta 8 minut 30 sekund, pokles konzistence o 40 FJ, Fakir – stabilita těsta 4 minuty, pokles konzistence o 40 FJ a Patras – stabilita těsta 6 minut a pokles konzistence o 60 FJ. Nejhorší výsledek byl zjištěn u odrůdy Etana – stabilita těsta 2 minut a 15 sekund, pokles konzistence o 100 FJ.

V rámci hodnocení vzájemných vztahů mezi reologickými parametry, byla u konvenčně pěstovaných odrůd nalezena silná kladná korelační závislost mezi vazností a stabilitou těsta. U ekologicky pěstovaných odrůd byla pak nalezena silně záporná korelační závislost mezi vazností a poklesem konzistence. Mezi vývinem těsta a stabilitou těsta byla u ekologicky pěstovaných odrůd nalezena významná kladná závislost. Záporná, ale významná závislost byla zjištěna u stability těsta a poklesu konzistence, avšak pouze v rámci konvenčního zemědělství.

Z hodnocení vzájemných vztahů mezi reologickými a jakostními ukazateli vyplynuly významné kladné korelace mezi tvrdostí zrna a vazností pro oba systémy. Dále byly nalezeny silné, kladné vztahy mezi Zelenyho testem a vazností, Zelenyho testem a vývinem, Zelenyho testem a poklesem konzistence, kde byly naměřeny silné, ale záporné korelace v konvenčním zemědělství. Mezi číslem poklesu, vazností a dobou vývinu byly také zjištěny významné kladné korelace, ale opět pouze pro konvenčně pěstované vzorky. Ze vzájemných vztahů mezi obsahem N – látek a dobou vývinu vyplynula silná korelační závislost, ze vztahu k době poklesu pak silná, ale záporná závislost pro konvenčně pěstované vzorky. Obsah lepku silně a kladně koreluje s vazností a dobou vývinu taktéž pro konvenčně pěstované vzorky. U ekologických vzorků byla prokázána pouze slabá závislost. Doba vývinu těsta závisí na kvalitě lepku. Stabilita těsta a pokles konzistence jsou parametry, které ukazují na kvalitu lepku a popisují viskoelastické vlastnosti vzniklého komplexu (Hadnadev et al., 2011). Mezi obsahem lepku a těmito parametry nebyly ale nalezeny žádné významné korelace.

Mezi měrným objemem pečiva, jakostními a reologickými parametry nebyly nalezeny významné korelace. Mezi poklesem konzistence a měrným objemem pečiva byla naměřena slabá a záporná korelace, což potvrzuje i studie od Krejčířové, Capouchové a Petra (2007). Měrný objem pečiva je důležitým ukazatelem, protože určuje přijatelnost pro zákazníka, proto řada studií vyhodnocuje korelační závislost právě s tímto parametrem. Podle Tronso et al. (2003) jsou ale výsledky z korelačních analýz mezi objemem pečiva a reologickými ukazateli značně rozdílné. Nelze z nich tedy odvodit ani žádné závěry. Korelační koeficienty mezi

reologickými vlastnostmi a měrným objemem pečiva mohou být ovlivněny celou řadou faktorů, mezi něž patří např. velikost vzorku, obsah N – látek ve vzorku, typ použitého materiálu, ale také obsah vody a škrobu (Stojceska a Butler, 2010; Song a Zeng, 2007).

Ze sensorického hodnocení pečiva vyplývá, že v rámci konvenčně pěstovaných odrůd dosahovala nejlepších výsledků odrůda Sultan (A), která zároveň vykazuje i dobrý objem pečiva, dále pak Patras (A), Fabius (E) a Baletka (B). Tyto odrůdy byly sice ze sensorického hlediska hodnoceny velmi dobře, ale během hodnocení měrného objemu pečiva nedosahovaly tak dobrých výsledků. U ekologicky pěstovaných odrůd byly nejlépe hodnoceny odrůdy Sultan (A), Zeppelin (A), Tobak (B) a Etana (A), které zároveň dosahovaly i výborných výsledků měrného objemu pečiva. Nejhůře hodnocenou odrůdou byla Vanessa (C – pro pekařské účely nevhodná) a to v rámci obou zemědělských systémů.

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo stanovit jakostní charakteristiku zrna, těsta a pečiva u vybraného souboru ozimé pšenice a zároveň vyhodnotit vztahy mezi jakostními ukazateli a fyzikálními a senzorickými vlastnostmi pečiva.

Nejproblematictější ukazatelem jakosti se stal v obou systémech zemědělství obsah N – látek, což bylo způsobeno vysokými výnosy zrna, které potvrdily i nadprůměrné hodnoty objemové hmotnosti. Dle ČSN 46 1100-2 „Pšenice potravinářská“ vyhověla v rámci konvenčního zemědělství pouze polovina vzorků, v ekologickém systému pak žádný. Nedostatečný obsah N – látek u ekologicky pěstovaných odrůd zhoršila ještě absence používání dusíkatých hnojiv. Obsah N – látek podle očekávání významně koreloval i s nižším obsahem lepku. Vysoké letní teploty působily na velmi nízkou aktivitu  $\alpha$  – amylasy (vysoké hodnoty čísla poklesu 300 – 480 s). Bylo by tedy dobré zvážit zařazení amylázových přísad do pekařské receptury, aby nedocházelo k nežádoucímu snížení objemu pečiva. Kvalitativní ukazatele bílkovinného komplexu vykazovaly příznivé hodnoty pro pekařské využití (hodnoty sedimentačního indexu 30 – 45 ml). Farinografická vaznost (56 – 60 %) a vývin těsta (2 min.) ukazovaly na pekařsky silnou mouku. U stability těsta se projevily odrůdové rozdíly. Nižší stabilita a větší pokles konzistence byl u odrůd z ekologického pěstování. Lepších výsledků dosahovaly konvenčně pěstované odrůdy a to i odrůda ze skupiny C KWS Ozon – pekařsky nevhodné. V pekařském pokusu dosahovaly větších objemů pečiva odrůdy z konvenčního pěstování a potvrdily předchozí kvalitativní údaje. Odrůda KWS Ozon měla přes dobré reologické vlastnosti nízký objem pečiva. Odrůda Vanessa vykazovala nejslabší pekařské výsledky včetně malého objemu pečiva. Tyto vlastnosti by mohly být využitelné pro pečivářské výrobky. Senzorické hodnocení pečiva neprokázalo velký rozdíl mezi konvenčně a ekologicky pěstovanými odrůdami, bylo spíše vyrovnané. Nejlepšího výsledku dosáhla odrůda Sultan (A).

V rámci korelační analýzy byla zjištěna významná, záporná závislost mezi tvrdostí zrna a vazností a významná, kladná závislost mezi obsahem N-látek a sedimentačním testem dle Zelenyho. Výsledky této diplomové práce ukazují, že stav bílkovino-škrobového komplexu může ovlivnit kvalitu zpracovaného těsta a pekařských výrobků.



## 8 Seznam použité literatury

Akbar, A. M., Faqir M. A., Saeed, A. 2011. Micronutrient fortification of beat flour: Recent development and strategie. Food Research International. 441. p. 652 - 659.

Belton, P. S. 1999. On the elasticity of wheat gluten. Journal of Cereal Science. 29. p.103 - 107.

Branlard, G., Rousset, M., Loisel, W., Autran, J. C. 1991. Comparison of 46 technological parameters used in breeding for bread wheat quality evaluation. J. Genet. and Breed. 45. p. 263 - 280.

Burešová, I., Palík, S. 2009. Počasí jako faktor pekárenské kvality pšeničného zrna. Obilnářské listy. 1/2009. [online]. [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: <http://www.vukrom.cz/obilnarske-listy/pdf-ol/obil-listy-1-09.pdf>.

Bushuk, W., Rasper, V. 1994. Wheat: production, properties and quality. Suffolk: Blackie Academical and Professional. p. 239. ISBN 0-7514-0181-1.

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. p. 345-369.

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

Cauvain, P. S. 2003. Bread making. Cambridge: Woodhead Publishing. p. 589. ISBN 1-85573-553-9.

Delcour, J. A., Lamberts, L., Putseys, J. A. 2010. Amylose – inclusion complexes: Formation, identity and physico – chemical properties. Journal of Cereal Science. 51. p. 238 - 247.

Dendy, D., Dobraszczyk, B. 2000. Cereals and cereal products: chemistry and technology. Maryland: Aspen publication. p. 429. ISBN 0-8342-1767-8.

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. p. 56-63.

Dvořáčková, O., Horáková, V., Mezlík, T. 2012. Obilniny a luskoviny. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. 203 s. ISBN 978-80-7401-059-0.

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. 196. p. 122–125.

Edwards, P. W. 2007. The science of bakery products. Cambridge: Royal society of chemistry. p. 259. ISBN 978-0-85404-486-3.

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

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

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

Gerits, L. R., Pareyt, B., Masure, H. G., Delcour, J. A. 2015. Native and enzymatically modified wheat (*Triticum aestivum* L.) endogenous lipids in bread making: a focus on gas cell stabilization mechanisms. Food Chem. 172. p. 613 - 621.

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. p. 12–30.

- 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. p. 305-311.
- 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.
- Herbert, W. 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*. 24. p. 115 –119.
- Hizukuri, S., Takeda, Y., Yasuda, M. 1981. Multi branched-nature of amylose a the action of debranching enzymes. *Carbohydrate Research*. 94. p. 205–213.
- Hidalgo, A., Fongaro, L., Braolini, A. 2014. Wheat flour granulometry determines colour perception. *Food Research International*. 64. p. 363–370.
- Horáková, V. Doporučené odrůdy ozimé pšenice 2011. [online]. [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <<http://www.agroweb.cz/Doporuocene-odrudy-ozime-psenice-2011s1603x56883.html>>
- Hrušková, M., Příhoda, J. 2007. *Hodnocení kvality*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů. 187 s. ISBN 978-80-239-9475-9.
- Hrušková, M. 2003. Mlynářská jakost potravinářské pšenice a postup laboratorního stanovení. *Sborník přednášek z konference Qualima*. 13 – 16 s.
- Hrušková, M., Jirsa, O., Švec, I. 2006. *Jakost komerční pšeničné mouky hladké světlé*. Praha: Mlynářské noviny. 17. 16 s. ISSN 1214-6374.
- Hrušková, M., Karas, J., Švec, I. 2011. Evaluation of solvent retention capacity of intermediate a final milling products. *Obilnářské listy*. XIX. 64.
- Hrušková, M. 2003. Mlynářská jakost potravinářské pšenice a postup laboratorního stanovení. *Sborník přednášek z konference Qualima 2003*, 13-16 s.

Hui, Y., Corke, H. 2006. Bakery products. Iowa: Blackwell publishing. p. 575. ISBN 0-8138-0187-7.

Hurkman, W. J., Tanaka, Ch. K. 2007. Extraction of wheat endosperm proteins for proteome analysis. *Journal of Chromatography*. 849. p. 344–350.

Christian, W. E., Vaclavik, E. W. 2008. *Essential of food science*. Dallas: Springer. ISBN 978-0-387-69939-4.

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

Izydorczyk, M. S., Rattan, O. 1995. Effect of arabinoxylans on bread-making quality of wheat flours. *Food Chemistry*. 53. p. 165 – 171.

Jirsa, O., Poliřenská, I., Palík, S., Sedláčková, I. 2015. Kvalita potravinářské pšenice a žita ze sklizně 2014. *Mlynářské noviny*. Ročník XXVI. 1(152). 8 - 11 s.

Jurkaninová, L., Příhoda, J. 2015. Uživatelské charakteristiky pšenice za sklizně 2015. *Mlynářské noviny*. Ročník XXVI. 1(152). 4 - 7 s.

Kadar, R., Moldovan, V. 2003. Achievement by Breeding of Winter Wheat Varieties with Improved Bread-making Duality. *Cereal Research Communications*. 31 (1-2). p. 89 - 95.

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. p. 335–340.

Kent, N. L., Evers, A. D. 1994. *Technology of cereals*. 4. vyd. BPC Wheatons. p. ISBN 0 08 040833 8.

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. p. 29–44.

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 s. ISBN 978-80-7394-039-3.

Kopáčová, O. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. [cit. 2015-11-26]. Dostupný z:

<[http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kopov\\_Cerelie%20web.pdf](http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kopov_Cerelie%20web.pdf)>

Krejčířová, L., Capouchová, I., Petr J. 2007. Skladba bílkovin a kvalita ozimé pšenice z ekologického a konvenčního způsobu pěstování. Sborník z konference „Ekologické zemědělství“.

Krejčířová, L., Capouchová, I., Petr, J., Bicanová, E., Kvapil, R. 2006. Protein composition and winter wheat quality from organic and conventional farming. Agriculture. Sci. J. of Lithuanian Institute of Agriculture and Lithuanian University of Agriculture, 93(4) 285-296 s.

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

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

Martinek, V., Filip, P. 2012. Skladování a příprava surovin. Mlynářská technologie svazek 2. Svaz průmyslových mlýnů České republiky. Mlynářské noviny 2012. ISBN: 978-80-239-9475-9. 210 s.

Matz, A. S. 1991. The chemistry and technology of cereals as food and feed. New York: Springer. p. 751. ISBN 0-442-30830-2.

Mikulíková, D., Horváthová, V. 2008. Obsah a zloženie škrobu v zrne pšenice, raže a triticales. Chemické listy. 102. 822 – 828 s.

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

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

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

Pavliš, M., Plisková, M., Pliska, V. 1980. Průmyslová výroba krmiv a mlynářství. Praha: SNTL. 135 s.

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.

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

Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. 2004. Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. Praha: VŠCHT. ISBN-80-7080-530-7.

Příhoda, J., Humpolíková, P., Novotná, D. 2003. Základy pekárenské technologie. Odborné nakladatelství a vydavatelství Pekař a cukrář s.r.o. Praha. ISBN-80-902922-1-6.

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.

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

Shewry, P. R., Mitchell, A. C. R., Tosi, P., Wan, Y., Underwood, C., Lovegrove, A., Freeman, J., Toole, G. A., Mills, E. N. C., Ward, J. L. 2012. An integrated study of grain development of wheat (cv. Hereward). Journal of Cereal Science. 56. p. 21- 30.

Schaffarczyk, M., Østdal, H., Matheis, O., Koehler, P. 2016. Relationships between lipase-treated wheat lipid classes and their functional effects in wheat breadmaking *Journal of Cereal Science*. 68. p. 100 – 107

Soldi, S. 2006. The Wheat Alternative. *World grain*. 10. p. 60 – 63.

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

Šarapatka, B., Urban, J. a kol. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců ve spolupráci s MŽP ČR. Šumperk. 502 s. ISBN 978-80-903583-0-0.*

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.*

Urban, J., Šarapatka, B. a kol. 2003. *Ekologické zemědělství. MŽP ČR pro PRO-BIO. Svaz ekologických zemědělců. Praha. 280 s. ISBN 80-7212-274-6.*

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2014. *Seznam doporučených odrůd 2014 – pšenice ozimá.* [online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné-z: [http://www.eagri.cz/public/web/file/307099/listovkaPO2014\\_opr.pdf](http://www.eagri.cz/public/web/file/307099/listovkaPO2014_opr.pdf)

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

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

Zimolka, J. 2005. *Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Profi Press. 180 s. ISBN 80-86726-09-6.

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

AACC 55-30 Stanovení tvrdosti metodou PSI.

ČSN ISO 3093 Číslo poklesu.

ČSN 560512 Granulace.

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

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

ČSN 7971-2 Objemová hmotnost

ČSN 461011-18 Obsah N-látek.

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 5529 Pšenice – Stanovení sedimentačního indexu – Zelenyho test.

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

ČSN ISO 5531 Stanovení lepku.

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.



## 9 Přílohy

Tab. 16 Senzorické hodnocení pečiva

Znak	5	4	3	2	1
<b>Technické vlastnosti těsta</b>	Velmi pružné, nelepivé	Pružné, nelepivé	Méně pružné	Málo pružné, poněkud lepidivé	Nepružné, lepidivé
<b>Tvar výrobku</b>	Dobře klenutý	Středně klenutý	Méně klenutý	Kulatý	Velmi nízký, nepravidelný
<b>Barva kůrky</b>	Normální, typicky pečivová	Tmavší lesklá	Světlejší, lesklá	Tmavá matná	Velmi světlá, matná
<b>Parcelace</b>	Velmi dobrá	Dobrá	Méně výrazná	Málo výrazná	Neznatelná
<b>Vlastnosti střídky – pružnost</b>	Velmi dobrá, jemná	Dobrá jemná	Dostatečná	Nízká, drolivá	Nepružná, lepidivá
<b>Pórovitost střídky</b>	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
<b>Celkový chuťový vjem</b>	Velmi dobrý, typicky pečivový	Dobrá	Méně dobrý	Mdlý	Cizí příchut', cizí pach

**Tab. 17 Výsledky senzorického hodnocení pečiva, konvenční vzorky – Stupice 2014**

Odrůda	Jakost	Technologické vlastnosti těsta	Tvar pečiva	Barva pečiva	Parcelace	Pružnost střídky	Pórovitost střídky	Chuťový vjem	Výška pečiva (cm)	Šířka pečiva (cm)	Poměr výška/šířka
Evina	E	4	5	4	2	4	2	4	5,7	9,2	0,62
Fabius	E	4	4	5	3	4	4	4	5,4	8,9	0,61
Bohemia	A	4	4	4	1	4	4	4	5,5	9,0	0,61
Etana	A	4	5	4	2	4	2	4	5,6	9,2	0,61
Fakir	A	4	4	4	2	4	1	4	5,5	8,5	0,67
Patras	A	4	5	5	4	4	3	4	5,6	9,3	0,60
Sultan	A	4	5	5	5	4	3	4	6,0	9,0	0,67
Zeppelin	A	4	4	5	2	4	3	4	5,3	9,1	0,58
Baletka	B	3	4	5	4	4	4	4	5,6	9,0	0,62
Tobak	B	2	3	5	2	4	3	4	4,9	8,9	0,55
KWS Ozon	C	4	3	5	2	4	3	4	5,0	8,6	0,58
Vanessa	C	3	3	1	1	4	4	3	5,1	9,0	0,57

**Tab. 18 Výsledky senzorického hodnocení pečiva, ekologické vzorky – Uhříněves 2014**

Odrůda	Jakost	Technologické vlastnosti těsta	Tvar pečiva	Barva pečiva	Parcelace	Pružnost střídky	Pórovitost střídky	Chuťový vjem	Výška pečiva (cm)	Šířka pečiva (cm)	Poměr výška/šířka
Evina	E	3	5	1	3	4	4	4	5,7	8,5	0,67
Fabius	E	3	4	1	3	4	4	4	5,2	8,5	0,61
Bohemia	A	3	3	5	2	4	4	4	4,9	8,7	0,56
Etana	A	3	5	5	2	4	4	4	5,7	8,5	0,64
Fakir	A	3	4	1	2	4	4	4	5,0	8,4	0,60
Patras	A	3	4	5	2	4	4	4	5,3	8,6	0,62
Sultan	A	4	5	5	4	4	4	4	6,0	8,8	0,68
Zeppelin	A	4	5	5	4	4	4	3	6,0	8,8	0,68
Tobak	B	3	5	5	4	4	4	4	5,9	8,6	0,69
Seladon	B	3	3	5	2	3	4	4	4,8	8,4	0,57
KWS Ozon	C	4	3	5	2	4	4	4	4,9	8,5	0,58
Vanessa	C	4	4	1	1	4	5	3	5,3	8,7	0,61

Tab. 19 Objemová hmotnost, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhříněves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		0,125393	0,000255	0,009828	0,002845	0,003691	0,997837	0,999907	1,000000	0,125393	0,014102	0,372691
	Etana	0,125393		0,372691	0,995229	0,930800	0,953920	0,602287	0,426596	0,151492	0,000146	0,998595	0,999977
	Evina	0,000255	0,372691		0,943168	0,996746	0,993221	0,002514	0,001210	0,000298	0,000128	0,901056	0,125393
	Fabius	0,009828	0,995229	0,943168		0,999998	1,000000	0,103140	0,055410	0,012508	0,000129	1,000000	0,883605
	Fakir	0,002845	0,930800	0,996746	0,999998		1,000000	0,035667	0,017877	0,003691	0,000128	0,999977	0,632057
	KWS Ozon	0,003691	0,953920	0,993221	1,000000	1,000000		0,044551	0,022584	0,004715	0,000128	0,999996	0,690445
	Patras	0,997837	0,602287	0,002514	0,103140	0,035667	0,044551		1,000000	0,999126	0,012508	0,137914	0,916779
	Sultan	0,999907	0,426596	0,001210	0,055410	0,017877	0,022584	1,000000		0,999977	0,025352	0,076084	0,797584
	Tobak	1,000000	0,151492	0,000298	0,012508	0,003691	0,004715	0,999126	0,999977		0,103140	0,017877	0,426596
	Vanessa	0,125393	0,000146	0,000128	0,000129	0,000128	0,000128	0,012508	0,025352	0,103140		0,000129	0,000255
	Zeppelin	0,014102	0,998595	0,901056	1,000000	0,999977	0,999996	0,137914	0,076084	0,017877	0,000129		0,930800
	Baletka	0,372691	0,999977	0,125393	0,883605	0,632057	0,690445	0,916779	0,797584	0,426596	0,000255	0,930800	
		Konvenční											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Baletka
Konvenční	Bohemia		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000226	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Etana	0,000173		0,938962	0,938962	0,620171	0,010749	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,999720	0,032597
	Evina	0,000173	0,938962		0,275633	0,098535	0,098535	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,620171	0,275633
	Fabius	0,000173	0,938962	0,275633		0,999720	0,001386	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,999720	0,003698
	Fakir	0,000173	0,620171	0,098535	0,999720		0,000606	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,938962	0,001386
	KWS Ozon	0,000173	0,010749	0,098535	0,001386	0,000606		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,003698	0,999720
	Patras	0,000226	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000175	0,000606	0,000173	0,000173	0,000173
	Sultan	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000175		0,098535	0,000173	0,000173	0,000173
	Tobak	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000606	0,098535		0,000173	0,000173	0,000173
	Vanessa	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173
	Zeppelin	0,000173	0,999720	0,620171	0,999720	0,938962	0,003698	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,010749
	Baletka	0,000173	0,032597	0,275633	0,003698	0,001386	0,999720	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,010749	

		Ekologické											
		Seladon	Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin
Ekologické	Seladon		0,042167	0,077521	0,000173	0,000221	0,000174	0,000236	0,504246	0,042167	0,999955	0,140254	0,000321
	Bohemia	0,042167		0,000321	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,001305	0,000257	0,016837	0,999340	0,000174
	Etana	0,077521	0,000321		0,000176	0,012420	0,000660	0,016837	0,951775	0,999999	0,186566	0,000660	0,042167
	Evina	0,000173	0,000173	0,000176		0,005115	0,140254	0,003826	0,000174	0,000178	0,000173	0,000173	0,001683
	Fabius	0,000221	0,000173	0,012420	0,005115		0,611493	1,000000	0,001683	0,022842	0,000284	0,000174	0,999340
	Fakir	0,000174	0,000173	0,000660	0,140254	0,611493		0,504246	0,000236	0,001025	0,000176	0,000173	0,245342
	KWS Ozon	0,000236	0,000173	0,016837	0,003826	1,000000	0,504246		0,002195	0,031042	0,000321	0,000174	0,999955
	Patras	0,504246	0,001305	0,951775	0,000174	0,001683	0,000236	0,002195		0,817235	0,817235	0,003826	0,005115
	Sultan	0,042167	0,000257	0,999999	0,000178	0,022842	0,001025	0,031042	0,817235		0,104581	0,000442	0,077521
	Tobak	0,999955	0,016837	0,186566	0,000173	0,000284	0,000176	0,000321	0,817235	0,104581		0,057237	0,000541
	Vanessa	0,140254	0,999340	0,000660	0,000173	0,000174	0,000173	0,000174	0,003826	0,000442	0,057237		0,000174
	Zeppelin	0,000321	0,000174	0,042167	0,001683	0,999340	0,245342	0,999955	0,005115	0,077521	0,000541	0,000174	

Tab. 20 Tvrdost zrna, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhřetěves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		1,000000	0,841534	0,017584	1,000000	0,017584	0,001534	0,999404	0,949016	0,000128	0,999973	0,000130
	Etana	1,000000		0,620677	0,045254	1,000000	0,006474	0,004309	0,999999	0,803494	0,000128	0,997292	0,000134
	Evina	0,841534	0,620677		0,000234	0,761680	0,571201	0,000133	0,339077	1,000000	0,000128	0,991011	0,000128
	Fabius	0,017584	0,045254	0,000234		0,025862	0,000128	0,998676	0,126380	0,000405	0,000128	0,003503	0,172062
	Fakir	1,000000	1,000000	0,761680	0,025862		0,011846	0,002304	0,999912	0,904541	0,000128	0,999757	0,000131
	KWS Ozon	0,017584	0,006474	0,571201	0,000128	0,011846		0,000128	0,001876	0,381449	0,000128	0,076972	0,000128
	Patras	0,001534	0,004309	0,000133	0,998676	0,002304	0,000128		0,014447	0,000142	0,000128	0,000346	0,669473
	Sultan	0,999404	0,999999	0,339077	0,126380	0,999912	0,001876	0,014447		0,521851	0,000128	0,949016	0,000158
	Tobak	0,949016	0,803494	1,000000	0,000405	0,904541	0,381449	0,000142	0,521851		0,000128	0,999404	0,000128
	Vanessa	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128		0,000128	0,000128
	Zeppelin	0,999973	0,997292	0,991011	0,003503	0,999757	0,076972	0,000346	0,949016	0,999404	0,000128		0,000128

	<b>Baletka</b>	0,000130	0,000134	0,000128	0,172062	0,000131	0,000128	0,669473	0,000158	0,000128	0,000128	0,000128	
		<b>Konvenční</b>											
		<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>	<b>Baletka</b>
	<b>Bohemia</b>		0,999969	0,779514	0,549795	0,998652	0,042518	0,082252	0,999998	0,191289	0,000173	0,986569	0,004810
	<b>Etana</b>	0,999969		0,969629	0,282599	0,941304	0,102121	0,034071	1,000000	0,403432	0,000173	0,845263	0,002138
	<b>Evina</b>	0,779514	0,969629		0,042518	0,339265	0,549795	0,004810	0,941304	0,969629	0,000173	0,233304	0,000480
	<b>Fabius</b>	0,549795	0,282599	0,042518		0,941304	0,001463	0,941304	0,339265	0,005944	0,000173	0,986569	0,155909
	<b>Fakir</b>	0,998652	0,941304	0,339265	0,941304		0,011307	0,282599	0,969629	0,053039	0,000173	1,000000	0,017545
<b>Konvenční</b>	<b>KWS Ozon</b>	0,042518	0,102121	0,549795	0,001463	0,011307		0,000331	0,082252	0,995143	0,000173	0,007350	0,000181
	<b>Patras</b>	0,082252	0,034071	0,004810	0,941304	0,282599	0,000331		0,042518	0,000870	0,000173	0,403432	0,779514
	<b>Sultan</b>	0,999998	1,000000	0,941304	0,339265	0,969629	0,082252	0,042518		0,339265	0,000173	0,899817	0,002606
	<b>Tobak</b>	0,191289	0,403432	0,969629	0,005944	0,053039	0,995143	0,000870	0,339265		0,000173	0,034071	0,000220
	<b>Vanessa</b>	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000174
	<b>Zeppelin</b>	0,986569	0,845263	0,233304	0,986569	1,000000	0,007350	0,403432	0,899817	0,034071	0,000173		0,027299
	<b>Baletka</b>	0,004810	0,002138	0,000480	0,155909	0,017545	0,000181	0,779514	0,002606	0,000220	0,000174	0,027299	
		<b>Ekologické</b>											
		<b>Seladon</b>	<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>
	<b>Seladon</b>		0,000237	0,000731	0,000177	0,384908	0,000194	0,000174	0,550459	0,001977	0,000302	0,000174	0,000174
	<b>Bohemia</b>	0,000237		0,931033	0,878294	0,003107	0,999887	0,077526	0,001977	0,550459	0,999993	0,000173	0,384908
	<b>Etana</b>	0,000731	0,931033		0,203062	0,028280	0,639855	0,008089	0,017062	0,999123	0,995898	0,000173	0,046908
	<b>Evina</b>	0,000177	0,878294	0,203062		0,000442	0,995898	0,639855	0,000336	0,060354	0,639855	0,000173	0,995898
	<b>Fabius</b>	0,384908	0,003107	0,028280	0,000442		0,001291	0,000183	1,000000	0,099318	0,006340	0,000173	0,000237
	<b>Fakir</b>	0,000194	0,999887	0,639855	0,995898	0,001291		0,203062	0,000874	0,254025	0,986622	0,000173	0,728022
<b>Ekologické</b>	<b>KWS Ozon</b>	0,000174	0,077526	0,008089	0,639855	0,000183	0,203062		0,000179	0,002474	0,036425	0,000173	0,986622
	<b>Patras</b>	0,550459	0,001977	0,017062	0,000336	1,000000	0,000874	0,000179		0,060354	0,003922	0,000173	0,000208
	<b>Sultan</b>	0,001977	0,550459	0,999123	0,060354	0,099318	0,254025	0,002474	0,060354		0,809319	0,000173	0,013263
	<b>Tobak</b>	0,000302	0,999993	0,995898	0,639855	0,006340	0,986622	0,036425	0,003922	0,809319		0,000173	0,203062
	<b>Vanessa</b>	0,000174	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173
	<b>Zeppelin</b>	0,000174	0,384908	0,046908	0,995898	0,000237	0,728022	0,986622	0,000208	0,013263	0,203062	0,000173	

Tab. 21 Zeleného test, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhřetěves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		0,978470	0,925086	1,000000	0,140114	0,989545	1,000000	0,996392	0,044829	0,000129	0,033814	0,008554
	Etana	0,978470		0,230292	0,925260	0,006284	1,000000	0,991210	1,000000	0,509503	0,000166	0,001163	0,176624
	Evina	0,925086	0,230292		0,978399	0,925260	0,282262	0,874784	0,355120	0,000813	0,000128	0,600734	0,000215
	Fabius	1,000000	0,925260	0,978399		0,230292	0,954870	1,000000	0,978399	0,023863	0,000128	0,062389	0,004315
	Fakir	0,140114	0,006284	0,925260	0,230292		0,008541	0,104356	0,012370	0,000132	0,000128	0,999963	0,000129
	KWS Ozon	0,989545	1,000000	0,282262	0,954870	0,008541		0,996374	1,000000	0,437330	0,000154	0,001575	0,140279
	Patras	1,000000	0,991210	0,874784	1,000000	0,104356	0,996374		0,999034	0,062389	0,000129	0,023863	0,012370
	Sultan	0,996392	1,000000	0,355120	0,978399	0,012370	1,000000	0,999034		0,355120	0,000144	0,002296	0,104356
	Tobak	0,044829	0,509503	0,000813	0,023863	0,000132	0,437330	0,062389	0,355120		0,031796	0,000129	0,999946
	Vanessa	0,000129	0,000166	0,000128	0,000128	0,000128	0,000154	0,000129	0,000144	0,031796		0,000128	0,140279
	Zeppelin	0,033814	0,001163	0,600734	0,062389	0,999963	0,001575	0,023863	0,002296	0,000129	0,000128		0,000128
	Baletka	0,008554	0,176624	0,000215	0,004315	0,000129	0,140279	0,012370	0,104356	0,999946	0,140279	0,000128	
		Konvenční											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Baletka
Konvenční	Bohemia		0,000173	0,027458	1,000000	0,000206	0,000173	0,126291	0,000173	0,000173	0,000173	0,000174	0,000173
	Etana	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,979051	0,000180	0,589764	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Evina	0,027458	0,000173		0,027458	0,027458	0,000173	0,000331	0,000173	0,000173	0,000173	0,000398	0,000173
	Fabius	1,000000	0,000173	0,027458		0,000206	0,000173	0,126291	0,000173	0,000173	0,000173	0,000174	0,000173
	Fakir	0,000206	0,000173	0,027458	0,000206		0,000173	0,000174	0,000173	0,000173	0,000173	0,174373	0,000173
	KWS Ozon	0,000173	0,979051	0,000173	0,000173	0,000173		0,000174	0,995311	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Patras	0,126291	0,000180	0,000331	0,126291	0,000174	0,000174		0,000174	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Sultan	0,000173	0,589764	0,000173	0,000173	0,000173	0,995311	0,000174		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Tobak	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000331	0,000173	0,995311
	Vanessa	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000331		0,000173	0,000206
	Zeppelin	0,000174	0,000173	0,000398	0,000174	0,174373	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173
	Baletka	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,995311	0,000206	0,000173	

		Ekologické											
		Seladon	Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin
Ekologické	Seladon		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Bohemia	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Etana	0,000173	0,000173		0,000173	1,000000	0,000173	0,000173	1,000000	0,000173	1,000000	0,000173	0,000173
	Evina	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Fabius	0,000173	0,000173	1,000000	0,000173		0,000173	0,000173	1,000000	0,000173	1,000000	0,000173	0,000173
	Fakir	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	KWS Ozon	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Patras	0,000173	0,000173	1,000000	0,000173	1,000000	0,000173	0,000173		0,000173	1,000000	0,000173	0,000173
	Sultan	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173
	Tobak	0,000173	0,000173	1,000000	0,000173	1,000000	0,000173	0,000173	1,000000	0,000173		0,000173	0,000173
	Vanessa	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173
	Zeppelin	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	

Tab. 22 Číslo poklesu, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhřetěves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		0,083516	0,999978	0,992401	1,000000	0,999176	0,980191	0,320524	0,999974	0,227331	0,981385	0,004783
	Etana	0,083516		0,273710	0,005057	0,152135	0,009862	0,003409	0,999906	0,019440	0,999997	0,003505	0,991179
	Evina	0,999978	0,273710		0,858449	1,000000	0,944994	0,785619	0,686975	0,986539	0,559166	0,791301	0,022792
	Fabius	0,992401	0,005057	0,858449		0,958948	1,000000	1,000000	0,030383	0,999995	0,018430	1,000000	0,000293
	Fakir	1,000000	0,152135	1,000000	0,958948		0,990510	0,921747	0,485237	0,998977	0,365818	0,924952	0,010137
	KWS Ozon	0,999176	0,009862	0,944994	1,000000	0,990510		1,000000	0,055643	1,000000	0,034554	1,000000	0,000489
	Patras	0,980191	0,003409	0,785619	1,000000	0,921747	1,000000		0,021053	0,999940	0,012622	1,000000	0,000231
	Sultan	0,320524	0,999906	0,686975	0,030383	0,485237	0,055643	0,021053		0,100356	1,000000	0,021618	0,802456
	Tobak	0,999974	0,019440	0,986539	0,999995	0,998977	1,000000	0,999940	0,100356		0,064382	0,999949	0,000942
	Vanessa	0,227331	0,999997	0,559166	0,018430	0,365818	0,034554	0,012622	1,000000	0,064382		0,012970	0,892907
	Zeppelin	0,981385	0,003505	0,791301	1,000000	0,924952	1,000000	1,000000	0,021618	0,999949	0,012970		0,000235



	<b>Baletka</b>	0,004783	0,991179	0,022792	0,000293	0,010137	0,000489	0,000231	0,802456	0,000942	0,892907	0,000235	
		<b>Konvenční</b>											
		<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>	<b>Baletka</b>
	<b>Bohemia</b>		0,198223	0,124470	0,997259	1,000000	0,236824	0,928348	0,014885	0,345444	0,001295	0,996383	0,000177
	<b>Etana</b>	0,198223		1,000000	0,604531	0,293426	1,000000	0,021054	0,849838	0,999999	0,130541	0,622215	0,000665
	<b>Evina</b>	0,124470	1,000000		0,434535	0,189443	0,999997	0,012822	0,951927	0,999638	0,207343	0,450500	0,000949
	<b>Fabius</b>	0,997259	0,604531	0,434535		0,999902	0,675077	0,483279	0,062948	0,821827	0,004666	1,000000	0,000189
	<b>Fakir</b>	1,000000	0,293426	0,189443	0,999902		0,345444	0,821827	0,023253	0,483279	0,001888	0,999845	0,000179
<b>Konvenční</b>	<b>KWS Ozon</b>	0,236824	1,000000	0,999997	0,675077	0,345444		0,025685	0,791772	1,000000	0,107800	0,692492	0,000582
	<b>Patras</b>	0,928348	0,021054	0,012822	0,483279	0,821827	0,025685		0,001734	0,040251	0,000301	0,466754	0,000174
	<b>Sultan</b>	0,014885	0,849838	0,951927	0,062948	0,023253	0,791772	0,001734		0,639893	0,849838	0,066136	0,006204
	<b>Tobak</b>	0,345444	0,999999	0,999638	0,821827	0,483279	1,000000	0,040251	0,639893		0,069481	0,836098	0,000437
	<b>Vanessa</b>	0,001295	0,130541	0,207343	0,004666	0,001888	0,107800	0,000301	0,849838	0,069481		0,004889	0,084560
	<b>Zeppelin</b>	0,996383	0,622215	0,450500	1,000000	0,999845	0,692492	0,466754	0,066136	0,836098	0,004889		0,000190
	<b>Baletka</b>	0,000177	0,000665	0,000949	0,000189	0,000179	0,000582	0,000174	0,006204	0,000437	0,084560	0,000190	
		<b>Ekologické</b>											
		<b>Seladon</b>	<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>
	<b>Seladon</b>		0,000179	0,000176	0,000173	0,000173	0,000257	0,000173	0,000173	0,999899	0,000173	0,074726	0,000173
	<b>Bohemia</b>	0,000179		0,000173	0,020724	0,000173	0,868133	0,000173	0,000821	0,000189	0,000173	0,002054	0,000173
	<b>Etana</b>	0,000176	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000174	0,000173	0,000173	0,000173
	<b>Evina</b>	0,000173	0,020724	0,000173		0,000316	0,001816	0,000174	0,540390	0,000173	0,000238	0,000175	0,000192
	<b>Fabius</b>	0,000173	0,000173	0,000173	0,000316		0,000173	0,085998	0,004484	0,000173	0,999977	0,000173	0,968997
<b>Ekologické</b>	<b>Fakir</b>	0,000257	0,868133	0,000173	0,001816	0,000173		0,000173	0,000230	0,000394	0,000173	0,023894	0,000173
	<b>KWS Ozon</b>	0,000173	0,000173	0,000173	0,000174	0,085998	0,000173		0,000189	0,000173	0,194167	0,000173	0,491202
	<b>Patras</b>	0,000173	0,000821	0,000173	0,540390	0,004484	0,000230	0,000189		0,000173	0,002054	0,000173	0,000821
	<b>Sultan</b>	0,999899	0,000189	0,000174	0,000173	0,000173	0,000394	0,000173	0,000173		0,000173	0,194167	0,000173
	<b>Tobak</b>	0,000173	0,000173	0,000173	0,000238	0,999977	0,000173	0,194167	0,002054	0,000173		0,000173	0,999648
	<b>Vanessa</b>	0,074726	0,002054	0,000173	0,000175	0,000173	0,023894	0,000173	0,000173	0,194167	0,000173		0,000173
	<b>Zeppelin</b>	0,000173	0,000173	0,000173	0,000192	0,968997	0,000173	0,491202	0,000821	0,000173	0,999648	0,000173	

Tab. 23 Obsah N – látek, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhřetěves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		0,999304	0,999304	0,013525	0,999993	0,003637	0,513133	0,641471	0,000439	0,000250	0,999926	0,000128
	Etana	0,999304		0,863221	0,105045	1,000000	0,033377	0,949168	0,982094	0,004041	0,001795	1,000000	0,000129
	Evina	0,999304	0,863221		0,001383	0,961708	0,000403	0,119228	0,178221	0,000148	0,000135	0,928348	0,000128
	Fabius	0,013525	0,105045	0,001383		0,051303	0,999997	0,835947	0,727976	0,974734	0,902578	0,070785	0,026109
	Fakir	0,999993	1,000000	0,961708	0,051303		0,014993	0,835947	0,916096	0,001703	0,000790	1,000000	0,000129
	KWS Ozon	0,003637	0,033377	0,000403	0,999997	0,014993		0,538671	0,414475	0,999552	0,992900	0,021387	0,084585
	Patras	0,513133	0,949168	0,119228	0,835947	0,835947	0,538671		1,000000	0,140552	0,074036	0,895341	0,000295
	Sultan	0,641471	0,982094	0,178221	0,727976	0,916096	0,414475	1,000000		0,092317	0,046690	0,953630	0,000217
	Tobak	0,000439	0,004041	0,000148	0,974734	0,001703	0,999552	0,140552	0,092317		1,000000	0,002471	0,391138
	Vanessa	0,000250	0,001795	0,000135	0,902578	0,000790	0,992900	0,074036	0,046690	1,000000		0,001123	0,577279
	Zeppelin	0,999926	1,000000	0,928348	0,070785	1,000000	0,021387	0,895341	0,953630	0,002471	0,001123		0,000129
	Baletka	0,000128	0,000129	0,000128	0,026109	0,000129	0,084585	0,000295	0,000217	0,391138	0,577279	0,000129	
		Konvenční											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Baletka
Konvenční	Bohemia		0,693356	0,000174	0,000173	0,999991	0,000173	0,001680	0,000173	0,000173	0,000173	0,994676	0,000173
	Etana	0,693356		0,000173	0,000173	0,917084	0,000173	0,033357	0,000173	0,000173	0,000173	0,994676	0,000173
	Evina	0,000174	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Fabius	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000195	0,000173	0,917084	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Fakir	0,999991	0,917084	0,000173	0,000173		0,000173	0,003371	0,000173	0,000173	0,000173	0,999991	0,000173
	KWS Ozon	0,000173	0,000173	0,000173	0,000195	0,000173		0,000173	0,000175	0,000173	0,106957	0,000173	0,000173
	Patras	0,001680	0,033357	0,000173	0,000173	0,003371	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,007079	0,000173
	Sultan	0,000173	0,000173	0,000173	0,917084	0,000173	0,000175	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Tobak	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,072875
	Vanessa	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,106957	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173
	Zeppelin	0,994676	0,994676	0,000173	0,000173	0,999991	0,000173	0,007079	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173
	Baletka	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,072875	0,000173	0,000173	

		Ekologické											
		Seladon	Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin
Ekologické	Seladon		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000837	0,000173
	Bohemia	0,000173		0,000674	0,979126	0,000173	0,010206	0,000173	0,000173	0,691325	0,000174	0,000173	0,002327
	Etana	0,000173	0,000674		0,003090	0,000173	0,691325	0,000174	0,000174	0,010206	0,026009	0,000173	0,994597
	Evina	0,000173	0,979126	0,003090		0,000173	0,066701	0,000173	0,000173	0,999170	0,000176	0,000173	0,013898
	Fabius	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,580298	0,472001	0,000173	0,000189	0,001770	0,000173
	Fakir	0,000173	0,010206	0,691325	0,066701	0,000173		0,000173	0,000173	0,220689	0,001359	0,000173	0,994597
	KWS Ozon	0,000173	0,000173	0,000174	0,000173	0,580298	0,000173		1,000000	0,000173	0,000674	0,000235	0,000173
	Patras	0,000173	0,000173	0,000174	0,000173	0,472001	0,000173	1,000000		0,000173	0,000837	0,000220	0,000174
	Sultan	0,000173	0,691325	0,010206	0,999170	0,000173	0,220689	0,000173	0,000173		0,000184	0,000173	0,048794
	Tobak	0,000173	0,000174	0,026009	0,000176	0,000189	0,001359	0,000674	0,000837	0,000184		0,000173	0,005568
	Vanessa	0,000837	0,000173	0,000173	0,000173	0,001770	0,000173	0,000235	0,000220	0,000173	0,000173		0,000173
	Zeppelin	0,000173	0,002327	0,994597	0,013898	0,000173	0,994597	0,000173	0,000174	0,048794	0,005568	0,000173	

Tab. 24 Obsah lepků, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhřetěves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		0,999987	0,999999	0,687949	1,000000	0,000135	0,999593	0,999999	0,976653	0,003649	1,000000	0,006916
	Etana	0,999987		1,000000	0,945865	0,999999	0,000173	1,000000	1,000000	0,999844	0,016322	1,000000	0,029904
	Evina	0,999999	1,000000		0,908715	1,000000	0,000158	1,000000	1,000000	0,999288	0,011732	1,000000	0,021752
	Fabius	0,687949	0,945865	0,908715		0,759291	0,004099	0,984687	0,902884	0,999831	0,372510	0,892918	0,518896
	Fakir	1,000000	0,999999	1,000000	0,759291		0,000138	0,999912	1,000000	0,988767	0,005007	1,000000	0,009474
	KWS Ozon	0,000135	0,000173	0,000158	0,004099	0,000138		0,000226	0,000156	0,000588	0,714914	0,000154	0,562030
	Patras	0,999593	1,000000	1,000000	0,984687	0,999912	0,000226		1,000000	0,999997	0,029750	1,000000	0,053098
	Sultan	0,999999	1,000000	1,000000	0,902884	1,000000	0,000156	1,000000		0,999151	0,011229	1,000000	0,020853
	Tobak	0,976653	0,999844	0,999288	0,999831	0,988767	0,000588	0,999997	0,999151		0,093742	0,998879	0,155091
	Vanessa	0,003649	0,016322	0,011732	0,372510	0,005007	0,714914	0,029750	0,011229	0,093742		0,010459	1,000000
	Zeppelin	1,000000	1,000000	1,000000	0,892918	1,000000	0,000154	1,000000	1,000000	0,998879	0,010459		0,019466

	<b>Baletka</b>	0,006916	0,029904	0,021752	0,518896	0,009474	0,562030	0,053098	0,020853	0,155091	1,000000	0,019466	
<b>Konvenční</b>													
		<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>	<b>Baletka</b>
	<b>Bohemia</b>		0,845377	1,000000	0,021094	0,999998	0,000174	0,996796	0,002106	0,000492	0,000174	0,999942	0,000173
	<b>Etana</b>	0,845377		0,926001	0,001713	0,972001	0,000173	0,999512	0,000328	0,000194	0,000173	0,989528	0,000173
	<b>Evina</b>	1,000000	0,926001		0,014863	1,000000	0,000174	0,999706	0,001556	0,000395	0,000174	0,999999	0,000173
	<b>Fabius</b>	0,021094	0,001713	0,014863		0,010659	0,001228	0,005001	0,903914	0,297057	0,000434	0,008306	0,000188
	<b>Fakir</b>	0,999998	0,972001	1,000000	0,010659		0,000174	0,999991	0,001182	0,000331	0,000173	1,000000	0,000173
<b>Konvenční</b>	<b>KWS Ozon</b>	0,000174	0,000173	0,000174	0,001228	0,000174		0,000174	0,011173	0,078116	0,996501	0,000174	0,305075
	<b>Patras</b>	0,996796	0,999512	0,999706	0,005001	0,999991	0,000174		0,000665	0,000249	0,000173	1,000000	0,000173
	<b>Sultan</b>	0,002106	0,000328	0,001556	0,903914	0,001182	0,011173	0,000665		0,973485	0,002724	0,000970	0,000343
	<b>Tobak</b>	0,000492	0,000194	0,000395	0,297057	0,000331	0,078116	0,000249	0,973485		0,017705	0,000297	0,001260
	<b>Vanessa</b>	0,000174	0,000173	0,000174	0,000434	0,000173	0,996501	0,000173	0,002724	0,017705		0,000173	0,788901
	<b>Zeppelin</b>	0,999942	0,989528	0,999999	0,008306	1,000000	0,000174	1,000000	0,000970	0,000297	0,000173		0,000173
	<b>Baletka</b>	0,000173	0,000173	0,000173	0,000188	0,000173	0,305075	0,000173	0,000343	0,001260	0,788901	0,000173	
<b>Ekologické</b>													
		<b>Seladon</b>	<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>
	<b>Seladon</b>		0,000539	0,280031	0,012272	0,732271	0,001740	0,000173	0,459030	0,000174	0,000257	0,241115	0,015764
	<b>Bohemia</b>	0,000539		0,026451	0,506336	0,006555	0,994506	0,000173	0,014112	0,053744	0,995688	0,000176	0,423768
	<b>Etana</b>	0,280031	0,026451		0,661381	0,997670	0,125614	0,000173	0,999999	0,000241	0,005900	0,003262	0,748075
	<b>Evina</b>	0,012272	0,506336	0,661381		0,234539	0,958279	0,000173	0,443742	0,001604	0,141589	0,000317	1,000000
	<b>Fabius</b>	0,732271	0,006555	0,997670	0,234539		0,030984	0,000173	0,999990	0,000188	0,001625	0,012659	0,291409
<b>Ekologické</b>	<b>Fakir</b>	0,001740	0,994506	0,125614	0,958279	0,030984		0,000173	0,067957	0,011185	0,705394	0,000190	0,918323
	<b>KWS Ozon</b>	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000175	0,000173
	<b>Patras</b>	0,459030	0,014112	0,999999	0,443742	0,999990	0,067957	0,000173		0,000206	0,003262	0,005900	0,527953
	<b>Sultan</b>	0,000174	0,053744	0,000241	0,001604	0,000188	0,011185	0,000173	0,000206		0,231306	0,000173	0,001302
	<b>Tobak</b>	0,000257	0,995688	0,005900	0,141589	0,001625	0,705394	0,000173	0,003262	0,231306		0,000174	0,111293
	<b>Vanessa</b>	0,241115	0,000176	0,003262	0,000317	0,012659	0,000190	0,000175	0,005900	0,000173	0,000174		0,000361
	<b>Zeppelin</b>	0,015764	0,423768	0,748075	1,000000	0,291409	0,918323	0,000173	0,527953	0,001302	0,111293	0,000361	

Tab. 25 Vaznost mouky, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhřetěves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		0,000203	0,000149	0,029766	0,947215	0,062094	0,000340	0,000203	0,000327	0,000128	0,997166	0,000128
	Etana	0,000203		1,000000	0,662478	0,006084	0,465478	1,000000	1,000000	1,000000	0,000128	0,001753	0,223344
	Evina	0,000149	1,000000		0,418590	0,002155	0,256323	0,999879	1,000000	0,999907	0,000128	0,000661	0,418487
	Fabius	0,029766	0,662478	0,418590		0,514093	1,000000	0,846169	0,663682	0,837131	0,000128	0,256323	0,001433
	Fakir	0,947215	0,006084	0,002155	0,514093		0,710371	0,014366	0,006115	0,013665	0,000128	0,999998	0,000129
	KWS Ozon	0,062094	0,465478	0,256323	1,000000	0,710371		0,674700	0,466661	0,662588	0,000128	0,418590	0,000660
	Patras	0,000340	1,000000	0,999879	0,846169	0,014366	0,674700		1,000000	1,000000	0,000128	0,004256	0,117228
	Sultan	0,000203	1,000000	1,000000	0,663682	0,006115	0,466661	1,000000		1,000000	0,000128	0,001762	0,222568
	Tobak	0,000327	1,000000	0,999907	0,837131	0,013665	0,662588	1,000000	1,000000		0,000128	0,004045	0,122048
	Vanessa	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128	0,000128		0,000128	0,000149
Zeppelin	0,997166	0,001753	0,000661	0,256323	0,999998	0,418590	0,004256	0,001762	0,004045	0,000128		0,000128	
Baletka	0,000128	0,223344	0,418487	0,001433	0,000129	0,000660	0,117228	0,222568	0,122048	0,000149	0,000128		
		Konvenční											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Baletka
Konvenční	Bohemia		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Etana	0,000173		0,000174	0,002829	0,000173	0,026158	0,046550	0,000173	0,002829	0,000173	0,000173	0,000173
	Evina	0,000173	0,000174		0,000173	0,000173	0,000173	0,000345	0,000203	0,002829	0,000173	0,000173	0,000173
	Fabius	0,000173	0,002829	0,000173		0,000173	0,926460	0,000178	0,000173	0,000174	0,000173	0,000173	0,000173
	Fakir	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	1,000000	0,000173
	KWS Ozon	0,000173	0,026158	0,000173	0,926460	0,000173		0,000233	0,000173	0,000176	0,000173	0,000173	0,000173
	Patras	0,000173	0,046550	0,000345	0,000178	0,000173	0,000233		0,000173	0,779815	0,000173	0,000173	0,000173
	Sultan	0,000173	0,000173	0,000203	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Tobak	0,000173	0,002829	0,002829	0,000174	0,000173	0,000176	0,779815	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173
	Vanessa	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173
Zeppelin	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	1,000000	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	
Baletka	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		

		Ekologické											
		Seladon	Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin
Ekologické	Seladon		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Bohemia	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Etana	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Evina	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Fabius	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Fakir	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	KWS Ozon	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Patras	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173	0,000173
	Sultan	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173	0,000173
	Tobak	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173	0,000173
	Vanessa	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173		0,000173
	Zeppelin	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	0,000173	

Tab. 26 Objem pečiva, analýza rozptylu (ANOVA, Tukeyův test), konvenční vzorky – Stupice a ekologické vzorky – Uhřetěves, 2014

		Ekologické											
		Bohemia	Etana	Evina	Fabius	Fakir	KWS Ozon	Patras	Sultan	Tobak	Vanessa	Zeppelin	Seladon
Konvenční	Bohemia		0,080932	0,918029	0,993090	0,999999	0,305326	0,833054	0,000882	0,833054	0,435603	0,992503	0,833054
	Etana	0,080932		0,833054	0,005042	0,028364	0,000172	0,918029	0,838377	0,918029	0,000221	0,569182	0,000858
	Evina	0,918029	0,833054		0,299767	0,703626	0,009088	1,000000	0,051192	1,000000	0,016667	0,999999	0,080932
	Fabius	0,993090	0,005042	0,299767		0,999936	0,921524	0,206429	0,000150	0,206429	0,973553	0,561992	0,999936
	Fakir	0,999999	0,028364	0,703626	0,999936		0,569182	0,569182	0,000317	0,569182	0,717142	0,918029	0,971914
	KWS Ozon	0,305326	0,000172	0,009088	0,921524	0,569182		0,005192	0,000128	0,005192	1,000000	0,028364	0,999019
	Patras	0,833054	0,918029	1,000000	0,206429	0,569182	0,005192		0,082955	1,000000	0,009636	0,999946	0,049870
	Sultan	0,000882	0,838377	0,051192	0,000150	0,000317	0,000128	0,082955		0,082955	0,000128	0,017150	0,000130
	Tobak	0,833054	0,918029	1,000000	0,206429	0,569182	0,005192	1,000000	0,082955		0,009636	0,999946	0,049870
	Vanessa	0,435603	0,000221	0,016667	0,973553	0,717142	1,000000	0,009636	0,000128	0,009636		0,049870	0,999946
	Zeppelin	0,992503	0,569182	0,999999	0,561992	0,918029	0,028364	0,999946	0,017150	0,999946	0,049870		0,202180

	<b>Baletka</b>	0,833054	0,000858	0,080932	0,999936	0,971914	0,999019	0,049870	0,000130	0,049870	0,999946	0,202180	
<b>Konvenční</b>													
		<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>	<b>Baletka</b>
	<b>Bohemia</b>		0,000181	0,001967	0,110263	1,000000	0,000713	0,007407	0,000713	1,000000	0,000326	0,026619	0,110263
	<b>Etana</b>	0,000181		0,110263	0,000173	0,000181	0,000173	0,026619	0,352129	0,000181	0,000173	0,007407	0,000173
	<b>Evina</b>	0,001967	0,110263		0,000181	0,001967	0,000173	0,997447	0,998914	0,001967	0,000173	0,825222	0,000181
	<b>Fabius</b>	0,110263	0,000173	0,000181		0,110263	0,110263	0,000209	0,000175	0,110263	0,030533	0,000308	1,000000
	<b>Fakir</b>	1,000000	0,000181	0,001967	0,110263		0,000713	0,007407	0,000713	1,000000	0,000326	0,026619	0,110263
<b>Konvenční</b>	<b>KWS Ozon</b>	0,000713	0,000173	0,000173	0,110263	0,000713		0,000174	0,000173	0,000713	0,998914	0,000174	0,110263
	<b>Patras</b>	0,007407	0,026619	0,997447	0,000209	0,007407	0,000174		0,825222	0,007407	0,000173	0,998914	0,000209
	<b>Sultan</b>	0,000713	0,352129	0,998914	0,000175	0,000713	0,000173	0,825222		0,000713	0,000173	0,391651	0,000175
	<b>Tobak</b>	1,000000	0,000181	0,001967	0,110263	1,000000	0,000713	0,007407	0,000713		0,000326	0,026619	0,110263
	<b>Vanessa</b>	0,000326	0,000173	0,000173	0,030533	0,000326	0,998914	0,000173	0,000173	0,000326		0,000174	0,030533
	<b>Zeppelin</b>	0,026619	0,007407	0,825222	0,000308	0,026619	0,000174	0,998914	0,391651	0,026619	0,000174		0,000308
	<b>Baletka</b>	0,110263	0,000173	0,000181	1,000000	0,110263	0,110263	0,000209	0,000175	0,110263	0,030533	0,000308	
<b>Ekologické</b>													
		<b>Seladon</b>	<b>Bohemia</b>	<b>Etana</b>	<b>Evina</b>	<b>Fabius</b>	<b>Fakir</b>	<b>KWS Ozon</b>	<b>Patras</b>	<b>Sultan</b>	<b>Tobak</b>	<b>Vanessa</b>	<b>Zeppelin</b>
	<b>Seladon</b>		0,189197	0,001730	0,189197	0,508163	0,898500	1,000000	0,017233	0,000173	0,000186	0,898500	0,189197
	<b>Bohemia</b>	0,189197		0,189197	1,000000	0,999358	0,898500	0,189197	0,898500	0,000174	0,001730	0,898500	1,000000
	<b>Etana</b>	0,001730	0,189197		0,189197	0,058338	0,017233	0,001730	0,898500	0,000223	0,189197	0,017233	0,189197
	<b>Evina</b>	0,189197	1,000000	0,189197		0,999358	0,898500	0,189197	0,898500	0,000174	0,001730	0,898500	1,000000
	<b>Fabius</b>	0,508163	0,999358	0,058338	0,999358		0,999358	0,508163	0,508163	0,000173	0,000678	0,999358	0,999358
<b>Ekologické</b>	<b>Fakir</b>	0,898500	0,898500	0,017233	0,898500	0,999358		0,898500	0,189197	0,000173	0,000326	1,000000	0,898500
	<b>KWS Ozon</b>	1,000000	0,189197	0,001730	0,189197	0,508163	0,898500		0,017233	0,000173	0,000186	0,898500	0,189197
	<b>Patras</b>	0,017233	0,898500	0,898500	0,898500	0,508163	0,189197	0,017233		0,000177	0,017233	0,189197	0,898500
	<b>Sultan</b>	0,000173	0,000174	0,000223	0,000174	0,000173	0,000173	0,000173	0,000177		0,005246	0,000173	0,000174
	<b>Tobak</b>	0,000186	0,001730	0,189197	0,001730	0,000678	0,000326	0,000186	0,017233	0,005246		0,000326	0,001730
	<b>Vanessa</b>	0,898500	0,898500	0,017233	0,898500	0,999358	1,000000	0,898500	0,189197	0,000173	0,000326		0,898500
	<b>Zeppelin</b>	0,189197	1,000000	0,189197	1,000000	0,999358	0,898500	0,189197	0,898500	0,000174	0,001730	0,898500	

