

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělské inženýrství

Katedra speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Csc.

Diplomová práce

Kvalita pšenice

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Lucie Vokatá

České Budějovice, 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lucie VOKATÁ**
Osobní číslo: **Z14405**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělské inženýrství - Rostlinolékařství**
Název tématu: **Kvalita pšenice**
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

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

Cíl práce: Posoudit odolnost vůči porůstání jako základního kvalitativního parametru potravinářské pšenice u vybraných odrůd pšenice ozimé.


- 1) Úvod - stručný nástin významu tématu.
- 2) Literární přehled - nové poznatky na základě studia doporučené i další získané literatury.
- 3) Metodický postup:
 - založit na pozemku ZF JU maloparcelkový pokus s odrůdami ozimé pšenice;
 - během vegetace provádět fenologická pozorování a sledovat zdravotní stav jednotlivých odrůd pšenice;
 - odebrat vzorky zrna, podílet se na sklizni pokusu, po sklizni vyhodnotit číslo pádu jako základní ukazatel kvality zrna, doplňkově i ostatní ukazatele kvality zrna (vlhkost, objemová hmotnost, obsah NL, Zeleného test).
- 4) Výsledková část - uspořádání do tabulek a grafů včetně slovního komentáře a statistického hodnocení.
- 5) Diskuze - porovnání dosažených výsledků s literárními údaji, příp. spojit s výsledkovou částí.
- 6) Závěr - shrnutí výsledků vlastní práce.
- 7) Seznam literatury.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

Kolektiv autorů: Pšenice - od genomu po rohlík, Kurent České Budějovice, 2008.
Prugar J. a kol: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, VÚPS a
Komise jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 2008.
Zimolka, J.: Pšenice - pěstování, hodnocení a užití zrna, Proff Press Praha,
2005.
ČSN 46 12 00 -2 , ČSN 46 11 00 -2
Situační a výhledové zprávy Mze ČR
Vědecké a odborné časopisy: Úroda, Farmář, Zemědělec
Internetové databáze AGRIS, CAB, Current content, aj.


Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.
Katedra speciální produkce rostlinné

Datum zadání diplomové práce: 9. března 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2016


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvská 13

L.S.


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 9. března 2015

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

V Českých Budějovicích
dne 22.4.2016

Podpis autora
Bc. Lucie Vokatá

Děkuji, **Ing. Zdeňku Štěrbovi, Ph.D.**, vedoucímu diplomové práce, za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl při vypracování této diplomové práce.

Abstrakt

Hlavním cílem diplomové práce bylo posoudit odolnost vůči porůstání zrna jako základního kvalitativního parametru potravinářské pšenice u vybraných odrůd ozimé pšenice.

Pokus byl založen ve vegetačním období 2014/2015 na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Celkem bylo pro pokus vybráno 9 odrůd ozimé pšenice.

Všechny odrůdy vykázaly vysoké hodnoty čísla pádu tzn. vysokou odolnost vůči porůstání zrna, které se pohybovaly v rozmezí 376 - 512 s. Vyhodnocením sledovaných odrůd z hlediska vhodnosti pro pekařské účely, lze říci, že Elitní (E) odrůdy dosáhly v průměru nejvyšší hodnoty čísla pádu (479 s). Kvalitní (A) odrůdy vykázaly hodnotu (453 s) a chlebové (B) odrůdy dosáhly nejnižší hodnoty (435 s).

Dílčím cílem bylo vyhodnocení i ostatních ukazatelů kvality (Zelenyho test, obsah N- látek a objemová hmotnost). Hodnoty Zelenyho testu se pohybovaly v rozmezí 35 - 53 ml., přičemž průměrná hodnota všech odrůd byla 49,4 ml. Obsah N- látek se pohyboval u jednotlivých odrůd v rozmezí od 14,23 % - 16,52 %. Většina sledovaných odrůd vyhověla normou stanovenému limitu objemové hmotnosti (760 g/l^{-1}). Pohybovala se v rozmezí $747 - 819 \text{ g/l}^{-1}$.

Během vegetace byl také hodnocen zdravotní stav porostu a došlo ke stanovení počtu klasů na m^2 . Po sklizni byly hodnoceny i další výnosové prvky (počet zrn v klasu a HTZ).

V pokusu byla vyhodnocena vysoká úroveň kvalitativních ukazatelů, kdy jednotlivé odrůdy vykázaly také vysoké výnosy. Tato skutečnost může být ovlivněna především nadprůměrnými teplotami ve sledovaném období 2014/2015, agrotechnikou, ale také úrovní výživy a hnojení porostů.

Klíčová slova: potravinářská pšenice, kvalita, číslo pádu, obsah NL, Zelenyho test, objemová hmotnost, výnosové prvky, zdravotní stav.

Abstract

The main objective thesis was consider resistance of grow grain as elementary qualitative parameter food wheat by selection variety winter wheat.

The test was create in vegetational period of years 2014/2015 on the plot of Faculty of Agriculture, University of South Bohemia in České Budějovice. In total was for test select 9 variety winter wheat.

All variety had show high value number fall, high resistance against grow grain, which ranged 376 to 512 s. In evaluation observe variety suitability in terms of baking, we can say elite (E) inbreads reached the highest average number values fall (479 s). Quality (A) varieties showed value (453 s) and bread (B) varieties reached the lowest value (435 s).

The partial objective was evaluation and other indicators (Zeleny test, The content of N-substances and density). Value of Zeleny test ranged 35 to 53 ml., from it averaged of all varieties 49,4 ml. The content of N-substances varied for each variety in 14,23 % - 16,52 %. Most of the studied varieties meet the standard set limit density (760 g/l^{-1}). Ranged from 747 to 819 g/l^{-1} .

During the vegetation was also evaluated the health status of vegetation and there has been a determination of ears per square meter. After harvesting, they were also evaluated as further yield elements (number of grains per spike and HTZ).

The experiment was evaluated by a high level of quality indicators, where individual varieties also showed high rebvenues. This may be primarily affected by higher than average temperatures during the period of years 2014/2015, agrotechnics, but but also the level of nutrition and fertilization of crops.

Keywords: food wheat, quality, number fall, the content of N-substances, Zeleny test, density, yield elements, the health status.

Obsah

Obsah	8
1. Úvod	10
2. Literární přehled	11
2.1 Pšenice setá - Triticum aestivum	11
2.2 Tvorba výnosových prvků	12
2.3 Morfologie, zpracovatelský význam a chemické složení pšeničného zrna	13
2.4 Pšeničná mouka a její typy	15
2.5 Obecná hlediska jakosti potravinářské pšenice	17
2.6 Kvalita potravinářské pšenice	17
2.6.1 Technologická jakost pšenice	18
2.6.2 Metody stanovení jakosti pšenice	19
2.7 Požadavky na jakost pšenice pro pečivářské využití	25
2.8 Faktory ovlivňující jakost potravinářské pšenice	26
2.8.1 Vnitřní faktory	26
2.8.2 Vnější faktory	27
2.9 Výhody a nevýhody konzumace pečiva	33
3. Cíl práce	35
4. Metodika práce	36
4.1 Charakteristika odrůd	36
4.2 Charakteristika stanoviště	38
4.3 Charakteristika ročníku	38
4.4. Založení maloparcelkového pokusu	39
4.5 Sledování porostu během vegetace	39
4.5.1 Fenologická pozorování	39
4.5.2 Počet klasů na m ²	39
4.5.3 Hodnocení zdravotního stavu	39
4.5.4 Odběr vzorků před sklizní	40
4.6 Posklizňové rozbory vzorků	40
4.6.1 Počet zrn v klasu	40
4.6.2 Hmotnost tisíce zrn	40
4.6.3 Skutečný výnos	40
4.6.4 Teoretický výnos	40
4.7 Charakteristika vybraných metod stanovení jakosti pšenice	41
4.7.1 Stanovení vlhkosti	41
4.7.2 Stanovení čísla pádu - ČSN ISO 3093	41
4.7.3 Stanovení Sedimentačního indexu (Zelenyho testu) - ČSN ISO 5529	42
4.7.4 Stanovení N- látek dle Kjeldahla - ČSN 46 1011 - 18	43
4.7.5 Stanovení objemové hmotnosti - ČSN ISO 7971 - 2	45

4.8 Statistické vyhodnocení dat	45
5. Výsledková část a diskuze	46
5.1 Sledování během vegetace	46
5.1.1. Fenologická pozorování	46
5.1.2 Hodnocení zdravotního stavu	46
5.1.3 Počet klasů na 1 m ²	53
5.2 Posklizňové rozbory vzorků pšenice	56
5.2.1 Vlhkost zrna	56
5.2.2 Počet zrn v klasu	58
5.2.3 Hmotnost tisíce zrn	60
5.2.4 Skutečný výnos zrna	62
5.2.5 Teoretický výnos	64
5.3 Vyhodnocení ukazatelů jakosti sledovaných odrůd ozimé pšenice	65
5.3.1 Číslo pádu	66
5.3.2 Zeleného test	68
5.3.3 Obsah N- látek	71
5.3.4 Objemová hmotnost	73
5.3.5 Korelace - závislost sledovaných ukazatelů kvality	75
6. Závěr	80
7. Seznam literatury	85
8. Seznam zkratek	92
9. Přílohy	93

1. Úvod

Kvalita obilovin je vyjadřována zpravidla souborem chemických a fyzikálních vlastností zrna. Bývá analyzována a vyhodnocována podle platných metodik ČSN, ISO, ICC. Zrno potravinářské pšenice je podle těchto norem zařazováno buď pro výrobu pekárenských, nebo pečivářských výrobků. Přičemž kvalita zrna potravinářské pšenice je konkrétně posuzována podle normy ČSN 461100 - 2. Tato norma uvádí požadavky na fyzikální a chemické vlastnosti zrna, ale také metody pro zkoušení těchto vlastností.

Monitoring kvality potravinářských obilnin je prováděn již od roku 2002 v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. Kvalita je hodnocena podle platných norem pro danou obilovinu. Vzorky jsou získávány od pěstitelů, kteří je odebírají ihned po sklizni a takto neupravené vzorky zasílají k analýzám do akreditované laboratoře.

Pro potravinářské zpracování je důležitá především technologická hodnota pšenice. Jedná se o souhrn znaků a vlastností surovin, které poskytují zpracovateli maximální výtěžnost a požadovanou jakost finálního výrobku.

Technologická kvalita zrna potravinářské pšenice je ovlivněna řadou vnějších a vnitřních faktorů. Z vnitřních faktorů se jedná především o genetický vliv dané odrůdy. Kvalita obilovin je také významně ovlivněna prostředím, což zahrnuje kromě počasí také vlivy agrotechnických postupů, včetně hnojení a výskytu chorob a škůdců, atd.

Obilná zrna a obilné produkty jsou již od pradávna součástí každodenní výživy člověka. V obilninách jsou obsaženy látky, které jsou nenahraditelným zdrojem energie. Základními živinami obsaženými v obilném zrnu jsou především sacharidy, bílkoviny, tuky, významný je také obsah vitamínů, minerálních látek, esenciálních mastných kyselin, rostlinných enzymů, vlákniny atd.

Ozimá pšenice má v České republice zásadní význam z hlediska jejího zastoupení ve struktuře obilnin i plodin pěstovaných na orné půdě. Největší podíl produkce se zkrmuje, větší část osevních ploch je pěstována s cílem dosažení potravinářské kvality.

Podíl potravinářské pšenice v ČR tvoří pouze kolem 35 %, a to i přesto, že jsou zpravidla vysévány materiály pro pekařské využití s pekařskou kvalitou E, A a B. Tato skutečnost je dána především vlivem nevhodných agrotechnických zásahů či kolísavých povětrnostních podmínek, kdy velká část této produkce je pak využita ke krmným účelům, tato část tvoří kolem 60 % na celkové produkci pšenice. Pro průmyslové zpracování na škrob, vitální lepek a pro produkci bioethanolu je využito kolem 5 - 7 % zbylé produkce pšenice.

2. Literární přehled

2.1 Pšenice setá - *Triticum aestivum*

Pšenice je naší nejdůležitější obilninou. Zaujímá zhruba polovinu plochy obilnin (52 %) a vzhledem k relativně vysoké úrovni i stabilitě výnosů představuje produkční jistotu ve všech výrobních oblastech ČR. Obecným pokrokem ve šlechtění a aplikací moderních pěstebních technologií poskytuje každoročně kolem 55 % české produkce obilovin (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Do rodu pšenice *Triticum L.*, který náleží do čeledi lipnicovitých *Poaceae*, patří několik druhů. Její klas je složený z vícekvětých klásků, které jsou umístěny na jednotlivých člancích klasového větene. Mohou být 1 - 2, ale až 7květé, z nichž zpravidla 1 - 4 jsou plodné. Podle počtu chromozómů rod *Triticum* zahrnuje tři skupiny.

Do skupiny diploidních pšeníc ($2n = 14$) patří: pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum*), pšenice kulturní jednozrnka (*Triticum monococcum L.*).

Větší pěstitelský význam má skupina tetraploidní pšenice ($2n = 28$). Sem patří: pšenice planá dvouzrnka (*Triticum dicocoides L.*), pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoceum*), pšenice Timofejevova (*Triticum timopheevi*), pšenice naduřelá (*Triticum turgidum L.*), pšenice polská (*Triticum polonicum*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum*).

Pěstitelsky nejdůležitější je skupina hexaploidní ($2n = 42$), do které patří: pšenice setá (*Triticum aestivum L.*) a pšenice špalda (*Triticum spelta L.*).

Nejvíce pěstovaným druhem u nás i ve světě je pšenice setá. Má nelámavý klas, osinatý nebo bezosinný, různě hustý. Plevy i pluchy jsou vejčité nebo podlouhle vejčité, se zřetelným kýlem. Obilky jsou nahé, na řezu oblé, buclatější, s mírně vystouplým klíčkem, na protilehlé straně ochmýřené (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

Pšenice setá vznikla pravděpodobně z pšenice špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách: *lutescens* - s bezosinným či osinatým klasem, bílé barvy, *milturum* - s bezosinným či osinatým klasem, červené barvy, *erythospermum* - s osinatým klasem, bílé barvy, *ferrugineum* - s osinatým klasem, červené barvy (DIVIŠ ET. AL., 2000).

V ČR byla za rok 2015 celková produkce obilovin 2 053, 0 tis. tun, což je o 420,3 tis. tun menší množství, než stav zjištěný v roce 2014, kdy bylo sklizeno (2 473,3 tis. tun). Pšenice ozimá dosáhla průměrného výnosu 6,30 t/ha, což je o 0,15 t/ha vyšší výnos v porovnání s loňskou sklizní. Celková produkce pšenice dosahuje 1 204, 6 tis.tun.

(ANONYM 7, 2015)

Navzdory celosvětově převažujícímu potravinářskému využití pšenice činí v ČR podíl pšenice pro toto využití pouze kolem 35%, a to i přesto, že jsou přednostně

vysévány materiály pro pekařské využití s pekařskou jakostí E, A a B (DVOŘÁČEK ET. AL., 2010).

ÚKZÚZ navrhnul dělení odrůd do kategorií podle způsobu dalšího využití:

1. pšenice pro pekárenské využití,
2. pšenice pečivářenské,
3. pšenice pro průmyslové použití (výroba škrobu a lihu),
4. pšenice pro výrobu těstovin,
5. pšenice pro krmné využití.

(ZIMOLKA ET. AL., 2005)

2.2 Tvorba výnosových prvků

Tvorba výnosu je proces dynamický, kdy jednotlivé výnosové prvky se tvoří postupně v čase a jsou ovlivňovány jak průběhem počasí, dynamikou uvolňování živin z půdy, agrotechnickými zásahy i škodlivými činiteli (PETR, HÚSKA ET. AL., 1997).

V rámci abiotických kontrol a hodnocení porostů můžeme v průběhu vegetace provádět průběžné hodnocení tvorby jednotlivých výnosových prvků. Tak získáme poměrně podrobný přehled o vzniku, tvorbě, další redukci a časovém průběhu této tvorby, což nám umožní podrobnější a kvalifikovanější posouzení všech kladů i nedostatků našich zásahů v porostu v předcházejících obdobích (DIVIŠ ET. AL., 2000).

- **Výnos zrna je dán třemi základními komponenty:**

1. Počet klasů na plošnou jednotku
 - počtem rostlin na 1 m²,
 - počtem plodných stébel na 1 rostlině.
2. Počet zrn v klasu
 - počtem klásků,
 - počtem plodných kvítků.
3. Hmotností obilek (HTZ).

(FAMÉRA, 1993)

MOUDRÝ, JŮZA, (1998) uvádí, že na základě tvorby hlavních výnosových prvků můžeme těsně před sklizní spočítat teoretický výnos obilnin z hodnot:

- 1) počtu klasů na ploše,
- 2) průměrného počtu zrn v klasu,
- 3) HTZ.

podle vzorce:

$$\text{Výnos v t. ha}^{-1} = \frac{\text{průměrný počet klasů na 1 m}^2 \times \text{průměrný počet zrn v klasu} \times \text{HTZ}}{100\,000}$$

- **Počet klasů je dán:**

- 1) počtem rostlin na 1 m²,
- 2) produktivním odnožováním.

Počet rostlin závisí na biologické a semenářské hodnotě osiva, setí (množství výsevu, způsobu setí, hloubce setí, době setí), vzházivosti, redukci rostlin vlivem nepříznivých činitelů, mezidruhových a vnitrodruhových vztazích.

Produktivní odnožování obilnin ovlivňuje především odnožovací schopnost druhu a odrůdy, výživa, podmínky počasí, poškození nepříznivými činiteli, agrotechnika atd. (PETR ET. AL., 1980).

Výchozím stavem pro tvorbu výnosu je optimální počet rostlin na plošné jednotce, který by měl v běžných podmínkách pěstování pšenice být na jaře 250 - 350 (400) na 1 m². Při takovém počtu se založí potřebný počet silných odnoží, z nichž některé budou plodné a vytvoří klas.

Počet všech odnoží může přesáhnout 2000 a počet silných stébel včetně hlavního stébla v období sloupkování by měl být 1600 až 1900 na 1 m² a v době sklizně by mělo zůstat 600 - 750 klasů.

Potenciální produktivita klasu je vysoká, u našich odrůd se založí 115 - 147 základů kvítků. Reálná produktivita je 28 - 35 zrn v jednom průměrném klasu (PETR, HÚSKA ET. AL., 1997).

Hmotnost obilek je udávána jako parametr HTZ (hmotnost tisíce zrn) v gramech a pohybuje se běžně u obilovin mezi 30 - 55 g (DIVIŠ ET. AL., 2010).

2.3 Morfologie, zpracovatelský význam a chemické složení pšeničného zrna

Pšeničné zrna je nenahraditelnou surovinou na výrobu kynutých pečárenských výrobků. Používá se také na výrobu různých druhů pečivárenských výrobků, těstovin, snídanových cereálií a mnoha dalších výrobků. Roste také nepotravinářské využití pšenice. Pšeničné zrna se stává nedílnou součástí krmných směsí, je surovinou pro výrobu škrobu a ethanolu (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Plodem pšenice je jednosemenná nažka - obilka (caryopsis). Skládá se ze tří částí - zárodku, vnitřního jádra (endospermu) a obalů (PETR, HÚSKA ET. AL., 1997).

Obilky jsou semeny obilovin, a jejich přirozená funkce po vyzrání spočívá v uchování životaschopnosti zárodku nové rostliny. Splnění této úlohy umožňují složky, které jsou obsaženy v anatomických částech semene a které se svým chemickým složením výrazně liší (PRUGAR ET. AL., 2008).

Obaly obilky jsou tvořeny oplodím a osemením. Oplodí (perikarp) je tvořeno třemi vrstvami buněk: pokožkou (epidermis), vrstvou podélných buněk (epikarpium), vrstvou příčných buněk (endokarpium). Osemení (testa) se skládá ze dvou vrstev: vnější (vrstva barevných buněk) a vnitřní (vrstva skelných buněk) (MOUDRÝ, JŮZA, 1998). Obalové vrstvy chrání obilku před vnějšími vlivy, v mlýnské technologii je označujeme jako otruby. Vnější vrstvy jsou složeny převážně z nerozpustných polysacharidů typu celulosy s velkou mechanickou pevností. Mohou sloužit jako zdroj nestravitelné vlákniny, což může být využíváno z hlediska potřeb úpravy výživových hodnot výrobků, přičemž z hlediska pekárenské technologie mají tyto složky zhoršující účinek na kvalitu a zpracovatelnost těsta. Podpovrchové obalové vrstvy jsou složeny rovněž z polysacharidů, které ale s vodou bobtnají, nebo se částečně rozpouštějí, a jsou schopny vodu velmi pevně vázat. Také mají příznivý účinek na zvýšení vaznosti mouky a prodloužení vláčnosti střídy pekařských výrobků a mohou zvyšovat lepivost těsta (PŘÍHODA ET. AL., 2003).

Klíček (embryo) je vlastním zárodkem nové rostliny a nositelem genetických informací. Embryo odděluje od endospermu tzv. štítek (scutelum), který je dělohou zárodku. Nadděložní část zárodku (epikotyl) tvoří základy budoucích listů a uvnitř je uložen vegetační vrchol. Podděložní část (hypokotyl) tvoří zárodky kořínků (radicula) a čepička (calyptra). Kořínek s čepičkou je chráněn pochvou (colerrhiza) (MOUDRÝ, JŮZA, 1998).

Při mlýnském zpracování je klíček oddělován. Je však bohatým zdrojem některých významných látek z hlediska lidské výživy, ale na vzduchu má velmi krátkou stabilitu, protože jeho tukové složky rychle žluknou. Pokud nejsou během několika dní po uvolnění ze zrna stabilizovány, nemohou být dále pekárensky zpracovatelné (PŘÍHODA ET. AL., 2003).

Endosperm (vnitřní obsah zrna) představuje největší podíl zrna a je technologicky nejvýznamnější částí. Obsahuje zásobní látky pro klíčící rostlinu. Velká část endospermu je tvořena škrobem (téměř 3/4), ale pro pekárenskou technologii je velmi významnou bílkovinou. Do celkového endospermu zahrnujeme také jeho vrchní vrstvu pod vnějšími obaly, nazývanou aleuronová vrstva. Ta sice obsahuje podstatně více bílkovin než ostatní endosperm, ale tyto bílkoviny nepatří k nejpevnějším lepkotvorným, které by byly nositelem pekařské síly mouky (PŘÍHODA ET. AL., 2003).

Chemické složení pšeničného zrna

Sacharidy tvoří nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Sem patří především polysacharidy: škrob, celulóza, hemicelulóza, pentosany, slizy; oligosacharidy a monosacharidy a sacharidy jako součást komplexů s bílkoviny - glykolipidy a glykoproteiny. Škrob se skládá ze dvou polysacharidů, a to jednak z amylosy s přímým řetězcem glukosových zbytků a jednak z amylopektinu. Obsah škrobu v pšeničném zrna se pohybuje v rozpětí od 50 do 70 %.

V zrně pšenice je přítomno 1,5 - 3 % lipidů, tvořených jednak vlastními tuky složenými hlavně z kyseliny linolové a olejové a jednak fosfatidy, které obsahují kyselinu fosforečnou a dusíkatou bázi.

V pšeničném zrně se vyskytují vitamíny důležité pro výživu člověka i hospodářských zvířat. Ve 100 g sušiny se průměrně nachází 0,45 mg thiaminu, 0,15 mg riboflavinu, 5,0 mg niacinu, 1,0 mg kyselina pantothenové, 0,4 mg pyridoxinu, 0,15 mg kyseliny listové, 0,015 mg biotinu, 3,0 mg tokoferolů a 0,01 mg provitaminu A- karotenu.

Obsah minerálních látek v zrně pšenice se pohybuje mezi 1,4 - 3,0 %. Zrno obsahuje průměrně ve 100 g sušiny asi 450 mg fosforu, 380 mg draslíku, 160 mg síry, 140 mg hořčíku, 60 mg vápníku, 30 mg sodíku, 5 mg železa, 4,5 mg manganu, 3 mg zinku, 2,5 mg bóru, 0,7 mg mědi a v nepatrných množstvích ještě další minerální prvky (PRUGAR ET. AL., 2008).

Soubor bílkovin obilného zrna je tvořen několika frakcemi. Ty dělíme podle rozpustnosti, nověji však podle funkčního významu, na zásobní a protoplazmatické, které se dále dělí na katalytické a konstituční (PETR, LOUDA, 1998). Pšeničné zrno obsahuje přibližně 8 - 20 % bílkovin (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Do skupiny katalytických bílkovin patří albuminy a globuliny, které jsou rozpustné ve vodě a v roztoku solí. Jsou součástí enzymů, enzymatických inhibitorů a mají funkci strukturální a metabolickou. Jsou obsaženy především v aleuronové vrstvě obilky. Z hlediska výživné hodnoty se tyto frakce nejvíce oceňují.

Zásobní bílkoviny tvoří gliadiny - prolaminy a gluteniny, jsou to frakce ve vodě a v solných roztocích nerozpustné, rozpouštějí se jen v ethanolu. Tyto frakce mají vysoký obsah kyseliny glutamové a prolinu a nízký obsah lyzinu. Jsou obsaženy především v endospermu. Jsou velmi významné pro pekařskou jakost pšenice, protože tvoří množství a kvalitu lepku. (PETR, LOUDA, 1998). Vlastnostmi lepku jsou pružnost, tažnost a schopnost bobtnat v zředěné kyselině mléčné. Do značné míry určuje tzv. sílu mouky, resp. vlastnosti těsta (ARAPI ET. AL., 2012).

2.4 Pšeničná mouka a její typy

KOVAŘIKOVÁ, NETOLICKÁ (2011) uvádí, že kvalita pšeničných mouk je dána především kvalitou zpracovávaného zrna. V menší míře se do jakosti promítá i vliv mletí, např. množstvím poškozeného škrobu, granulací mouky a podobně. Přičemž kvalita pšeničné mouky je také ovlivňována délkou jejího skladování. Dobrá kvalita byla prokázána u mouk, které byly skladovány do 30 dní. Při delší době skladování do 60 dnů se kvalita mouky výrazně zhoršila (JUTT ET. AL., 2015).

Pro běžné pekařské potřeby se převážně používá pšenice obecná, ze které bylo vyšlechtěno velké množství odrůd. Z hlediska pěstitelského se dávno rozlišovaly pšenice jarní a ozimé, ale z hlediska zpracovatelů mouk je nejvýznamnější třídění odrůd pšenice obecné na měkké a tvrdé (PŘÍHODA ET. AL., 2003).

Tvrde odrůdy pšenice *Triticum aestivum* mají vysoký obsah bílkovin, které v těstě vytváří pružný, pevný a mechanicky odolný lepek, který je nosnou kostrou pšeničného pečiva. Měkké odrůdy téhož druhu pšenice mají lepek nepružný, rozplývavý, trhavý, nestabilní a nejsou vhodné pro pekárenské zpracování ani pro výrobu těstovin (ČEPIČKA ET. AL., 1995).

Po mnoho desetiletí byly za vrchol světové pekařské kvality považovány americké a kanadské pšenice pěstované v rovinatých oblastech prérií amerického středozápadu. (PŘÍHODA ET. AL., 2003)

Typy pšeničných mouk

V ČR se používá značení mouk slovním popisem jejich použití (např. pekařská hladká speciál, pečivářská hladká, cukrářská polohrubá, těstářská apod.). Většina průmyslových mlýnů však pracuje podle vlastní normy vytvořené na základě jednotné normy zpracované Svazem průmyslových mlýnů. V technologické praxi a mezi odborníky po celém světě je rovněž běžné značení mouk podle obsahu popela. Typ mouky je takto označen číslem, které udává cca tisícinásobek obsahu popela v mouce (např. T 650 označuje mouku s obsahem popela 0,65 %) (PŘÍHODA ET. AL., 2003).

Rozdělení pšeničných mouk (ANONYM 1, 2005 - 2015).

- **00** pšeničná mouka hladká světlá,
- **T 400** pšeničná výběrová polohrubá,
- **T 405** je umletá ze zrna, které má odstraněný klíček a obal (otrubu) a je vlastně nejsvětlejší (nejméně celozrnná),
- **T 450** pšeničná hrubá (krupice),
- **T 512** pšeničná pekařská speciál,
- **T 530** pšeničná mouka hladká světlá - pekařská speciál,
- **T 550** pšeničná mouka polohrubá světlá,
- **T 650** pšeničná mouka hladká polosvětlá,
- **T 700** pšeničná mouka světlá, chlebová,
- **T 1000** pšeničná mouka hladká tmavá,
- **T 1050** pšeničná mouka chlebová, hladká, tmavá,
- **T 1150** chlebová mouka,
- **T 1800** pšeničná celozrnná, hrubá; celozrnná, jemná.

Mouka pšeničná Speciál se hodí pro výrobu chleba, 00 Extra na pečení pečiva, polohrubá konzumní a výběrová do hladkých litých těst, k výrobě kynutých knedlíků a polévek. Hrubá mouka se používá k vaření na knedlíky, noky a těstoviny. (ANONYM 2, 2015)

2.5 Obecná hlediska jakosti potravinářské pšenice

Jakost pšenice je široký pojem. PŘÍHODA, HRUŠKOVÁ (2007) uvádí, že závisí na aspektech, podle nichž se kvalita posuzuje. Zvolenému modelu kvality odpovídá i charakter metod hodnocení a příslušné přístrojové vybavení.

Naproti tomu, ZIMOLKA ET. AL. (2005) uvádí, že jakost je ekonomický termín a vyjadřuje stupeň naplnění potřeb vůči nějakému standardu. Není tedy absolutní veličinou, ale hodnotou poměrnou.

Obecně rozlišujeme několik kategorií jakosti

- **hygienická** - udává zdravotní nezávadnost, zahrnuje obsah těžkých kovů, rezidua pesticidů, nežádoucí ionty, mykotoxiny, antinutriční látky atd.
- **nutriční** - udává, jak vyhovuje nutričním požadavkům, hodnotí se hrubý protein, frakce proteinu, vitaminy, minerální látky atd. (PETR, 2001)
- **technologická** - důležitý ukazatel pro výrobce, může ovlivnit náklady a cenu, má dva aspekty = obsah účinné látky a zpracovatelnost (ZIMOLKA ET. AL., 2005). Zahrnuje kritéria mlynářské a pekařské jakosti.
- **senzorická** - je základním kritériem spotřebitele pro volbu (křupavost, vzhled, struktura, chuť).
- **užitná** - směr a způsob využití, rychlá příprava, trvanlivost (PETR, 2001).

2.6 Kvalita potravinářské pšenice

Kvalita obilovin je vyjadřována souborem fyzikálních a chemických vlastností zrna. Za potravinářskou pšenicí se považují zralé obilky registrovaných odrůd pšenice seté *Triticum aestivum* L. (BUREŠOVÁ, PALÍK, 2004)

Normy pro jednotlivé obiloviny obsahují jednak základní znaky a vlastnosti

- **smyslové zkoušky** - barva, pach, chuť,
- **objektivní zkoušky** - vlhkost, příměsi a nečistoty, zdravotní stav,

dále zahrnují některé **ukazatele technologické**, které se uplatňují při zpracování zemědělských produktů, příp. v jakosti finálního potravinářského výrobku (obsah a vlastnosti lepku, číslo poklesu, obsah N - látek atd.) (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

Zrno potravinářské pšenice bývá zařazováno buď pro výrobu pekárenských, nebo pečivářských výrobků. Rozdělení na tyto dvě kategorie je dáno normou ČSN 461100 - 2 (JIRSA ET. AL., 2011).

Požadavky, které musí splňovat zrno, aby mohlo být považováno za zrno potravinářské pšenice, uvádí ČSN 461100 - 2 *Obiloviny potravinářské - Část 2: Potravinářská pšenice*. Kromě požadavků na fyzikální a chemické vlastnosti zrna uvádí ČSN také metody zkoušení těchto vlastností.

Pšenice musí být vyžralá, zdravotně nezávadná, bez živých škůdců a cizích pachů. Dále nesmí obsahovat naplesnivělá nebo plesnivá zrna a zrna poškozená sáním ploštic, nesmí být nakažena snětí *Tilletia spp.* (KŘEN ET. AL., 1998).

Vlastnosti hodnocené u potravinářské pšenice jsou

- **Vlhkost** (podle ČSN ISO 712)
 - **Objemová hmotnost** (ČSN ISO 7971–2)
 - **Obsah dusíkatých látek v sušině** (ČSN 46 1011–18)
 - **Číslo poklesu** (ČSN ISO 3093)
 - **Sedimentační index** (ČSN ISO 5529)
 - **Příměsi a nečistoty** (ČSN 46 1011–6).
- (BUREŠOVÁ, PALÍK, 2004)

2.6.1 Technologická jakost pšenice

PELIKÁN, SUKOVÁ (1998) uvádí, že technologická jakost pšenice tvoří znaky a vlastnosti uplatňující se při zpracování zrna pšenice ve mlýnech na mouku a při zpracování mouky v pekárnách, těstárnách a pečivárnách na výrobky k přímému konzumu.

V oblasti technologické kvality potravinářské pšenice tak jde konkrétně o znaky popisující mlynářskou a pekařskou hodnotu.

Detailnější přístup pro hodnocení technologické jakosti pšenice najdeme v oblasti odrudového zkušebnictví. ÚKZÚZ v současnosti deklaruje 4 kategorie potravinářské pšenice (E - elitní, A - kvalitní, B - chlebová, C - nevhodná pro výrobu kyn. těst) s jasnými hraničními kritérii vybraných parametrů pro pekařské využití (DVOŘÁČEK ET. AL., 2012).

Při stanovení technologické jakosti pšenice hodnocená kritéria dělíme obvykle na

- a) **znaky mlynářské jakosti** - objemová hmotnost, HTZ, podíl plných zrn, tvrdost zrna, sklovitost, obsah popela, pokusný zámel.
- b) **znaky pekařské jakosti** - obsah bílkovin, obsah mokrého lepku, sedimentační hodnota, číslo poklesu, pekařský pokus, fyzikální vlastnosti těsta.

(PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998)

Snahou hodnotit surovinu podle vlastností finálního výrobku se začaly využívat metody přímé a nepřímé (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Přímými metodami jsou pokusný zámel a pokusné pečení. Přímé metody, zvláště pokusné pečení, jsou náročné na zařízení, na prostor, na čas potřebný k provedení zkoušek i personál. Proto se v běžné praxi dává přednost používání metod nepřímých, které neposuzují jakost mouky komplexně, ale pouze její určitou vlastnost (KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011).

Nepřímé metody lze znázornit takto

- Příjem zrna do mlýna,
- Vizuální posouzení zrna (vyrovnanost, pach, škůdci),
- Obsah příměsí a nečistot,
- Objemová hmotnost, podíl plných zrn, HTZ, tvrdost zrna, sklovitost zrna,
- Obsah vody,
- Obsah popela v sušině,
- Stav sacharido-amylázového komplexu,
- Obsah mokrého lepku (resp. obsah bílkovin),
- Jakost lepku.

(KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011)

2.6.2 Metody stanovení jakosti pšenice

Praktické hodnocení kvality je podmíněno vlastnostmi, které se dají měřit a představují pouze část všech charakteristik produktu. Hodnocení kvality je dáno vnějšími znaky a vlastnostmi a též vnitřními ukazateli jakosti (PETR, 2001).

- **Znaky obilní masy** - rozlišujeme zkoušky smyslové (barva, chuť, pach) a objektivní (vlhkost, příměsí a nečistoty atd.).
- **Znaky mlynářské jakosti**
- **Znaky pekařské jakosti**

Mlynářská jakost

Mlynářská hodnota zrna obilovin je určována anatomickými a morfologickými znaky, obsahem zásobních látek a vnitřní strukturou (PRUGAR, HRAŠKA, 1986). Rozdílné výsledky při mletí - podíl předních mouk, množství odpadu jsou ovlivněny velikostí a tvarem zrna, velikostí a hloubkou podélné rýhy. Preferuje se zrno velikostně vyrovnané, s hladkým povrchem, mělkou rýhou a tenkými obaly (PŘÍHODA ET. AL., 2003).

Hodnocení zrna je charakterizováno objemovou hmotností, hmotností 1000 zrn a podílem plných zrn. Tyto znaky jsou považovány za nejdůležitější mlynářské ukazatele. (FAMĚRA, HRUŠKOVÁ, 2000).

- **Stanovení objemové hmotnosti** podle ČSN ISO 7971 - 2.
Výsledek se vyjadřuje v g/l^{-1} . Je ukazatelem mlynářské jakosti a souvisí s výtěžností mouky. Závisí na odrůdě, pěstitelských podmínkách, ročníku, vlhkosti, polehlosti a zdravotním stavu. Při deštivém počasí v době sklizně rychle klesá. Na objemovou hmotnost má vliv i znečištění. Důležitou podmínkou správného stanovení objemové hmotnosti je proto předběžné vysušení zrna na požadovanou vlhkost a odstranění příměsí a nečistot (HORČIČKA ET. AL., 2001).

- **Stanovení hmotnosti tisíce zrn** (absolutní hmotnost)

V české legislativě neexistuje platná norma pro stanovení HTZ, obecně platí norma ISO 520 (PRUGAR ET. AL., 2008). Stanoví se buď odpočítáváním 2×500 zrn bez výběru a zvážením, nebo objektivněji odvážením určitého množství zrna (asi 40 g) spočítáním zrn a přepočtem na hmotnost 1000 zrn (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Je ovlivněna odrůdou, podmínkami ročníku a čištěním (ZIMOLKA ET. AL., 2005).
- **Stanovení tvrdosti zrna**

Významný ukazatel mlynářské jakosti. Souvisí s chemicko-fyzikálními vlastnostmi endospermu (PRUGAR ET. AL., 2008). Metody stanovení tvrdosti pšenice jsou vázány na speciální zařízení, např. Brabenderův tvrdoměr jako doplňkové zařízení Do Corderu. Zde se vyjadřuje tvrdost WHI (Wheat Hardness Index) ukazatelem, který se získá výpočtem ze záznamu křivky a podílu propadu sítem 0,140 mm. Podle metody AACC 55 - 30 se tvrdost vyjadřuje jako PSI (Particle Size Index). Metoda PSI slouží jako referenční pro kalibraci NIR analyzátorů, jimiž průmyslové mlýny tento znak pšenice sledují (JIRSA ET. AL., 2006).
- **Stanovení sklovitosti**

Provádí se podle ČSN 46 1011, část 11. Sklovitost je spojována s vysokým obsahem bílkovin a tvrdými typy pšenice (FAMÉRA, HRUŠKOVÁ, 2000). Je podmíněna způsobem uložení škrobových zrn v buňkách endospermu (PRUGAR, HRAŠKA, 1986). Sklovitost se stanovuje buď řezem obilek (farinatodem), nebo prosvětlováním (diafanoskopem). Obilky sklovité jsou na řezu tmavé, rohovité, při prosvícení průsvitné. Moučnaté obilky jsou na řezu bílé, drobné a při prosvícení tmavé. K vyjádření čísla sklovitosti se sečtou obilky sklovité a polovina obilek poloskvovitých. (PETR, 2001)
- **Stanovení podílu plných zrn**

Provádí se podle ČSN 46 1011, část 7. Podíl plných zrn představuje hmotnostní procento zrn, které nepropadnou sítem s velikostí otvorů $2,5 \times 22$ mm po odstranění zlomků a mechanicky neodstranitelných nečistot (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).
- **Stanovení obsahu popela**

Provádí se podle ČSN 56 05 12, část 8; ČSN ISO 2171. Popelcem rozumíme anorganický zbytek po spálení celozrnného šrotu při teplotě $900 \text{ °C} \pm 25 \text{ °C}$ (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Je to významný ukazatel umožňující rozlišení jednotlivých druhů mouky podle stupně vymletí. Souvisí s technologií výroby mouky T - 550, je v rozmezí 0,45 - 0,60 %. (ZIMOLKA ET. AL., 2005)

- **Stanovení mlynářské kvality zrna pokusným zámelem**

Je jediným přímým postupem stanovení mlynářské jakosti pšenice. Pro hodnocení odrůd potravinářské pšenice a zařazování do jakostních tříd E, A a B patří výtěžnost mouky T - 550 z laboratorního zámelu mezi doplňková kritéria v rámci odrůdového zkušebnictví EU i u nás (PRUGAR ET. AL., 2008). Pokusný zámel je standardizován pouze v šesti normách AACC (American Association of Cereal Chemists) ve variantách pro měkkou a tvrdou pšenici a pro laboratorní mlýny Quadrumat Jr. Brabender a MLU 202 Buhler. Režim přípravy vzorku pšenice před mletím a vlastní mletí ovlivňuje výtěžnost mlýnských výrobků a jejich granulaci, množství a kvalitu bílkovin, obsah popela, stupeň poškození škrobu atd. Přípravu pšenice před laboratorním mletím nezbytně tvoří dvě operace - odstranění příměsí a nečistot a hydrotermická příprava, zahrnující úpravu vlhkosti, homogenizaci a odležení. (HRUŠKOVÁ ET. AL., 2006)

Pekařská jakost

Pekařskou jakostí rozumíme ty znaky a vlastnosti pšeničného zrna, které se projevují až při zpracování mouky v pekařské technologii a zejména hotovém výrobku (pečivu), tvaru, v jeho objemu, pórovitosti, kyprosti apod. (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998) Pekařská kvalita potravinářské pšenice je určena znaky souvisejícími s množstvím hlavních složek, tj. bílkovin a škrobu, a jejich chováním v definované suspenzi nebo standardně připraveném těstě (PŘÍHODA ET. AL., 2003).

Při hodnocení pekařsko-technologických vlastností pšeničného zrna a mouky sledujeme hlavně sílu mouky, jako souhrnný pojem pro komplex vlastností mouky, které rozhodují o fyzikálních a fyzikálně-chemických vlastnostech těsta. (PRUGAR, HRAŠKA, 1986)

Od 1.7.1998 byl přijat návrh změn kritérií hodnocení potravinářské pšenice pro pekárenské zpracování ve formě ČSN 46 1100 -2, změna 1. Hodnotící kritéria se dělí podle významu na hlavní a doplňková (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

Hlavní kritéria - rozhodující pro zařazení odrůdy do jakostní skupiny:

1. Rapid Mix test
2. Obsah bílkovin ($NL \times 5,7$)
3. Sedimentační test (Zelenyho test, dříve SDS test)
4. Číslo poklesu
5. Objemová hmotnost
6. Vaznost mouky

Doplňková kritéria pro zpřesnění popisu kvality odrůdy:

1. Obsah mokrého lepku
2. Farinografické údaje (vývin těsta, stabilita těsta, pokles stability těsta)
3. Obsah popela v zrně pšenice
4. Tvrdost zrna
5. Hmotnost tisíce zrn
6. Výtěžnost mouky T - 550
(NOVOTNÝ, HUBÍK, 2006)

Hlavní kritéria

1. Rapid Mix test - pekařský pokus

Hlavní a nejdůležitější zkouškou technologické jakosti pšenice pro pekárenské použití je pekařský pokus (HUBÍK, MAREČEK, 2002). V současné době je v UKZÚZ kvalita potravinářské pšenice hodnocena podle norem EU, které předepisují hodnocení kvality odrůd v pekařském pokusu metodou „Rapid Mix test“. (ZIMOLKA ET.AL., 2005) U upečeného pečiva se zjistí pomocí speciální metody objem pečiva a přepočítá se na 100 g mouky. Zjistí se tak měrný objem pečiva v ml. Čím je tento měrný objem pečiva vyšší, tím je odrůda pšenice vhodnější pro pekárenskou výrobu (HUBÍK, MAREČEK, 2002).

2. Obsah bílkovin (NL × 5,7)

Provádí se podle ČSN 56 00 20 - ISO 1871 Zemědělské a potravinářské výrobky. Obsah bílkovin, tj. veškerý obsah dusíkatých látek, převedených mineralizací podle Kjeldahla na anorganickou amonnou formu a následně stanovených destilací. Obsah dusíku se přepočte na bílkoviny po vynásobení faktorem 5,7 (pro potravinářskou pšenici a mlýnské výrobky) (KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011). Pro stanovení obsahu hrubých bílkovin v zrně je možné využít i nechemické NIR (reflektance v blízké části infračerveného spektra) a NIT (transmitance v blízké části infračerveného spektra) metody, popřípadě spalovací metody podle Dumase v instrumentální modifikaci. V tomto případě je nutné provést kalibraci na standardní metodu podle Kjeldahla. Obsah bílkovin v zrně je silně ovlivněn především ročníkovými vlivy, průběhem klimatu, použitou agrotechnikou a úrovní zásobenosti půdy minerálními živinami, především dusíkem a draslíkem (HUBÍK, MAREČEK, 2002).

3. Sedimentační test

Do české legislativy byl zaveden jako první v roce 1998 SDS test podle ČSN 46 1021 a pro hodnocení jakosti potravinářské pšenice se od roku 2000 používá Zelenyho test podle ČSN ISO 5529 (PRUGAR ET. AL., 2008). Sedimentační test určuje kvalitativní viskoelastické vlastnosti lepkové bílkoviny. Má průkazný vysoký kladný korelační koeficient k objemu pečiva a obsahu hrubých bílkovin v zrně. Podle používané dezintegrace zrna, roztoků činidel a způsobů míchání můžeme rozlišit sedimentační test podle Zelenyho a SDS testu. (HUBÍK, MAREČEK, 2002). Test je založen na schopnosti lepku bobtnat v kyselině mléčné nebo v jiných chemikáliích (kyselině octové, dodecylsulfátu sodnému - SDS). Jakost pšenice či mouky charakterizuje výška sedimentu v ml, která je odvislá od množství a jakosti (bobtnavosti) bílkovin (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Pro hodnocení potravinářské pšenice Zelenyho testem je nezbytné standardně připravit vzorek hladké mouky s obsahem popela do 0,60 % na předepsaném laboratorním mlýnku s dosažením min. výtěžnosti 10 % mouky propadlé sítím 150 µm (PRUGAR ET. AL., 2008).

4. Číslo poklesu (pádové číslo)

Provádí se podle ČSN ISO 3093. Pádové číslo je čas v sekundách od ponoření viskozimetrickým míchadlem specifikovaným způsobem a dále času potřebného k poklesu míchadla o určenou vzdálenost ve vodném gelu připraveném z mouky nebo celozrnného mletého materiálu (šrotu), který je obsažen ve viskozimetrické zkumavce, ve které dochází k ztekucení (KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011). Číslo poklesu charakterizuje vnitřní porůstání zrna, a tím i poškození endospermu zrna hydrolytickými enzymy s následkem nežádoucích změn technologické jakosti. Výsledkem je pečivo s vlhkou lepivou střídou. Číslo poklesu by u potravinářské pšenice nemělo klesnout pod hranici 220 s. Škodlivost procesů porůstání je dána degradací zásobních látek a destrukcí zrna, která může způsobit i redukci HTZ o 10 - 30 % a narušení skladby bílkovin. Ke stanovení čísla poklesu jsou používány tělískové viskozimetry Falling Number (Perten Instruments) 1100 a 1700. Pro zpřesnění stanovení je vyráběn přístroj na přípravu suspenze (Shakematic) (PRUGAR ET. AL., 2008).

5. Objemová hmotnost (viz. kapitola Mlynářská jakost)

6. Vaznost mouky

Je závislá na obsahu hrubé bílkoviny a bobtnavosti mokrého lepku. Ovlivňuje výtěžnost a stabilitu těsta (ZIMOLKA ET. AL., 2005). V menší míře se na vaznosti podílejí další složky mouky (pentozany a poškozený škrob). Pokud vaznost pšeničné mouky kolísá, pekař

obtížně určuje přidavek vody do těsta a výsledkem mohou být příliš tuhá nebo naopak příliš volná těsta (KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011).

Doplňková kritéria

1. Obsah mokrého lepku

Provádí se podle ČSN ISO 5531, ČSN 46 1011. Lepková bílkovina vzniká v procesu hnětení těsta ze zásobních bílkovin endospermu zrna. Obsah lepkové bílkoviny spolu s jejími viskoelastickými vlastnostmi se podílejí na technologické jakosti potravinářské pšenice (NOVOTNÝ, HUBÍK, 2006). Lepek je soubor bílkovin obilného zrna ve vodě nerozpustných, převážně gliadinů a gluteninů. Po navlhčení se vytváří v těstě souvislá lepková mřížka, která je tažná a pružná. To umožňuje těstu zvětšovat svůj objem působením kvasných plynů. Při pečení se pak utváří pórovitost pečiva (PETR, LOUDA, 1998). Postup stanovení obsahu mokrého lepku je mezinárodně standardizován - ICC 137 (pro pšeničné mouky) a ICC 155 (pro pšeničný šrot), kde je předepsáno použití přístroje Glutomatic Perten (Prugar et. al., 2008). Obsah mokrého lepku lze také hodnotit pomocí NIR techniky, ručního vypírání a vypírání pomocí karuselového vypírače (KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011). Tento parametr je ovlivněn agroekologickými opatřeními, především dusíkatým a draselným hnojením (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

2. Farinografické údaje

Provádí se podle ČSN ISO - 1 (56 01 14). Princip hodnocení je založen na měření změn odporu těsta při hnětení. Těsto z kvalitní mouky řídne při hnětení zvolna, což se projevuje na farinografu nepatrným poklesem (ZIMOLKA ET. AL., 2005). Farinograf je přístroj, který zaznamenává odpor těsta při hnětení za definovaných podmínek, kterými jsou velikost hnětanky, počet otáček lopatek a teplota. K pšeničné mouce se přidává destilovaná voda do vytvoření těsta maximální konzistence (500 B. j. - Brabenderových jednotek) a těsto se dále hněte po stanovenou dobu. Průběh hnětení se registruje v podobě farinografické křivky. Množství přidané vody k mouce potřebné k dosažení maximální konzistence se označuje jako farinografická vaznost mouky. Vyjadřuje se v procentech vztažených na hmotnost mouky (KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011).

Pro hodnocení pekařských vlastností pšenice se dále používají přístroje resistograf, mixograf a Do Corder fy Brabender, Promylograf T 6 fy Egger, konsistograf fy Chopin a Reomixer fy Reomix Inst. (PRUGAR ET. AL., 2008).

3. **Obsah popela** (viz. kapitola Mlynářská jakost)
4. **Tvrdość zrna** (viz. kapitola Mlynářská jakost)
5. **Hmotnost tisíce zrn** (viz. kapitola Mlynářská jakost)
6. **Výtěžnost mouky T - 550**

Je významné mlynářské kritérium, stanovuje se mlecím pokusem a hodnotí se výtěžnost mouky T - 550 (PETR, LOUDA, 1998).

2.7 Požadavky na jakost pšenice pro pečivářské využití

Pečivárny vyžadují mouku přesně stanovených jakostních parametrů, což lze zabezpečit mletím vybraných odrůd vypěstovaných odpovídajícím způsobem. Pro dosažení kýžených cílů je nezbytná dohoda zpracovatelů s pěstiteli (PRUGAR ET. AL., 2008). Zásadní rozdíl v surovině pro kynuté pečivo (chléb a bílé pečivo) a surovině pro pečivářské účely je právě v tom, že se nežadá velký objem pečiva. Další požadavky jsou již technologického charakteru. Např. se musí dosahovat stejnoměrné hmotnosti pečiva a křehkosti. Těstová hmota musí být dobře zpracovatelná. Oplatková hmota musí být schopna dávkování tryskami, a proto nemůže obsahovat shluky lepku (PETR, 2001).

Základní kritéria hodnocení jakosti pšenice pro pečivářské využití lze shrnout následovně: obsah bílkovin v znu max. 11,5 %; měkká textura endospermu - nízká tvrdość zrna; sedimentační test v prostředí SDS nižší než 45 ml (v současném znění ČSN je tento test nahrazen Zelenyho testem s hodnotou nejvýše do 25 ml); číslo poklesu minimálně 220 s; viskoelastické vlastnosti těsta - nutnost vysoké tažnosti a nízkého odporu těsta k tažnosti, tj. alveografický poměr rezistence/tažnost v intervalu 0,35 - 0,70; vaznost mouky v rozmezí 52 - 56 % a deklarace odrůdy (NOVOTNÝ, JUREČKA, HUBÍK, 2000).

V zemích EU jsou požadavky na jakost pečivářské pšenice definovány obdobným způsobem. Nemá-li mouka požadované jakostní parametry, musí se to řešit úpravou receptury až při samotné výrobě např. dodáním škrobu při vysokém obsahu bílkovin, nebo enzymatickými přípravky (PRUGAR ET. AL., 2008).

Pro pěstování pečivářských odrůd jsou vhodné oblasti řepařské, obilnářské i bramborářské s přiměřenou dávkou dusíku v rozmezí 70 - 80 kg na 1 ha (podle úrodnosti půdy a předplodiny), aby nedošlo ke zvýšení obsahu bílkovin (PETR, 2001).

2.8 Faktory ovlivňující jakost potravinářské pšenice

Technologická kvalita zrna obilovin je podmíněna zejména geneticky, tj. souborem dědičných vlastností dané odrůdy. Jakost konkrétní vypěstované partie obilovin je však významně ovlivněna také prostředím, což kromě agrotechnických postupů, zahrnuje také vliv počasí, včetně úrovně hnojení. Vliv má také výskyt chorob a škůdců i skutečnost, zda byl porost polehlý, a řada dalších faktorů (JIRSA, POLIŠENSKÁ, PALÍK, SEDLÁČKOVÁ, 2012).

Faktory působící na jakostní kritéria lze rozdělit na:

- **vnitřní** - genetické vlastnosti odrůdy,
- **vnější** - pěstitelská oblast, ročník, agrotechnika, výživa atd.

(DIVIŠ ET. AL., 2000)

2.8.1 Vnitřní faktory

- **Odrůda**

Dominantním způsobem ovlivňuje některé parametry jakosti potravinářské pšenice. Kvalitní pšeničná surovina je tedy dána především odrůdovou skladbou pšenic (ZIMOLKA ET. AL., 2005). U odrůd zapsaných ve státní odrůdové knize ČR je jakost stanovena v průběhu zkoušení užitné hodnoty a dále se upřesňuje v rámci pokusu pro Seznam doporučených odrůd (zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby). Odrůdy se zařazují do skupin jakosti na základě dosažené úrovně hlavních parametrů jakosti v průběhu tříletého zkoušení pro registraci. Pro hodnocení se používá převod absolutních hodnot do devíti bodové stupnice (HORÁKOVÁ, DVOŘÁČKOVÁ, MEZLÍK, 2015).

Praktické požadavky na potravinářskou pšenici se soustřeďují na zrna s dostatečným obsahem kvalitního lepku, s dobrými mlecími vlastnostmi a především vyhovující tvrdostí zrna. Tyto jakostní parametry pšenice závisí na odrůdě a jejich geneticky zafixovaných vlastnostech (MUCHOVÁ, 2001). Podle ČERNÝHO, ŠAŠKA (1996) se dědivost objemu lepku odhaduje na 60 - 90 %, pružnosti lepku na 70 - 74 %, množství lepku na pouhých 24 - 44 %, avšak dědivost celkové jakosti lepku na 66 - 72 %. MUCHOVÁ (2001) uvádí, že odrůda se na množství lepku podílí z 24 % a pěstitelské podmínky ze 75 %. Na jakost lepku má odrůda podíl až 68 %, prostředí 32 %. Pro kompletní zajištění jakosti pšenice je třeba dodržovat správnou volbu vhodných odrůd v souvislosti s jejich rajonizací a užitkovým směrem (ŠOTNÍKOVÁ, 2007).

Při výběru vhodné odrůdy může pěstiteli pomoc tzv. „Seznam doporučených odrůd“, kterým se naplňuje ustanovení § 38 zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin (HORÁKOVÁ, DVOŘÁČKOVÁ, MEZLÍK, 2015).

2.8.2 Vnější faktory

Technologická jakost pšeničného zrna je ovlivněna řadou přírodních činitelů. K nejvýznamnějším faktorům řadíme teplotu, vlhkost, sluneční svit a průběh srážek. Dalším významným faktorem kromě stanoviště a plasticity dané odrůdy je agrotechnika. Důležité je již samotné zařazení pšenice v rámci osevního sledu, příprava půdy před setím, volba výsevu a termín výsevu, základní hnojení při předset'ové přípravě půdy (PRUGAR ET. AL., 2008). Dále jde o optimální organizaci porostu, tj. hustotu porostu, která by nevedla k polehnutí a výskytu listových a klasových chorob a dosáhlo se většího podílu předního zrna (PETR, HÚSKA, 1997). Významnou roli sehrává ošetřování v průběhu vegetace a do kvality zrna se promítají také podmínky sklizně (PRUGAR ET. AL., 2008).

• Klimaticko-půdní a povětrnostní podmínky

Průběh počasí během vegetace ovlivňuje prakticky všechny parametry nutriční a technologické kvality pšeničného zrna. Ideální průběh počasí, který má pozitivní vliv na výnos a pekárenskou kvalitu zrna, je charakterizován dostatečnými srážkami do fáze kvetení s následnou vyšší teplotou vzduchu bez výrazných výkyvů a s přiměřenou, ale ne příliš vysokou vlhkostí půdy. K dobré kvalitě přispívá teplé a suché počasí ke konci období tvorby zrna, ne ale s extrémně vysokými teplotami (MUCHOVÁ, 2001).

Úhrn srážek výrazně ovlivňuje obsah bílkovin v zrně a tím i celkovou jakost. Vlhké počasí v období tvorby obilky podporuje výnos, ale vyvolává snížení obsahu dusíkatých látek a zhoršení ostatních znaků jakosti. Vysoký výnos a dobrou jakost zrna zajišťují bohaté srážky do fáze kvetení s následnou vyšší teplotou vzduchu a přiměřenou vlhkostí. Při dozrávání je nejpříznivější teplé a suché počasí směřující k vyšší tvorbě bílkovin (PRUGAR ET. AL., 2008).

Teplota a vlhkost se také významně podílejí na utváření fyzikálně-chemických vlastností bílkovin. Z hlediska vlivu teploty na tvorbu kvality zrna jsou velmi důležitá období, metání a kvetení. Optimum se pohybuje v rozmezí 18 - 20 °C. V době nalévání zrna nejsou žádoucí teploty nad 30°C. Ve fázi dozrávání působí nejpříznivěji teploty 22 - 25 °C (PRUGAR ET. AL., 2008).

BEZDÍČKOVÁ A HŘIVNA (2007) uvádějí, že sluneční světlo pomáhá zvyšovat intenzitu fotosyntézy, podporuje tvorbu zrn a hromadění sacharidů, bílkovin a dalších látek.

Extrémní teploty a nedostatek vody mohou způsobit nejen vážné sklizňové ztráty, ale také snížení kvality zrna (ZHANG A KOL., 2013).

Půdní podmínky

Ve většině oblastí, kde se daří pěstovat kvalitní potravinářskou pšenici, jsou úrodné půdy, převážně černozemě i lužní typy v kukuřičné oblasti a černozemní a hnědozemní půdy na spraších v řepařské oblasti. Jde o půdy spíše těžší až střední, jílovité, jílovitohlinité a písčito-hlinité (PETR, 2001).

• Pěstební technologie

Pěstební technologie, zejména předplodina, způsob založení porostu, jeho regulace, výživa a ochrana proti plevelům, chorobám a škůdcům jsou významnými faktory, které ovlivňují prakticky všechny parametry nutriční a technologické kvality pšeničného zrna (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Předplodina

Technologickou kvalitu pšeničného zrna významně ovlivňuje i předplodina. Předplodina vytváří podmínky pro rozvoj kořenové soustavy pšenice. Podstatně mění fyzikální vlastnosti půdy, které jsou důležité pro růst a vývin biomasy, ale také pro tvorbu klasu a zrna (PRUGAR, HRAŠKA 1986). Velmi dobrými předplodinami pro ozimou pšenici jsou širokolisté plodiny, případně plodiny hnojené hnojem. V našich podmínkách je nejvhodnější vojtěška, díky velkému množství posklizňových zbytků, které zanechává v půdě. Pozvolna se uvolňující dusík všech bobovitých plodin je dobře využíván především v období tvorby zrna, tedy ve fázi, která rozhoduje o celkové jakosti. Bobovité rostliny pozitivně ovlivňují fyzikálně-chemické vlastnosti půdy a příznivě působí na redistribuci fosforu, draslíku i ostatních živin z hlubších vrstev do orniční vrstvy (HŘIVNA, RICHTER, 2000).

Zpracování půdy

Podle podmínek pěstování a zvolené podnikové technologie lze způsoby zpracování půdy obecně charakterizovat jako:

- **Klasické** - orba, předseťová příprava, setí,
- **Minimalizační** - radličkoví podmítač, setí,
- **Setí do nezpracované půdy** - bezorebný secí stroj,

Technologie zpracování půdy před setím je závislá především na technickém vybavení jednotlivých pěstitelů (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Při tradičním zpracování půdy je třeba věnovat zvýšenou pozornost již podmítce z hlediska hloubky, doby a způsobu provedení a dále brát v úvahu půdní druh, předplodinu, vlhkostní a teplotní podmínky a druhovou zaplevelenost pozemku. Včasnost podmítky umožňuje rychlejší tlení posklizňových zbytků a rychlé vzejití plevelů. Orba v celém orničním profilu zlepšuje fyzikální stav půdy, zvyšuje pórovitost a vzdušnost. Umožňuje vsakování dešťové vody, čímž umožňuje povrchový odtok.

Specifický přístup vyžadují minimalizační technologie. V případě suchého podzimu, kdy pšenice trpí nedostatkem vody, přispívají k jejímu lepšímu vzcházení (PRUGAR ET. AL., 2008).

- **Setí**

Kvalita zasetí porostu představuje základ úspěšnosti dalšího vedení porostu po celou vegetaci (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009). Doba setí a výsevek se na jakostních ukazatelích potravinářské pšenice mohou též projevit (PETR, LOUDA, 1998). U dnešních moderních odrůd, které mají delší vegetační dobu než odrůdy před 20 - 30 lety, se příznivě projevuje na jakosti spíše včasné setí. Tím se poněkud prodlouží období tvorby obilek, které jsou větší, s větším podílem předních zrn, vyšším obsahem lepku. Při včasné setí vytvoří rostliny mohutný kořenový systém a tak mohou lépe přijímat živiny a vodu (PETR, 2001).

DIEPENBROCK (2000) uvádí, že pro jakostní skupiny potravinářských odrůd pšenice E -elitní a A -kvalitní je vhodný normální termín setí (10.10.), protože při časném setí se u nich nemusí dosáhnout zvýšeného výnosu.

Tomu je třeba přizpůsobit i výsevek, který by se měl pohybovat do 3 MKS. ha⁻¹. Jeho výše se stupňuje úměrně s opožděním termínu setí, a to od průměrného 3,5 - 4,5 až do vysokého 5,5 - 6 MKS. ha⁻¹. Doporučené výsevky u všech odrůd ozimé pšenice se pohybují v rozmezí 350 - 500 obilek na 1 m². Co se týče hloubky setí, tak jako optimální je udávána hloubka 30 - 50 mm. (PRUGAR ET. AL., 2008).

- **Hnojení**

Dostatek živin ovlivňuje nejvýrazněji výnos zrna. Ovšem i vliv živin na jednotlivé znaky jakosti se ukázal jako významný, a to nejen u dusíku (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009). Dávky dusíku se v praxi pohybují u pšenice většinou od 60 do 120 kg. Dusíkaté hnojení je pro výnos a kvalitu velmi významné (PETR, 2001).

Základní hnojení dusíkem se provádí před setím a má za cíl zajistit nezbytně nutné množství dusíku k vytvoření silného, ale nepřerostlého porostu, který by dobře přezimoval. Na podzim přijímá ozimá pšenice za normálního průběhu počasí 10 - 12 % z celkově přijatých živin. V praxi se často tato dávka vynechává.

Cílem **regeneračního hnojení** je obnovení tvorby biomasy u zimou zesláblých rostlin, zahuštění porostu odnožováním, a tím vytvoření podmínek pro dosažení vyššího počtu klasů na jednotku plochy.

Důležitost **produkčního hnojení** spočívá v udržení vysoké produktivity porostu - počtu plodných odnoží a počtu kvítků na vzrostném vrcholu (PRUGAR ET. AL., 2008). Produkční dávka dusíku se pak posune do začátku sloupkování a má již vliv na nejen na produktivitu klasu, ale i na některé jakostní ukazatele pšenice (PETR, 2001).

Obecným doporučením v soustavě hnojení je pro potravinářskou pšenici tzv. **pozdní a kvalitativní přihnojení**, prvé v době metání, druhé v době kvetení (PETR, LOUDA, 1998). Pozdní kvalitativní přihnojení pozitivně působí na obsah bílkovin v zrně a produkci bílkovin. Přihnojením v období metání se zvyšuje HTZ (hmotnost

tisíce zrn). Pozdější přihnojení v době kvetení má vliv na obsah lepku (PRUGAR ET. AL., 2008).

Fosfor je důležitý ve výživě ozimé pekárenské pšenice, protože slouží mimo jiné jako energetický zdroj při syntéze bílkovin. Ovlivňuje tedy obsah bílkovin.

Draslík ovlivňuje transport dusíku v rostlině. Nedostatek draslíku snižuje kvalitu bílkovin a schopnost jejich ukládání v zrně pšenice (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Podle BUREŠOVÉ ET. AL. (2007) je hnojení **hořčíkem** zásobního charakteru. Má významné postavení při fotosyntéze nejen tím, že je součástí chlorofylu, ale také ovlivněním enzymových reakcí tohoto biochemického procesu (PRUGAR ET. AL., 2008).

Dostatečná zásoba **síry** v půdě je velice důležitá pro zabezpečení odpovídající pekařské jakosti (ovlivňuje enzymatickou aktivitu zrna, bobtnavost pšeničných bílkovin a obsah dusíkatých látek) (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Choroby, škůdci a plevele

Ochrana rostlin během vegetace je důležitou podmínkou vysokého výnosu a kvality sklizené suroviny. Pšenici může napadnout široké spektrum houbových a virových chorob, včetně živočišných škůdců. Nejlevnějším způsobem ochrany a zároveň aspektem, který umožní s minimálním vkladem udržet vysoký výnos a kvalitu produktu pěstované odrůdy, je použití odolných odrůd (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

Ochrana rostlin proti chorobám má v současné době různé podoby, jsou k dispozici různé strategie. Bohužel, obilniny patří k plodinám, u kterých stále převládá chemická ochrana, v praxi velmi často aplikovaná podle zažité šablony a nikoli podle potřeby. V posledních letech však sílí tlak na omezení používání pesticidů (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010). Proto z důvodu dosažení udržitelného používání pesticidů vznikla novela rostlinolékařského zákona č. 199/2012 Sb., na jehož základě je od 1.1.2014 povinné pro všechny profesionální uživatele dodržování zásad integrované ochrany rostlin (ANONYM 11, 2012).

Těžiště ochrany proti chorobám se soustřeďuje na jarní a časně letní období. Porost je třeba monitorovat každý týden a k zásadním krokům přistupovat na počátku infekce (platí především pro padlí a bráničnatku pšeničnou). Je třeba počítat podle hladiny intenzity choroby s jedním nebo dvěma vstupy, neboť specifikem pěstování pekárenské pšenice je důraz na dokonalou ochranu klasu. Druhý krok by měl být zaměřen na eliminaci klasových chorob, hlavně fuzarióz, které produkují nebezpečné mykotoxiny (BUREŠOVÁ ET. AL., 2009).

Živočišnými škůdci jsou obilniny poškozovány nepravidelně a většinou se hospodářsky významný výskyt objevuje jen na některých porostech, ojediněle jsou významné ztráty způsobené škůdci plošně v rámci ČR. Ochrana je samozřejmě účinná pouze při včasném zjištění poškození, a proto je důležité pravidelně

kontrolovat porosty a snažit se odhalit včas případný výskyt škůdců (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010).

Výskyt plevelů v obilninách je pravidelný a vyžaduje každoroční herbicidní ošetření. Při regulaci plevelů se berou v úvahu hladiny škodlivosti (HĀNI ET AL., 1993). Jedině dobře zasetý a vyrovnaný porost obilnin s dostatečným zdrojem živin je schopen konkurovat plevelům (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010).

○ **Nejvýznamnější houbové choroby v porostech pšenice**

○ **skupina chorob pat stébel**

- pravý stéblolam (*Ramulispora herpotrichides*),
- kořenomorka obilná (*Rhizoctonia cerealis*),
- fuzarióza stébel (*Fusarium spp.*),
- černání kořenů (*Gaeumannomyces graminis*),

○ **skupina listových chorob**

- padlí travní (*Blumeria graminis*),
- braničnatka plevová (*Stagonospora nodorum*),
- helminthosporiíza pšenice (*Helminthosporium tritici-repentis*),
- askochyta pšenice (*Ascochyta hordei var. triticina*),
- rez plevová (*Puccinia striiformis*),
- rez pšenice (*Puccinia recondita f. sp. tritici*),
- rez travní (*Puccinia graminis*),

○ **choroby klasů a choroby s příznaky na klasech**

- běloklasost pšenice způsobená chorobami pat stébel,
- fuzariózy klasů (*Fusarium graminearum atd.*),
- braničnatka plevová (*Stagonospora nodorum*),
- padlí v klase (*Blumeria graminis*),
- sněť mazlavá (*Tilletia caries*),
- sněť zakrslá (*Tilletia controversa*).

Rez plevová (*Puccinia striiformis*) - žlutá rzivost

Rez travní (*Puccinia striiformis*) je závažné onemocnění, které se vyskytuje v mnoha pěstitelských oblastech pšenice, zejména v oblastech s vyšší nadmořskou výškou a chladnějším podnebím (MAAROOF, FAYADH, FATTAH, 2014).

Mezihostitel této rzi není znám. Rez se udržuje z jednoho vegetačního období do druhého ve formě urediospor a dikaryotického mycelia. Mezi odolností odrůd jsou velké rozdíly. Rez může napadat i plevelné trávy. Její šíření na pšenici na jaře začíná dříve než u rzi pšeničné (PRIGGE, GERHARD, HABERMEYER, 2006).

Rez plevová je nejranější ze rzí, která se vyskytuje obvykle od fáze DC 32, při silném infekčním tlaku i dříve. Optimum pro její vývoj je 9 °C, začátek růstu od 2 °C. Kupky jejich výtrusů jsou světle žluté a tvoří vždy souvislé řetězky uspořádané podél nervatury (mezi nervy). Kupučky jsou velmi drobné. Napadá též klasy, plevy, pluchy a osiny. V pozdějších růstových fázích se na všech napadených částech rostlin vytvářejí čárkovitá hnědočerná ložiska teleutospor, krytá pokožkou listu. Případnou ochranu je pak možné spojit s ochranou proti chorobám pat stébel (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

Padlí travní (*Blumeria graminis*)

Padlí travní (*Blumeria graminis*) je jedním z hlavních onemocnění pšenice, které je rozšířeno ve všech pěstitelských oblastech pěstování obilnin. Má zásadní vliv na redukci výnosu a výnosových prvků, především snižuje počet zrn v klasu. Vyšší škody jsou však tam, kde se pšenice pěstuje intenzivně, hlavně při vyšších dávkách dusíku (COTUNA ET. AL., 2015).

Jedná se o obligátního parazita. Houba přezimuje ve formě mycelia na živých pletivech ozimů, zejména na spodních pochvách. Silněji bývají napadeny především raně seté porosty. Na jaře houba vytváří kupky konidioforů a velké množství konidií přenášených větrem na velké vzdálenosti (PRIGGE, GERHARD, HABERMEYER, 2006).

Nepohlavní vývojové stadium vytváří bezbarvé, oválné, na koncích mírně zploštělé výtrusy - oidie. Ty se tvoří na povrchu napadeného pletiva hostitele v řetězcích. Plodnička pohlavního stádia je kleistothecium. Z kleistothecia vyrůstají vlákna (přívěsky). V plodničce jsou vřeska s askosporami (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010).

Nejvíce a nejdříve jsou napadeny spodní starší listy. Kupky padlí na mladých listech odnožujících rostlin jsou bělavé a obsahují jen konidie. Kupky padlí na starších listech v době metání jsou šedé a tvoří se v nich černé tečkovité útvary - kleistothecia (PRIGGE, GERHARD, HABERMEYER, 2006).

• Sklizeň a posklizňová úprava

O jakosti potravinářské pšenice rozhoduje i sklizeň a posklizňová úprava. Již určení doby sklizně je důležité. Nejvhodnější je sklizeň v době žluté zralosti. Odrůdy náchylnější k porůstání sklízíme přednostně (PETR, LOUDA, 1998). PRUGAR ET. AL. (2008) uvádí, že optimální termín sklizně pšenice je dán obsahem vody v obilkách a dokončuje se snižování vlhkosti zrna i slámy. Podle ČSN 46 1100 -2 je základní hodnota vlhkosti zrna 14 % a snahou pěstitelů je sklízet porosty s vlhkostí zrna příliš nepřekračující tuto hranici.

Opožděná sklizeň snižuje obsah lepku i jeho jakost. Horší nebezpečí je v možném napadení polními houbami, především rodu *Fusarium* a *Alternarium*, které

se pak hodnotí tzv. výskytem barevných změn na obilkách (PETR, 2001). Největší nebezpečí jak pro potravinářské, tak pro krmné využití pšenice spočívá v produkci mykotoxinů (PRUGAR ET. AL., 2008).

Také seřízení sklízecí mlátičky musí respektovat požadavky na jakost potravinářských obilovin, aby byl co nejmenší podíl poškozených zrn (PETR, LOUDA, 1998).

Posklizňová úprava spočívá v čištění a zejména sušení obilí s vyšší vlhkostí. Sušení musí být prováděno citlivě, tak aby nedošlo k poškození enzymů, což je důležité hlavně u osiva (teplota náhřevu do 40 - 50 °C, teplota sušícího media 90 - 120 °C). Platí zásada, že čím vyšší vlhkost, tím nižší teplota sušícího media a teplota náhřevu zrna (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

Základním životním procesem zrna je dýchání. Při dýchání dochází k enzymatické oxidaci vysokomolekulárních látek (hlavně sacharidů), při které se uvolňuje oxid uhličitý, voda a energie (teplo). Hlavním úkolem řízeného procesu skladování je co nejvíce omezit dýchání zrna a udržovat zrno ve stavu tzv. anabiózy. Vlhkost a teplo mají negativní vliv na uchovatelnost zrna. Zvyšující se vlhkost zrna působí na enzymatické procesy související s klíčením, které mají stejně nepříznivé důsledky na jakost jako skrytá porostlost v době dozrávání. Vlivem hydrolytických enzymů dochází k narušení škrobových zrn a struktur lepkových bílkovin.

Vlhčí zrno také umožňuje rozvoj klíčení spór plísní, činnost kvasinek a bakterií. Nejzávažnějšími jsou rody plísní *Penicillium* a *Aspergillus*, které produkují toxiny (aflatoxin, ochratoxin) při vlhkosti obilí 13 - 18 % a při teplotách 10 - 50 °C (PRUGAR ET. AL., 2008). Pro skladování je tedy důležité vytvořit takové podmínky, které by zamezily množení mikroorganismů.

Dalším významným krokem při posklizňové úpravě je čištění od prachu a hrubých příměsí (KADLEC, MELZOCH, VOLDŘICH, 2009).

Působení skladištních škůdců spočívá jednak v přímých hmotnostních ztrátách požerem zrna a jednak vede ke zdravotní závadnosti skladovaného produktu kontaminací exkrementy. Předpokladem úspěšného boje se skladištními škůdci je čistota skladů, technologického zařízení a nepřítomnost škůdců v naskladňovaném produktu. Po vyskladnění zrna je důležitá asanace skladu s dezinfekcí a deratizací. Hlavními škůdci jsou roztoči (moučný, ničivý a zhoubný), brouci (pilous, lesák, potěmník, korovník atd.), motýli (zavíječ aj.). V halových skladech se mohou vyskytovat hlodavci (potkan, krysa, myš), případně i ptáci (PRUGAR ET. AL., 2008).

2.9 Výhody a nevýhody konzumace pečiva

Obilná zrna a obilné produkty byly od pradávna významnou součástí každodenní výživy člověka. V obilninách jsou obsaženy látky, které jsou nenahraditelným zdrojem energie pro činnost a růst lidského organismu. Kromě základních živin (sacharidy, bílkoviny, tuky) obsahují vitamíny, minerální látka,

esenciální mastné kyseliny, rostlinné enzymy, vlákninu atd. Nejvíce těchto hodnotných látek je obsaženo v celém zrně a v celozrnných produktech.

Bílá mouka je velmi ochuzená o tyto látky a člověk její konzumací přijímá pouze prázdnou energii bez výživné hodnoty (ANONYM 3, 2015).

STAŇKOVÁ (2014) uvádí, že úskalím pečiva je právě jeho složení. Mouka, tuk, cukr, jsou důvodem, proč by nemělo být konzumováno ve větším množství. Je pravda, že celozrnná mouka je zdravější, než bílá (obsahuje vlákninu, minerály a vitamíny), nicméně kalorická hodnota, a tedy efekt naší hmotnosti má celozrnné i bílé pečivo srovnatelný.

Někteří vědci tvrdí, že náš genom se nestačil trávení a zpracování obilí přizpůsobit. Tím lze také částečně vysvětlit stále se zvyšující výskyt celiaků - osob, které špatně tráví lepek. LAŠTOVIČKOVÁ (2011) uvádí, že lepek (gluten) je bílkovinný komplex obsažený v povrchové části obilných zrn pšenice, ječmene, žita a ovsa. Tento bílkovinný komplex odolá trávení, při celiakii reaguje s bílými krvinkami a vyvolává tak negativní imunitní reakci našeho organismu. Naš imunitní systém vytváří autoprotilátky - ty pak společně s lepkem reagují a poškozují sliznici tenkého střeva a další tkáně či systémy.

I když byl lepek v obilí přítomný i v minulosti, v původních, nešlechtěných plodinách je jeho obsah mnohem nižší, než v dnešní pšenici (STAŇKOVÁ, 2014).

Celiakie ani Duhringova dermatitida nejsou v současné době vyléčitelné. Bezlepkovou dietou odstraníme projevy těchto nemocí, ale samotnou nemoc nevyлéčíme. Proto musíme bezlepkovou dietu dodržovat neustále.

Bezlepková dieta představuje úplné vyloučení lepku (glutenu) z potravy. Lepek je obsažen v pšenici, žitu, ječmeni a ovsu. Je tedy nutné vyřadit veškeré potraviny, které jsou z těchto obilovin vyrobeny.

Lepek neobsahují brambory, rýže, kukuřice, luštěniny, sója, pohanka, jáhly, amarant, které je možné používat jako náhradu za potraviny obsahující lepek (ANONYM 4, 2015).

Na závěr lze dodat „...co pro jednoho je potravou, pro jiného je jedem“
Lukrecius

3. Cíl práce

Cílem práce bylo posoudit odolnost vůči porůstání zrna jako základního kvalitativního parametru potravinářské pšenice u vybraných odrůd ozimé pšenice. Dílčím cílem bylo fenologické pozorování porostu, sledování zdravotního stavu jednotlivých odrůd, po sklizni vyhodnotit i ostatní ukazatele kvality zrna (vlhkost, objemová hmotnost, obsah NL a Zeleného test).

4. Metodika práce

Na základě cíle práce byl stanoven metodický postup. Pokus byl založen ve vegetačním období 2014/2015 na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, metodou znáhodněných bloků. Během vegetace byla prováděna fenologická pozorování a sledování zdravotního stavu porostu ozimé pšenice. Po sklizni byly vyhodnoceny základní výnosové prvky (počet klasů na m², počet zrn v klasu, HTZ), číslo pádu jako základní ukazatel kvality zrna a doplňkové byly hodnoceny i ostatní ukazatele kvality (obsah NL, Zelenyho test, objemová hmotnost, vlhkost). Celkem bylo pro pokus vybráno 9 odrůd ozimé pšenice. Pokus byl založen ve třech opakování. Ve výsledkové části se pracuje s průměrnými hodnotami získaných dat. Data byla vyhodnocena v programu STATISTICA 12.

4.1 Charakteristika odrůd

Do pokusu byly vybrány tyto liniové odrůdy:

Bohemia, Carmina, Diadem, Evina, Rytmus, Secese, Seladon, Turandot, Tosca.

Bohemia

Raná odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny vysoké až velmi vysoké. Vhodná do všech výrobních oblastí. Odolná proti vyzimování, středně odolná proti poléhání. Dobrý zdravotní stav, středně odolná proti většině chorob, odolná proti braničnatce plevové v klasu, středně odolná k fuzarióze, méně odolná vůči rzi travní. Má kvalitní pekařské vlastnosti - vysoký obsah N- látek, vysoká hodnota Zelenyho testu. Zrno velké, HTZ vysoká. Registrace v roce 2007.

Carmina

Pozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny jsou vyššího vzrůstu. Vysoce výnosná ve všech výrobních oblastech. Středně odolná proti poléhání. Dobrá mrazuvzdornost. Středně až dobře odnožující. Odolná proti rzi pšeničné a padlí travnímu v klasu, středně odolná proti padlí travnímu na listu, braničnatkám a fuzariózám klasu. Vysoká HTZ. Registrace v roce 2014.

Diadem

Poloraná odrůda ozimé pšenice s vysokým výnosem, stabilní pekařskou jakostí (A) a výbornou mrazuvzdorností. Odrůda má střední délku rostliny s průměrnou odolností k poléhání. Má velmi dobrou odolnost proti vyzimování. Dosahuje vysokých hodnot objemové hmotnosti, dobrého a stabilního obsahu dusíkatých látek. Hodnota čísla poklesu je vysoká a stabilní, jedná se tedy o odrůdu s velmi dobrou odolností k porůstání. Hodnoty Zelenyho testu a vaznosti mouky jsou velmi dobré. Vykazuje dobrou odolnost k významným houbovým chorobám. Je

odolná až středně odolná proti padlí travnímu na listech i v klasu, rzi plevové, listovým skvrnitostem a klasovým fuzariózám. Registrace v roce 2011.

Evina

Polopozdní odrůda elitní (E) kvality středního vzrůstu. Dosahuje vysokého výnosu zrna ve všech výrobních oblastech. Je plastická, vhodná do všech výrobních oblastí. Rostliny s dobrou odnoživostí a dobrou odolností k poléhání. Střední zimovzdornost. Vysoká odolnost ke rzi pšeničné, travní a braničnatce plevové. Vysoká HTZ. Registrace v roce 2012.

Rytmus

Poloraná odrůda chlebové (B) jakosti. Vhodná pro pěstování ve všech pěstitelských oblastech. Střední délka rostlin s dobrou odolností k poléhání. Střední mrazuvzdornost. Zdravotní stav bez výrazných problémů. Vyšší odolnost ke rzi plevové a padlí travnímu. Odolnost ke rzi pšeničné střední až nižší. Vysoká odolnost k listovým skvrnitostem. Registrace v roce 2014.

Secese

Raná odrůda chlebové (B) jakosti a velmi dobrou odolností k poléhání. Má vysoký výnosový potenciál. Je vhodná do všech výrobních oblastí. Odrůda vykazuje dobrou odolnost k významným houbovým chorobám. Je středně rezistentní ke rzi plevové, rzi pšeničné, padlí travnímu a listovým skvrnitostem. Prokázala též střední odolnost ke klasovým fuzariózám. Je mírně náchylná ke rzi travní. Registrace v roce 2009.

Seladon

Středně raná odrůda chlebové (B) jakosti. Vykazuje dobrou odolnost k významným houbovým chorobám. Je středně rezistentní ke rzi plevové, rzi pšeničné, padlí travnímu a listovým skvrnitostem. Ke rzi travní a klasovým fuzariózám je mírně náchylná. Registrace v roce 2009.

Turandot

Polopozdní odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny středně vysoké a středně odolné k poléhání. Odrůda vhodná do všech výrobních oblastí. Výnosná, dobře reaguje na intenzivní způsob pěstování. Dobrý zdravotní stav, odolná proti fuzariózám v klase. Středně odnožující. Registrace v roce 2012.

Tosca

Polopozdní odrůda elitní (E) kvality. Rostliny jsou středně vysoké a středně odolné proti poléhání. Zrno středně velké až velké. Méně odolná proti napadení padlím travním na listu, středně odolná proti napadení padlím travním v klasu, středně až méně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi, středně odolná proti napadení braničnatkou plevovou v klasu, středně odolná proti napadení rzi pšeničnou. Objem pečiva vysoký, obsah dusíkatých látek středně vysoký až vysoký,

hodnota Zeleného testu vysoká, vaznost mouky středně vysoká, hodnota čísla poklesu vysoká, objemová hmotnost vysoká. Registrace v roce 2014.

4.2 Charakteristika stanoviště

Pokusné parcelky byly založeny na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Tab. č.1: Charakteristika pokusného pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

Kraj	Jihočeský
Výrobní oblast	Obilnářská
Nadmořská výška	380 m. n. m.
Půdní typ	Kambizempseudo-glejová (hnědá půda oglejená)
Půdní druh	Písčitohlinitý
Skeletovitost	0
Expozice	0
Kyselost (pH)	6,4
Klimatický region	Mírně teplá oblast (MT4), okrsek mírně teplý, vlhký
Roční průměrná teplota vzduchu	7,8 °C
Roční průměrný úhrn srážek	620 mm

4.3 Charakteristika ročníku

Tab. č. 2: Průměrné měsíční teploty a srážky v Českých Budějovicích

Měsíc	Průměrná teplota vzduchu (°C)		Úhrn srážek (mm)	
	2014/2015	Dlouhodobý průměr	2014/2015	Dlouhodobý průměr
Říjen	11,19	7,5	116,48	42
Listopad	6,53	2,9	30,56	44
Prosinec	2,91	-1,3	27,78	40
Leden	2,25	-2,5	79,77	34
Únor	0,5	-1	10,42	30
Březen	4,92	2,4	56,45	48
Duben	8,81	7,5	55,56	45
Květen	13,57	12,4	128,14	70
Červen	17,31	15,7	74,9	90
Červenec	21,65	17,3	56,9	82

Zdroj: Meteorologická stanice ZF JU

4.4. Založení maloparcelkového pokusu

Založení porostu v roce 2014

Počet opakování: 3

Plocha: 10 m²

Předplodina: brambory

Datum setí: 6. října 2014

Výsev: maloparcelkovým bezezbytkovým secím strojem značky Hege

Výsevek: 5 MKS/ha

Hloubka setí: 4 cm

Šířka řádků: 12,5 cm

Hnojení: 1. regenerační dávka: LAV 27,5 % N (40 kg č. ž.), 18.3.2015

2. produkční dávka: LAV 27,5 % N (40kg č. ž.), 23.4. 2015

Herbicidní ošetření: 29.10. 2014 postemergentní podzimní aplikace herbicidu Hurricane

Datum sklizně: 27.7.2015

Sklizeň: maloparcelkovou sklízecí mlátičkou WINTERSTEIGER ELITE

4.5 Sledování porostu během vegetace

Během vegetace byla prováděna fenologická pozorování, sledování tvorby výnosových prvků a zdravotního stavu jednotlivých odrůd ozimé pšenice v období 2014/2015.

4.5.1 Fenologická pozorování

Fenologická pozorování byla zjišťována během vegetace s využitím makrofenologické stupnice (00 - 99 DC).

4.5.2 Počet klasů na m²

Měření počtu klasů na m² bylo provedeno 24.7.2015 (DC 87), pomocí čtvrtmetrovky pokládané rovnoběžně ke směru řádků. Celkem byla provedena 2 opakování z každé parcelky. Zjištěný počet klasů byl vynásoben 4 krát.

4.5.3 Hodnocení zdravotního stavu

Během vegetace byl sledován zdravotní stav jednotlivých odrůd ozimé pšenice. Ke konci vegetace byly zjišťovány výskyty chorob a škůdců v těchto porostech. Sledování bylo provedeno dne 12.6.2015 (DC 65). Následně bylo vyhodnoceno procentuální napadení chorob jednotlivých odrůd.

4.5.4 Odběr vzorků před sklizní

Před sklizní pokusu bylo odebráno 2×10 klasů z každého opakování. Jednotlivé vzorky byly označeny. Připravené vzorky byly použity k posklizňovým rozborům.

4.6 Posklizňové rozborů vzorků

Posklizňové rozborů byly zjišťovány v laboratoři. V rozbořech se hodnotila vlhkost, skutečný a teoretický výnos, počet zrn v klasu a hmotnost tisíce zrn.

4.6.1 Počet zrn v klasu

Počet zrn v klasu se stanovoval u 20 průměrných klasů, odebraných z každé parcelky. Zjištěné hodnoty byly zprůměrovány.

Pomocí aritmetického průměru byl vypočítán průměrný počet zrn v klasu.

4.6.2 Hmotnost tisíce zrn

Hmotnost tisíce zrn byla stanovena u všech sledovaných odrůd v plné zralosti (vlhkost 14 %). Pro výpočet HTZ bylo odebráno 2×500 zrn, zváženo a následně byl vypočítán aritmetický průměr jednotlivých odrůd.

4.6.3 Skutečný výnos

Po sklizni pokusu bylo zrno zváženo na vahách a zjistil se skutečný výnos na jednu parcelku (10 m^2). Zjištěné hodnoty byly dále přepočítány na 1 ha a z těchto hodnot byl proveden aritmetický průměr jednotlivých odrůd. Skutečný výnos se zjišťoval u každého opakování.

4.6.4 Teoretický výnos

Teoretický výnos byl vypočítán z hlavních výnosových prvků. Konkrétně byl vypočítán z počtu klasů na jednotku plochy, počtu zrn v klasu a hmotnosti tisíce zrn.

Vzorec pro výpočet teoretického výnosu:

$$\text{Výnos v t/ha} = \frac{\text{průměrný počet klasů na } 1 \text{ m}^2 \times \text{průměrný počet zrn v klasu} \times \text{HTZ}}{100\,000}$$

4.7 Charakteristika vybraných metod stanovení jakosti pšenice

4.7.1 Stanovení vlhkosti

Vlhkost byla měřena 7 dní po sklizni (3.8.2015). Stanovena byla na vlhkoměru GAC 500 XT.

Násypka přístroje se naplní zkušebním vzorkem, poté zvolíme druh zrniny. Vytážením držadla propadne vzorek do měřící komory. Na displeji se objeví výsledek naměřené vlhkosti (v procentech).

Obr. č. 1: Vlhkoměr GAC 500 XT



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

4.7.2 Stanovení čísla pádu - ČSN ISO 3093

Po odstranění hrubých nečistot se vzorky pšenice semelou. Tím získáme potřebný šrot, který si v závislosti na vlhkosti vzorku navážíme. Pro obsah vody 10,2% se navážilo 6,55 g šrotu.

Navážené vzorky převedeme do viskozimetrické zkumavky a přidáme 25 ml destilované vody. Zkumavka se uzavře pomocí gumové zátky a asi 40 × se protřepe, tak aby se získala homogenní suspenze. Poté zátku vyjmeme a do zkumavky vložíme míchadlo. Zkumavka se vloží do přístroje Falling Number 1400, začne promíchávání a po 60 sekundách dojde k zastavení míchadla v horní poloze. Počítadlo se zastaví v okamžiku, kdy míchadlo klesne dolů. Výsledek se zobrazí na automatické počítadle (v sekundách).

Obr. č. 2: Falling Number 1400



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

4.7.3 Stanovení Sedimentačního indexu (Zeleného testu) - ČSN ISO 5529

Nejprve si připravíme vzorky pro mletí na laboratorním mlýnku FQC (100 g pšenice zbavené příměsí a nečistot). Po spuštění mlýnku otočením přepínače do polohy FORWARD se nastaví podávací štěrba na hodnotu 3 - 6. Po ukončení mletí a zastavení mlýnku otočením přepínače do polohy OFF je možné mlýnek otevřít a štětce očistit válce.

Po ukončení mletí, se z analytického vzorku odváží 3,2 g pšeničné mouky (s přesností na 0,05 g). Do sedimentačního válce se automatickou byretou přidá 50 ml bromfenolové modři a pomocí násypky se přidá 3,2 g pšeničné mouky. Sedimentační válec se uzavře zátkou a 5 × krátce protřepe, aby se mouka promíchala s roztokem.

Po protřepání se přístroj (Seditester) uvede do chodu. Po 5 minutách kývání se přístroj zastaví a ke vzniklé suspenzi se přidá automatickou byretou 25 ml sedimentačního činidla, válec se opět zazátkuje a přístroj se uvede do chodu. Po ukončení míchání se obsah válců nechá ve svislé poloze 8 minut sedimentovat a odečte se objem sedimentu.

Výpočet:

Přečtený objem sedimentu vyjadřuje sedimentační hodnotu v ml za předpokladu, že vlhkost analytického vzorku je v rozmezí 13,5 - 14,5%.

Je-li obsah vody v analytickém vzorku jiný, vypočítá se sedimentační hodnota podle vzorce:

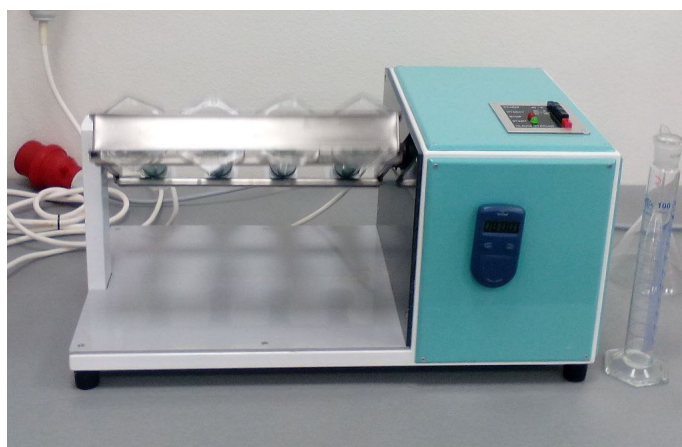
$$\text{Sedimentační hodnota} = \frac{\text{naměřená hodnota} \times 86}{\text{sušina}}$$

Obr. č. 3: Laboratorní mlýnek FQC



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

Obr. č. 4: Seditester



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

4.7.4 Stanovení N- látek dle Kjeldahla - ČSN 46 1011 - 18

Do vypalovacího tubusu navážíme 1 g vzorku, přidáme cca 4 g katalyzátoru a 10 ml koncentrované H_2SO_4 . Takto připravené vzorky vypalujeme v mineralizačním zařízení (Block digest) při $420\text{ }^{\circ}C$ do zelené barvy cca 1 hodinu. Poté co vzorek zezelená necháme ještě 30 minut zapnuto na $420\text{ }^{\circ}C$, pak vypneme a necháme v bloku ještě dalších 30 minut. Poté se vzorky nechávají chladnout s vodní vývěvou. Po ukončení destilace necháme vzorky zchladnout a zředíme je destilovanou vodou (cca 40 ml).

Mezitím si navážíme 5 g vzorku a dáme vypalovat při 130 °C do pece na 90 minut. Po 90 minutách odebereme vzorky do Exsikátoru. Po zchladnutí vzorky zvážíme a vypočítáme vlhkost.

Poté tubus vložíme do destilační komory (PRONITRO II.) a přidáme titrační baňku. Přístroj PRONITRO II. automaticky přidá kyselinu boritou a hydroxid sodný. Destilace trvá přibližně 8 minut. Po ukončení destilace odtáhneme z tubusu louh, zbytek vylijeme do odpadu. Odebereme baňku s připraveným vzorkem pro následnou titraci.

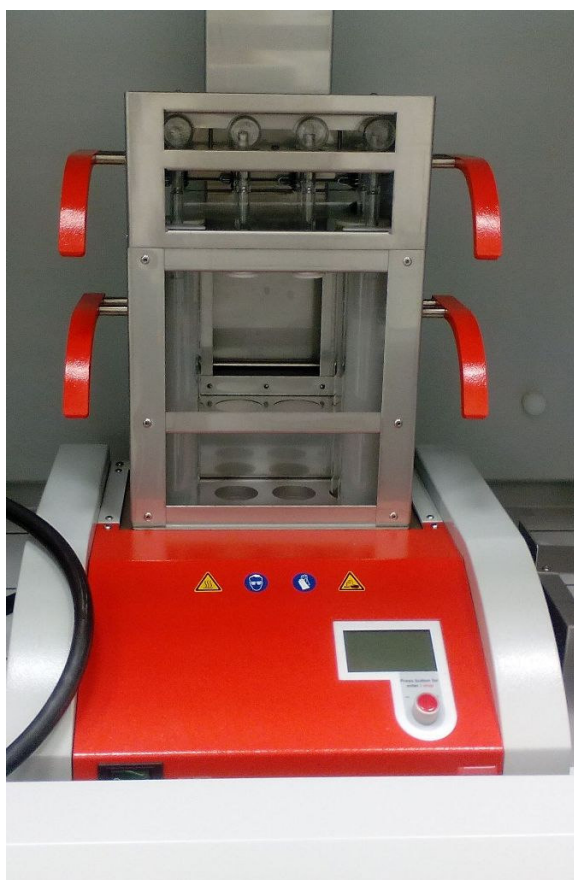
Titrujeme odměrným roztokem $c(1/2 \text{ H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ mol.l}^{-1}$. Vzorky titrujeme do fialové barvy a poté odečteme spotřebu H_2SO_4 .

Výpočet pro stanovení N- látek $\times 6,25$:

Faktor 0,2 M kyseliny sírové (0,9259) $\times 1,75 =$ konstanta pro výpočet N- látek (1,6203703)

% N- látek = konstanta \times spotřeba titrační kyseliny (0,2 M H_2SO_4)
navážka vzorku v g

Obr. č. 5: Mineralizační zařízení - Block digest



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

Obr. č. 6: Destilační komora - PRONITRO II.



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

4.7.5 Stanovení objemové hmotnosti - ČSN ISO 7971 - 2

Pro stanovení objemové hmotnosti byl použit přístroj na měření vlhkosti GAC 500 XT.

Násypka přístroje se naplní zkušebním vzorkem a zvolí se druh zrniny. Po vytažení držadla se vzorek propadne do měřicí komory. Na displeji se objeví výsledek naměřené hodnoty (v kg/hl^{-1}). Ze získaných hodnot vypočítáme aritmetický průměr a výsledek se přepočítá na g/l^{-1} .

4.8 Statistické vyhodnocení dat

Pomocí programu STATISTICA 12 bylo provedeno statistické vyhodnocení zjištěných hodnot výnosových prvků (počet klasů na m_2 , počet zrn v klasu a HTZ), skutečného výnosu, zdravotního stavu a jednotlivých ukazatelů kvality zrna. Jednotlivá data byla vyhodnocena jednofaktorovou analýzou variancí, pro vyjádření závislosti byla využita korelace a homogenní skupiny na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$. P-hodnota je hladina pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza (H_0), že dvě varianty sledování (úrovně znaku) se od sebe statisticky významně neliší. Je-li p-hodnota $< 0,05$ popř. $< 0,01$ nebo $< 0,001$, zamítáme H_0 a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný popř. velmi významný rozdíl, nebo velmi vysoce významný rozdíl.

5. Výsledková část a diskuze

5.1 Sledování během vegetace

Během vegetace byla prováděna pozorování porostů v jednotlivých růstových fázích, počítání klasů na m², dále sledování zdravotního stavu (výskyt chorob, škůdců, plevelů) a následné odebrání posklizňových vzorků.

ANONYM 9 (2015) uvádí, že rok 2014/2015 patřil mezi ročníky mimořádně teplé a podobně jako minulé ročníky přinesl i velmi nevyrovnaný průběh počasí. To se projevilo především v rozložení výskytu atmosférických srážek, kdy zejména ve druhé polovině ročníku docházelo na území ČR k nárůstu deficitu srážek. Kdy v průběhu letních měsíců byl výrazný nedostatek vody v půdě a objevil se prakticky na celém území ČR.

5.1.1. Fenologická pozorování

Tab. č. 3: Fenologická pozorování u odrůd ozimé pšenice v období 2014/2015

Růstové fáze	DC	Odrůdy
Klíčení	00	8.-12.10.2014
Vzcházení	10	19.-24.10.2014
Odnožování	20	16.-23.11.2014
Sloupkování	30	24.-30.3.2015
Metání	50	27.-31.5.2015
Kvetení	60	13.-19.6.2015
Žlutá zralost	87	21.-23.7.2015
Plná zralost	90	27.7.2015

U vybraných odrůd ozimé pšenice nastalo rovnoměrné vzcházení rostlin od 19.-24.10.2014. Období sloupkování bylo pozorováno 24.-30.3.2015 a kvetení jednotlivých odrůd od 13.-19.6.2015. Sklizeň proběhla v období plné zralosti, čemuž odpovídá termín 27.7.2015.

5.1.2 Hodnocení zdravotního stavu

V průběhu vegetace se v porostu vyskytovala hluchavka nachová (*Lamium purpureum L.*), violka rolní (*Viola arvensis L.*), merlík bílý (*Chenopodium album L.*), přeslička rolní (*Equisetum arvense L.*) a kakost maličkový (*Geranium pusillum L.*). Přičemž v počátečních fázích růstu se vyskytovala v porostu violka rolní (*Viola arvensis L.*) a kakost maličkový (*Geranium pusillum L.*). Pro regulaci zaplevelení v počátečním růstu ozimé pšenice byla využita postemergentní aplikace herbicidu Hurricane. V průběhu vegetace se jednotlivé plevelné druhy vyskytovaly především v kolejových meziřádcích.

Ze škůdců se v porostech ozimé pšenice sporadicky vyskytovali larvy kohoutka černého (*Oulema melanopus*) a mšice - kyjatky osenní (*Sitobion avenae*).

Výskyt těchto škůdců byl pod hranicí kritického čísla, proto nebyla využita chemická ochrana na regulaci těchto škodlivých činitelů.

V porostech ozimé pšenice se začaly během vegetace objevovat viditelné příznaky houbových onemocnění. Díky těmto příznakům bylo zjištěno že se jedná o rez plevovou (*Puccinia striiformis*) a padlí travní (*Blumeria graminis*). U jednotlivých odrůd ozimé pšenice došlo k procentickému hodnocení napadené listové plochy. Konkrétně byla hodnocena intenzita výskytu choroby u praporcového a podpraporcového listu. Vysoká intenzita výskytu rzi a padlí v porostu překročila ekonomický práh škodlivosti. Z tohoto důvodu byla tato práce zaměřena na houbová onemocnění a zjištění odolnosti vůči rzi a padlí u jednotlivých odrůd ozimé pšenice.

ANONYM 9 (2015) uvádí, že již od počátku jara 2015 po mírné zimě zemědělci bojovali s infekcemi feosferiové skvrnitosti pšenice (*Phaeosphaeria nodorum*), tradičně pak se středními infekcemi padlím (*Blumeria graminis*), tečkované listové skvrnitosti (*Pyrenophora tritici-repentis*), později od června se začaly lokálně objevovat i silné výskyty žluté rzivosti pšenice (*Puccinia striiformis*).

Napadení listů houbovými chorobami v pozdních fázích růstu a vývoje pšenice má zásadní význam pro tvorbu výnosu a výnosových prvků (TVARŮŽEK ET. AL., 2015).

Rez plevová - *Puccinia striiformis*

Jak uvádí TVARŮŽEK ET. AL. (2015), významným škodlivým způsobem se na jaře 2015 projevila rez plevová (*Puccinia striiformis*). V některých oblastech České republiky se zemědělci také setkali s výskytem silné epidemie rzi pšeničné (*Puccinia recondita*).

KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ (2010) uvádí, že ve větší míře se toto onemocnění objevuje jen v některých letech, větší pravděpodobnost výskytu je v letech s hodně teplým průběhem léta.

Ve sledovaných letech 2014/2015 bylo nadprůměrně teplé počasí. Hodnocení napadení jednotlivých odrůd bylo provedeno v červnu 2015, kdy tento měsíc vykázal v průměru vyšší teploty oproti roku 2014. Nejteplejším měsícem byl červenec (21,65 °C). Skutečnost že toto onemocnění se vyskytuje v letech s velmi teplým průběhem léta byla potvrzena i v pokusu. Vyšší teploty měly vliv na rozvoj rzi plevové (*Puccinia striiformis*) v porostu ozimé pšenice. Nejvyšší stupeň napadení u praporcového listu vykázala odrůda Carmina, naopak u podpraporcového listu byl zjištěn nejvyšší stupeň napadení u odrůdy Seladon. Nejnižší procento napadení praporcového a podpraporcového listu byl zjištěn u odrůdy Secese.

Odrůdy Rytmus a Diadem vykázaly odolnost (rezistenci) vůči rzi travní (*Puccinia striiformis*).

Tab. č. 4: Analýza variací procenta napadení rží plevovou (transformované hodnoty) u odrůd ozimé pšenice.

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Praporcový list					
Odrůda	1,37145	6	0,22858	23,571	0,00
Opakování	0,04166	2	0,02083	1,628	0,197523
Chyba	4,00494	413	0,00970		
Podpraporcový list					
Odrůda	1,11198	6	0,18533	15,050	0,000000
Opakování	0,01199	2	0,00599	0,404	0,667819
Chyba	5,08588	413	0,01231		

p-hodnota je hladina pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza (H_0), že dvě varianty sledování (úrovně znaku, počty klasů u odrůd pšenice) se od sebe statisticky významně neliší. Je-li p-hodnota $< 0,05$ popř. $< 0,01$ nebo $< 0,001$, zamítáme H_0 a mezi variantami sledování (úrovněmi znaku) je statisticky významný (*) popř. velmi významný rozdíl (**), nebo velmi vysoce významný rozdíl (***)

Statistické vyhodnocení analýzy variací procenta napadení rží plevovou u odrůd ozimé pšenice je vysoce průkazné $p < 0,05$. Mezi procentem napadení praporcového a podpraporcového listu ověřovaných odrůd je velmi vysoce významný rozdíl, viz. tab. č. 4. Mezi variantami sledování (opakování) u praporcového a podpraporcového listu nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl.

Tab. č. 5: Průměrné hodnoty napadení odrůd ozimé pšenice rží plevovou (transformované procentické hodnoty) s vyznačením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$

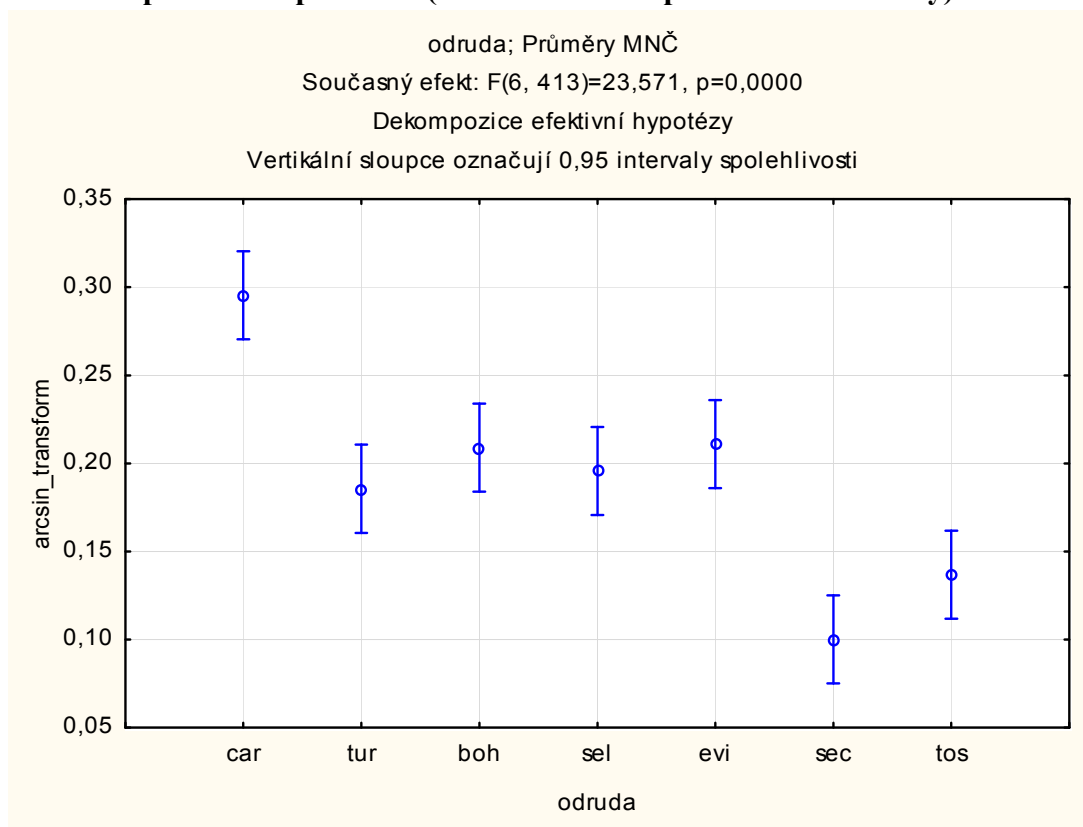
Praporcový list					
Odrůda	Průměrné hodnoty	Homogenní skupiny			
Secese	0,100167	****			
Tosca	0,136801		****		
Turandot	0,185608			****	
Seladon	0,195741			****	
Bohemia	0,208910			****	
Evina	0,210999			****	
Carmina	0,295397				****

Podpraporcový list					
Secese	0,129415	****			
Turandot	0,212296		****		
Carmina	0,215810		****		
Bohemia	0,236035		****	****	
Tosca	0,244761		****	****	
Evina	0,259332			****	
Seladon	0,300805				****

V parametru napadení odrůd pšenice rží plefovou u praporcového listu vykázaly odrůdy Carmina, Secese a Tosca statisticky významné rozdíly. Ostatní odrůdy v tomto parametru byly značně vyrovnané. Z jednotlivých odrůd vykázala nejvyšší procento napadení rží plefovou odrůda Carmina. Naopak nejnižší procento napadení rží plefovou vykázaly odrůdy Secese a Tosca, viz. tab. č. 5.

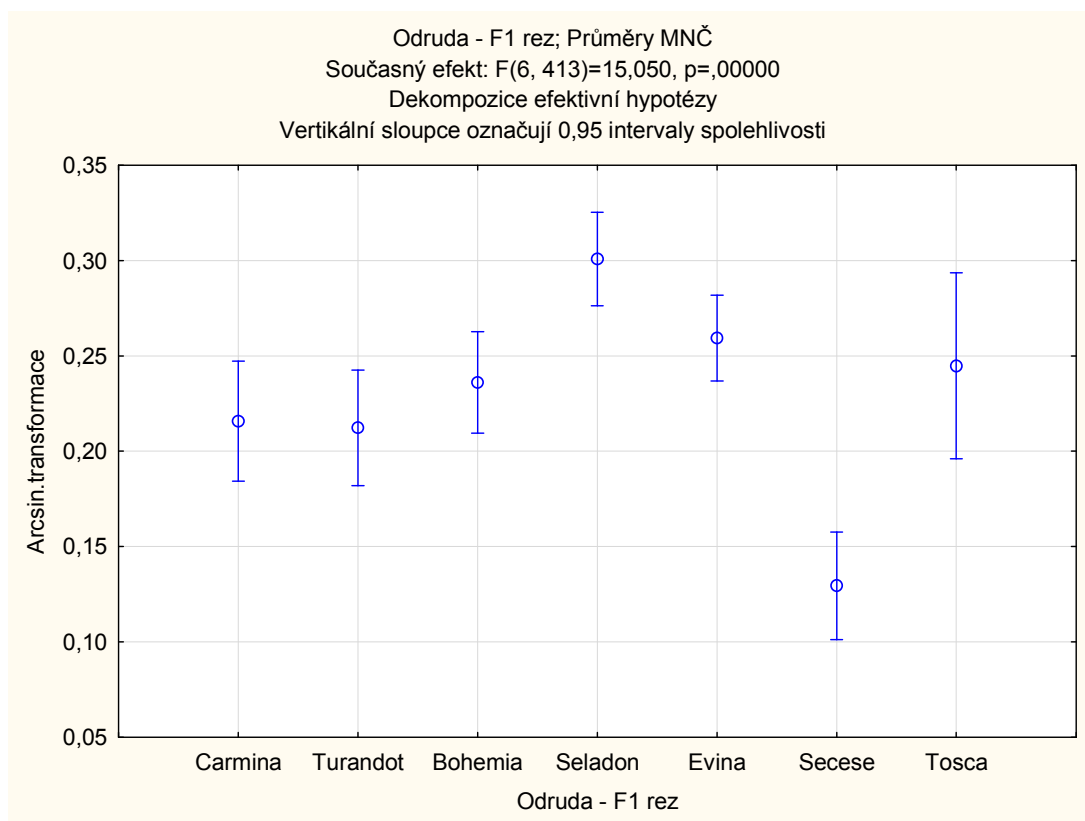
V parametru napadení odrůd pšenice rží plefovou u podpraporcového listu vykázaly odrůdy Seladon a Secese statisticky významné rozdíly. Ostatní odrůdy v tomto parametru byly vyrovnané. Nejvyšší procento napadení rží plefovou u jednotlivých odrůd vykázala odrůda Seladon. Naopak nejnižší procento napadení rží plefovou vykázala odrůda Secese, viz. tab. č. 5

Graf. č. 1: Průměrné hodnoty stupně napadení praporcového listu ozimé pšenice rží plefovou (transformované procentické hodnoty).



Z grafu č. 1 je vidět, že nejvyšší stupeň napadení rží plevovou u praporcového listu jednotlivých odrůd ozimé pšenice vykázala odrůda Carmina. Odrůdy Turandot, Bohemia, Seladon a Evina se od sebe statisticky významně nelišily. Naopak odrůdy Secese a Tosca vykázaly nejnižší stupeň napadení rží plevovou.

Graf. č. 2: Průměrné hodnoty stupně napadení podpraporcového listu ozimé pšenice rží plevovou (transformované procentické hodnoty).



Z grafu č. 2 je vidět, že nejvyšší stupeň napadení rží plevovou u podpraporcového listu jednotlivých odrůd ozimé pšenice vykázala odrůda Seladon. Odrůdy Carmina, Turandot, Bohemia, Evina a Tosca se od sebe statisticky významně nelišily. Nejnižší stupeň napadení rží plevovou vykázala odrůda Secese.

Padlí travní - *Blumeria graminis*

První příznaky tohoto onemocnění se mohou objevit již na podzim, především v teplejším počasí (KAZDA ET. AL., 2001).

TVARUŽEK ET. AL. (2015) uvádí, že obdobím největšího epidemického tlaku padlím travním (*Blumeria graminis*) v minulém roce bylo období kolem 20. června 2015.

Intenzita napadení padlím travním (*Blumeria graminis*) v porostu ozimé pšenice byla hodnocena v červnu 2015, kdy nejvyšší procento napadení

praporcového listu vykazala jako jediná nejnižší odolnost odrůda Tosca, naopak u podpraporcového listu vykazala vyšší intenzitu napadení odrůda Carmina a Bohemia.

Odrůdy Tosca a Secese vykazaly odolnost (rezistenci) vůči padlí travnímu (*Blumeria graminis*).

Toto onemocnění se projevuje téměř ve všech porostech, u něhož se liší pouze četnost napadených rostlin a intenzita onemocnění (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010).

Tab. č. 6: Analýza variací procenta napadení padlím travním u odrůd ozimé pšenice.

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Podpraporcový list					
Odrůda	2474,37	6	412,40	12,3884	0,000000
Opakování	115,09	2	57,55	1,4898	0,226621
Chyba	13748,34	413	33,29		

Statistické vyhodnocení analýzy variací procenta napadení padlím travním u odrůd ozimé pšenice je vysoce průkazné $p < 0,05$. Mezi procentem napadení podpraporcového listu ověřovaných odrůd je velmi vysoce významný rozdíl, viz. tab. č. 6. Mezi variantami sledování (opakování) u podpraporcového listu nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl.

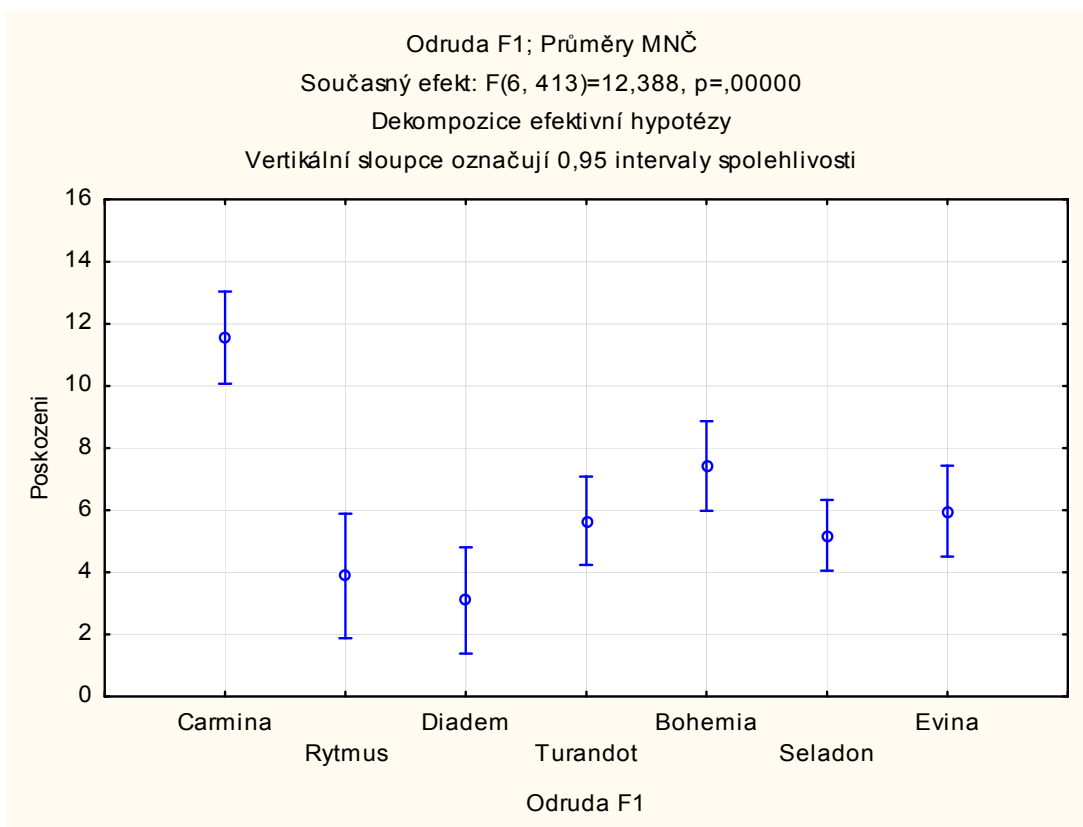
Při procentickém hodnocení napadení praporcového listu padlím travním, nebyla prokázána intenzita napadení listové plochy jednotlivých odrůd ozimé pšenice. Jedinou výjimkou byla odrůda Tosca, na jejímž praporcovém listu se vyskytovaly příznaky napadení padlím travním. Z čehož vyplývá, že odrůda Tosca vykazovala jako jediná nejnižší odolnost vůči tomuto houbovému onemocnění.

Tab. č. 7: Průměrné hodnoty napadení odrůd ozimé pšenice padlím travním – podpraporcový list – s vyznačením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$.

Odrůda	Průměrné hodnoty napadení	Homogenní skupiny			
Diadem	3,09091	****			
Rytmus	3,87500	****	****		
Seladon	5,19000		****		
Turandot	5,65625		****	****	
Evina	5,96667		****	****	
Bohemia	7,41935			****	
Carmina	11,55172				****

V parametru napadení odrůd pšenice padlím travním u podpraporcového listu vykázaly odrůdy Carmina, Diadem a Rytmus statisticky významné rozdíly. Nejvyšší procento napadení padlím travním u jednotlivých odrůd vykázala odrůda Carmina a Bohemia. Ostatní odrůdy v tomto parametru byly vyrovnané. Nejnižší procento napadení padlím travním vykázala odrůda Diadem a Rytmus, viz. tab. č. 7.

Graf. č. 3: Průměrné hodnoty stupně napadení podpraporcového listu ozimé pšenice padlím travním.



Z tohoto grafu je vidět, že nejvyšší stupeň napadení padlím travním u podpraporcového listu ozimé pšenice vykázala odrůda Carmina. Odrůdy Turandot, Bohemia, Seladon a Evina se od sebe statisticky významně nelišily. Přičemž odrůda Bohemia vykázala druhý nejvyšší stupeň napadení padlím travním. Naopak nejnižší stupeň napadení vykázaly odrůdy Diadem a Rytmus, viz. graf č. 3.

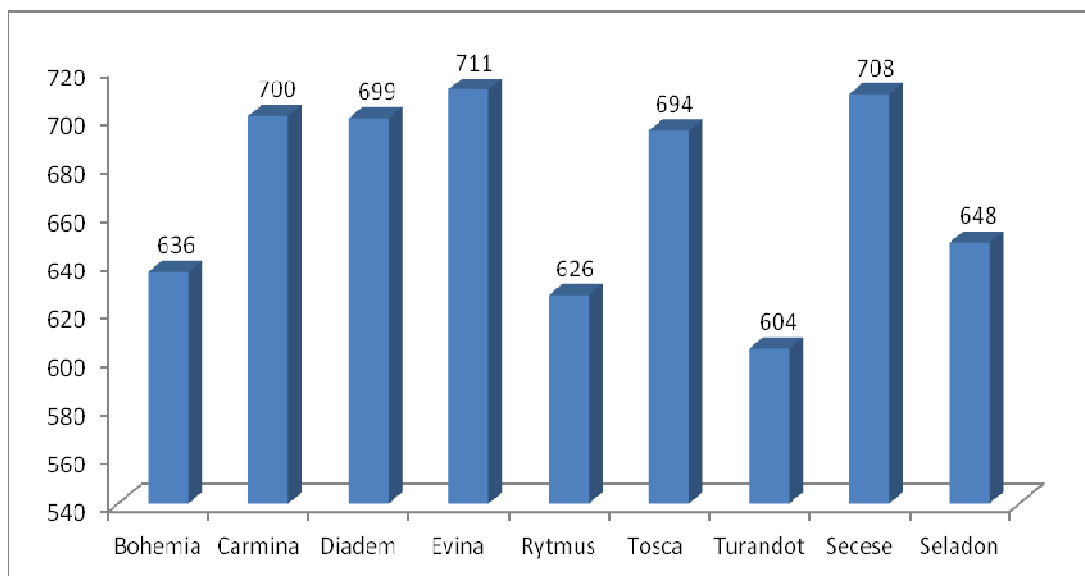
5.1.3 Počet klasů na 1 m²

Tab. č. 8: Základní statistiky souboru dat odrůdových charakteristik ozimé pšenice

Charakteristika	Počet klasů na m ² (ks)	Počet zrn v klasu (ks)	HTZ (g)	Vlhkost (%)	Skutečný výnos (t/ha)
Průměr	669,7037	45,15	51,22	13,14	8,77
Medián	678,0000	44,60	50,00	13,20	8,845
Směrodatná odchylka	592,0000	3,96	3,55	0,43	0,8826
Minimum	722,0000	37,05	45,00	12,40	7,4100
Maximum	44,20130	52,65	58,00	14,30	10,4600

V tab. č. 8 jsou shrnuty základní statistiky souboru dat výnosových prvků sledovaných odrůd ozimé pšenice.

Graf č. 4 Průměrný počet klasů na m² u odrůd ozimé pšenice (ks)



Počet klasů u jednotlivých odrůd ozimé pšenice byl hodnocen 24.7.2015 ve fázi kvetení. Z grafu č. 4 je vidět, že nejvyššího počtu klasů dosáhla odrůda Evina (711 ks/m²) Naproti tomu nejnižšího počtu klasů dosáhla odrůda Turandot (604 ks/m²).

Tab. č. 9: Analýza variací počtu klasů na m² u ověřovaných odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Počet klasů na m₂					
Odrůda	40413,63	8	576,88	8,76***	0,000075
Opakování	649,18	2	324,59	0,155	0,856975
Chyba	10384	18	577		

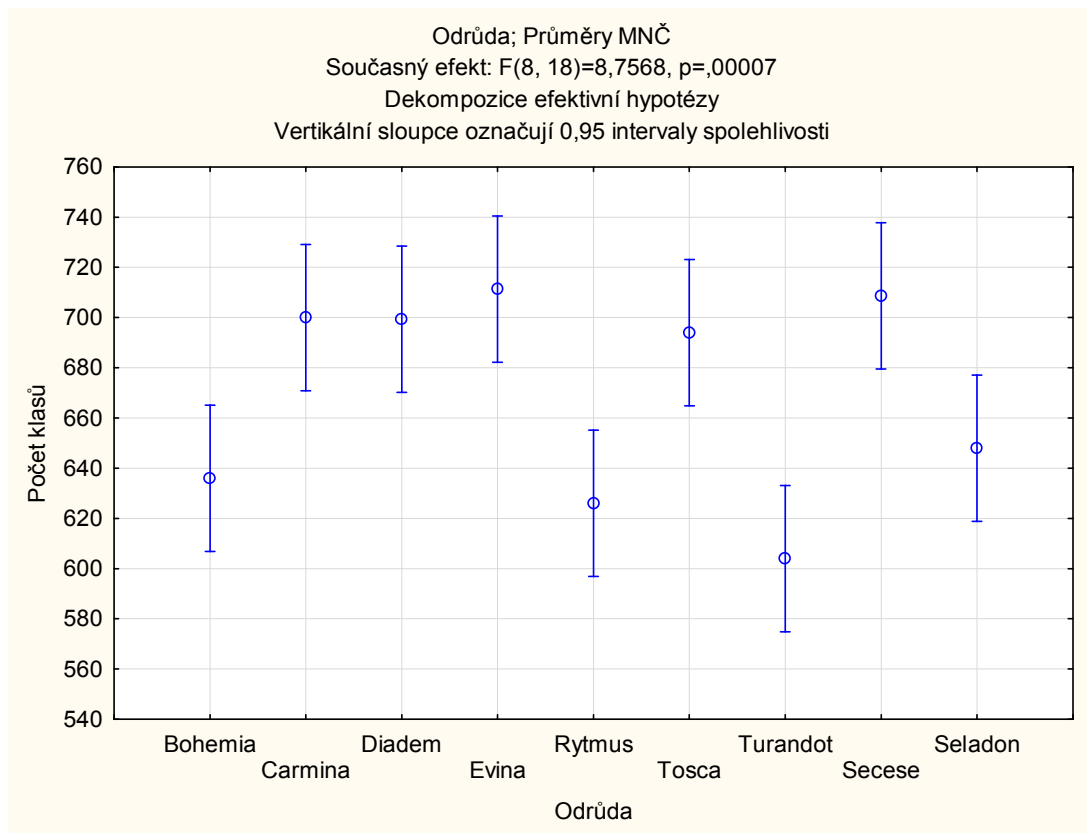
Z tab. č. 9 je patrné, že mezi sledovanými odrůdami byl zjištěn statisticky velmi významný rozdíl v počtu klasů.

Tab. č. 10: Průměrný počet klasů na m² u sledovaných odrůd ozimé pšenice s vyznačením homogenních skupin na hladině P_{0,05}

Odrůda	Průměrný počet klasů	Homogenní skupiny na hladině P _{0,05}		
Turandot	604,0000	****		
Rytmus	626,0000	****	****	
Bohemia	636,0000	****	****	
Seladon	648,0000		****	
Tosca	694,0000			****
Diadem	699,3333			****
Carmina	700,0000			****
Secese	708,6667			****
Evina	711,3333			****

V parametru počtu klasů na m² u sledovaných odrůd ozimé pšenice vykázaly statisticky významné rozdíly odrůdy Turandot, Secese a Evina. Nejvyšší počet klasů vykázala odrůda Evina. Naopak odrůda Turandot vykázala nejnižší počet klasů na m², viz. tab. č. 10.

Graf č. 4: Průměrný počet klasů na m² u sledovaných odrůd ozimé pšenice s vyznačením průměrů a 95% spolehlivosti



FAMĚRA (1993) uvádí, že na počet klasů na plošnou jednotku má velký vliv počasí (sucho), agrotechnika, způsob a termín setí, výživa (nedostatek živin), výskyt škůdců a chorob a konkurence mezi rostlinami.

V době sloupkování může počet odnoží přesahovat 2000 ks a v době sklizně by pak mělo zůstat 600 - 750 klasů na 1m² (PETR, HÚSKA ET. AL., 1997).

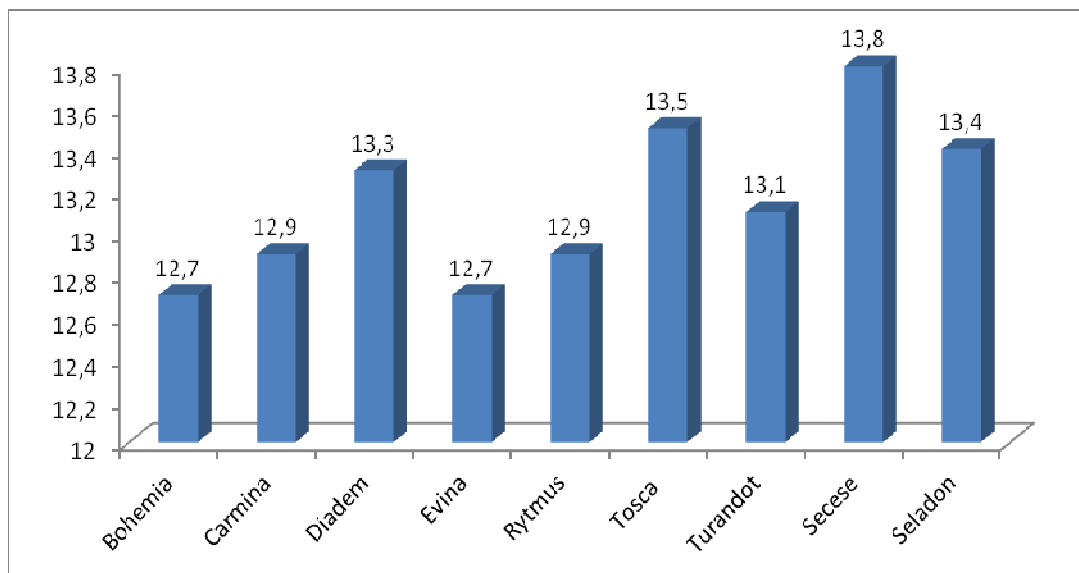
V době sklizně byl v pokusu zjištěn počet klasů na m² u jednotlivých odrůd v rozmezí od 604 do 711 klasů. To odpovídá rozmezí 600 - 750 klasů, které je dáno literaturou za optimální počet klasů na m² v době sklizně. Pouze odrůda Tosca vykázala vyšší počet klasů (794 klasů) oproti danému rozmezí 600 - 750 klasů na m².

Statisticky průkazně nejvyšší počet klasů vykázaly odrůdy Evina (711 ks/m²) a Secese (708 ks/m²), viz. graf č. 4. Od těchto odrůd se nejvíce odlišovaly odrůdy Turandot (604 ks/m²), Rytmus (626 ks/m²) a Bohemia (636 ks/m²), které také vykazovaly nejnižší počet klasů na m².

5.2 Posklizňové rozborů vzorků pšenice

5.2.1 Vlhkost zrna

Graf č. 5: Průměrná vlhkost zrna po sklizni (%)



Jak vyplývá z grafu č. 5, nejvyšší vlhkost zrna po sklizni měla odrůda Secese (13,8%). U ostatních odrůd se vlhkost po sklizni pohybovala od 12,7 % - 13,8 %. Nejnižší vlhkost vykazovaly odrůdy Bohemia a Evina (12,7 %).

Tab. č. 11: Analýza variací vlhkosti zrna ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota ¹⁾
Vlhkost					
Odrůda	3,892	8	0,486	10,8***	0,000018
Opakování	0,112	2	0,056	0,29	0,749230
Chyba	0,813	18	0,045		

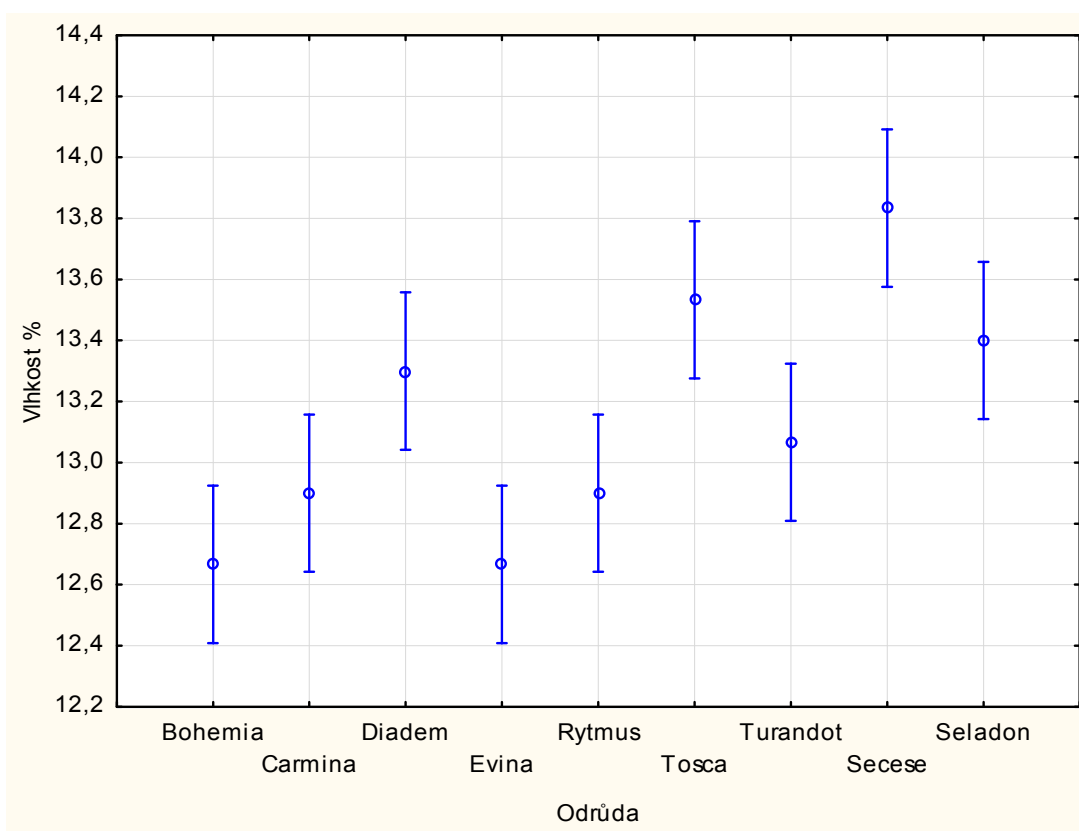
Jednotlivé odrůdy vykázaly statisticky velmi vysoce významný rozdíl, viz. tab. č. 11.

Tab. č. 12: Průměrná vlhkost po sklizni ozimé pšenice s vyznačením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$

Odrůda	Průměrná vlhkost v %	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$				
Evina	12,66667	****				
Bohemia	12,66667	****				
Rytmus	12,90000	****	****			
Carmina	12,90000	****	****			
Turandot	13,06667		****	****		
Diadem	13,30000			****	****	
Seladon	13,40000			****	****	
Tosca	13,53333				****	****
Secese	13,83333					****

Jednotlivé odrůdy v tomto parametru byly značně vyrovnané, viz. tab. č. 12. Kromě odrůd Evina, Bohemia a Secese náležely všechny do více jak jedné homogenní skupiny. Z jednotlivých odrůd vykázaly největší vlhkost odrůdy Secese

Graf č. 6: Průměrná vlhkost při sklizni u odrůd pšenice ozimé s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



Pro potravinářskou pšenici je stanovena vlhkost normou ČSN ISO 712 na 14 %.

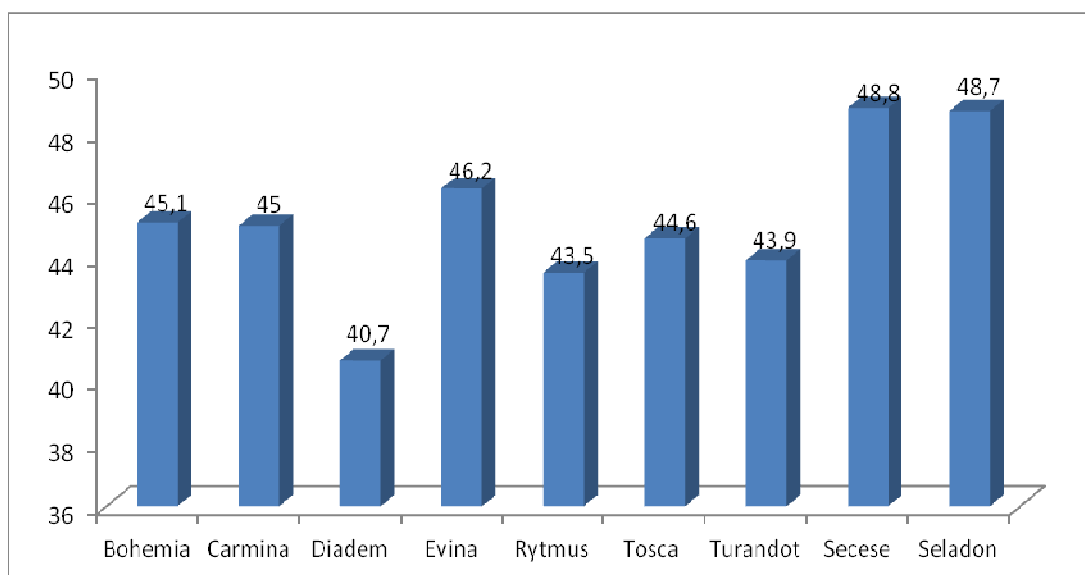
PETR ET. AL. (2001) uvádí, že dosoušení vlhkého zrna potravinářské pšenice při vyšších teplotách vede ke snížení obsahu lepku, výtěžnosti mouky a dalších pekařských ukazatelů. Proto je třeba volit teplotu podle aktuální vlhkosti zrna (tzn. při vyšší vlhkosti zrna volit nižší teplotu při sušení).

Všechny sledované odrůdy vykázaly nižší vlhkost a tím také splnily normou stanovený limit 14 % vlhkosti pro potravinářskou pšenici.

Statisticky průkazně nejvyšší vlhkost měla odrůda Secese (13,8 %), viz. graf č. 6. Nejvíce se od odrůdy Secese odlišovaly odrůdy Evina a Bohemia (12,7 %), které také vykazovaly nejnižší vlhkost sklizeného zrna.

5.2.2 Počet zrn v klasu

Graf č. 7: Průměrný počet zrn v klasu u odrůd ozimé pšenice (ks)



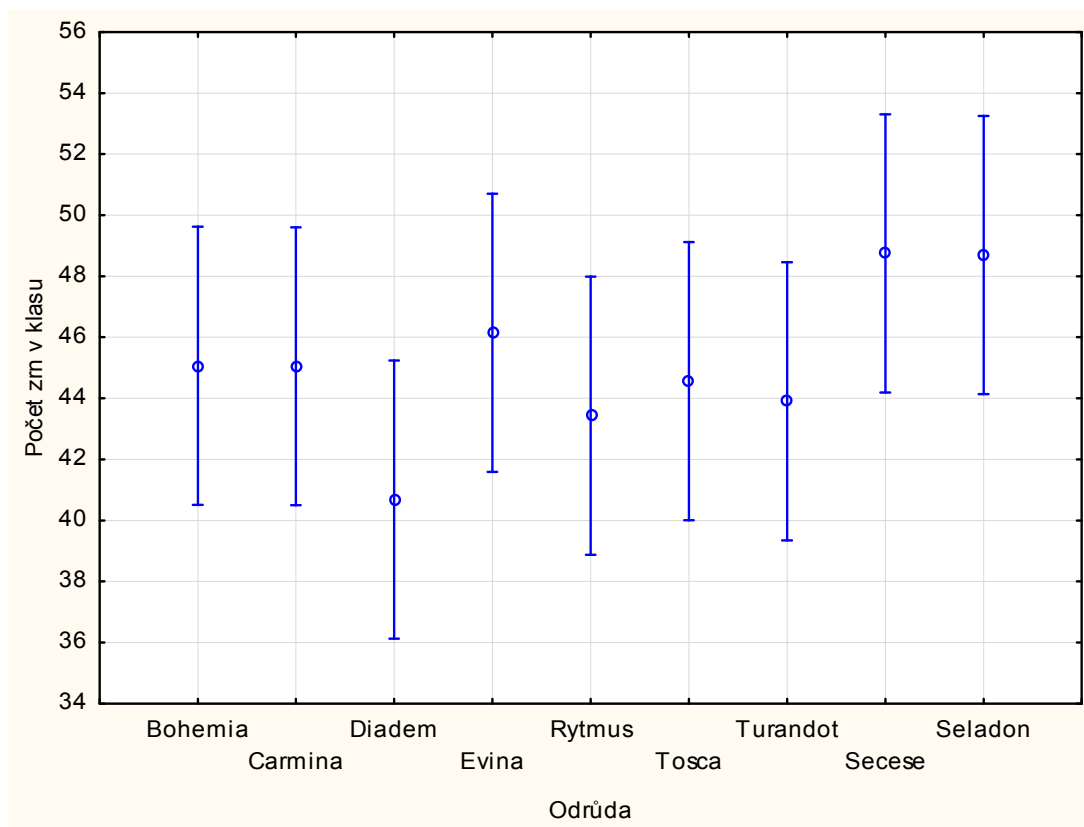
Z grafu č. 7 je vidět, že nejvyššího počtu zrn v klasu dosáhly odrůdy Seladon (48,8 ks) a Secese (48,7 ks). Jednotlivé odrůdy dosáhly vysokého počtu zrn v klasu (přes 40 ks). Nejnižší počet zrn vykazovala odrůda Diadem (40,7 ks).

Tab. č. 13: Analýza variací počtu zrn v klasu u sledovaných odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Počet zrn v klasu					
Odrůda	154,14	8	19,27	1,366	0,275860
Opakování	57,83	2	28,92	1,981	0,159818
Chyba	253,97	18	14,11		

Mezi počtem zrn v klasu u ověřovaných odrůd nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, viz. tab. č. 13.

Graf č. 8: Průměrný počet zrn v klasu u sledovaných odrůd pšenice ozimé s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



Homogenní skupiny jednotlivých odrůd pšenice ozimé na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ se od sebe statisticky významně nelišily.

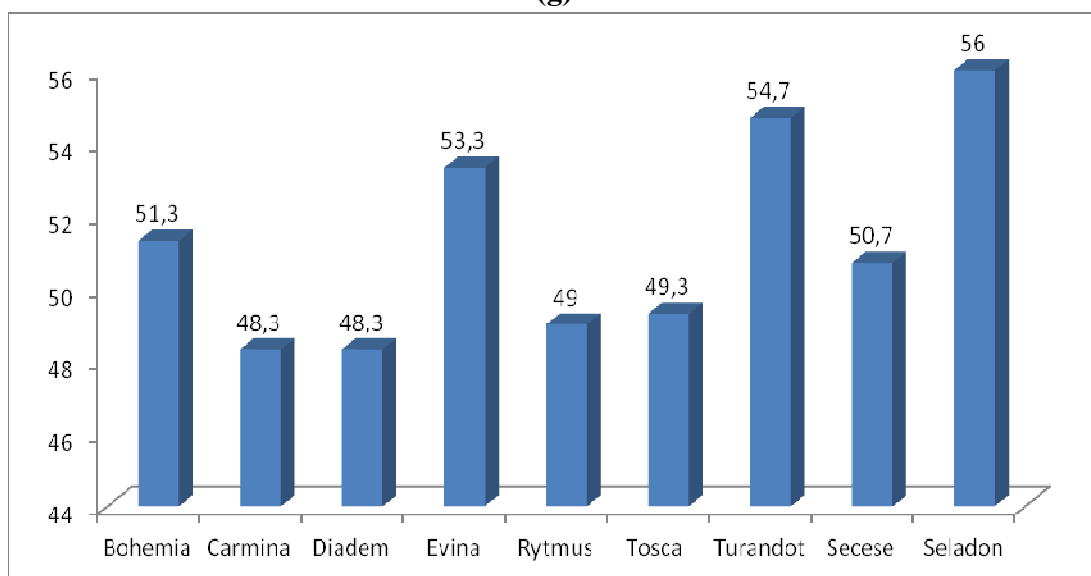
DIVIŠ ET. AL. (2010) uvádí, že počet zrn v klasu je ovlivněn zejména vysokými teplotami, nedostatkem vláhy a živin. Potenciální produktivita klasu je 100 - 150 zrn, přičemž se v klase při sklizni skutečně vyskytuje 15 - 40 zrn.

Toto rozmezí sledované odrůdy výrazně převyšovaly. Všechny odrůdy dosáhly vysokého počtu zrn v klasu (přes 40 zrn). Tato skutečnost může být dána především hnojením porostů během vegetace. PETR, HÚSKA (1997) uvádí, že mezi faktory které ovlivňují počet zrn v klasu patří také genetické založení druhu a odrůdy, dále pak rychlost růstu a vývoje rostlin, průběh počasí a také podmínky v době opylení a tvorby obilek.

Nejvyššího počtu zrn v klasu dosáhly odrůdy Secese (48,8 ks) a Seladon (48,7 ks). Ostatní odrůdy se pohybovaly v rozmezí 43,5 - 46,2 ks zrn v klasu. Naproti tomu nejnižšího počtu zrn dosáhla odrůda Diadem (40,7 ks), viz. graf č. 8.

5.2.3 Hmotnost tisíce zrn

Graf č. 9: Průměrná hmotnost tisíce zrn u odrůd ozimé pšenice (g)



Jak vyplývá z grafu č. 9, nejvyšší HTZ měla odrůda Seladon (56 g) a převýšila ostatní odrůdy, které se pohybovaly v rozmezí 48,3 - 54,7 g. Nejnižší HTZ dosáhla odrůda Carmina a Diadem (48,3 g).

Tab. č. 14: Analýza variancí hmotností tisíce zrn u sledovaných odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F – test	p – hodnota ¹⁾
HTZ					
Odrůda	194,00	8	24,25	3,241*	0,018203
Opakování	1,56	2	0,78	0,057	0,944660
Chyba	134,67	18	7,48		

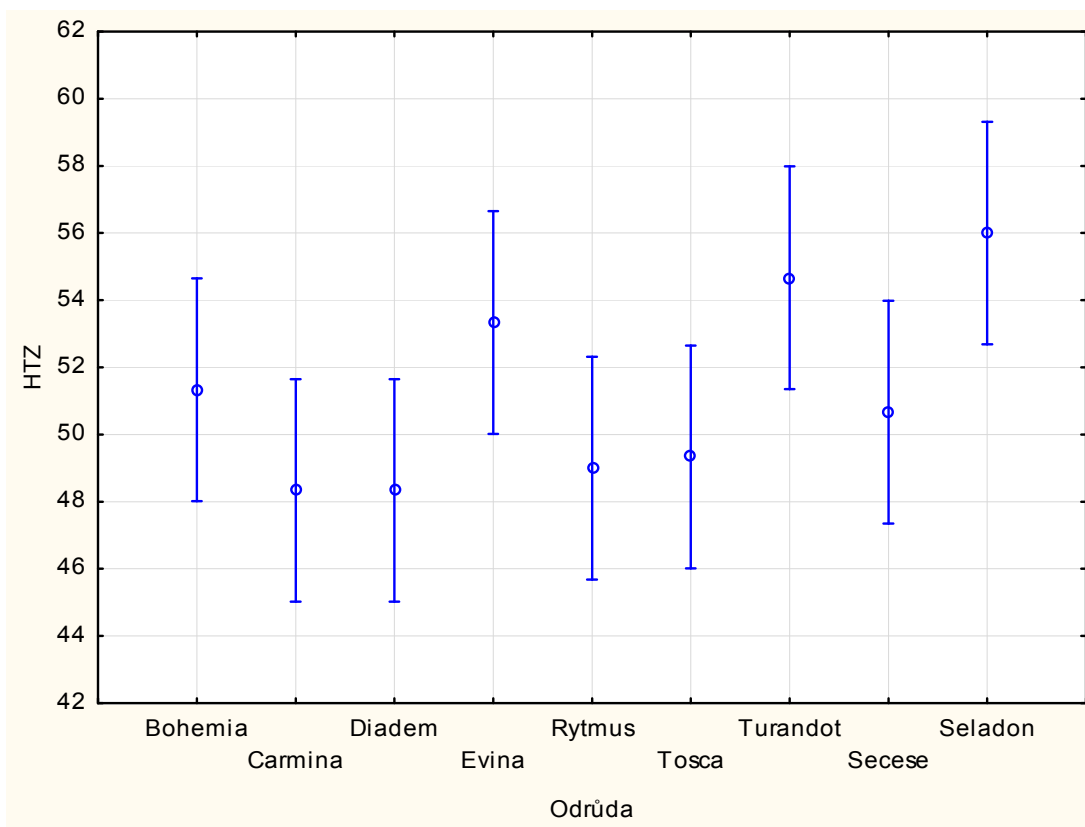
Z tab. č. 14 je patrné, že mezi sledovanými odrůdami byl zjištěn statisticky významný rozdíl v hmotnosti tisíce zrn.

Tab. č. 15: Průměrná HTZ u sledovaných odrůd pšenice s vyznačením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$

Odrůda	Průměrná HTZ	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$			
Seladon	56,00	****			
Turandot	54,67	****	****		
Evina	53,33	****	****	****	
Bohemia	51,33	****	****	****	****
Secese	50,67		****	****	****
Tosca	49,33			****	****
Rytmus	49,00			****	****
Diadem	48,33				****
Carmina	48,33				****

V parametru HTZ vykázaly odrůdy Carmina, Diadem a Seladon statisticky významné rozdíly (viz. tab. č. 15), odrůdy ležící v samostatné homogenní skupině se významně lišily od ostatních odrůd. Ostatní odrůdy v tomto parametru byly vyrovnané.

Graf č. 10 Průměrná hmotnost tisíce zrn u sledovaných odrůd ozimé pšenice s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



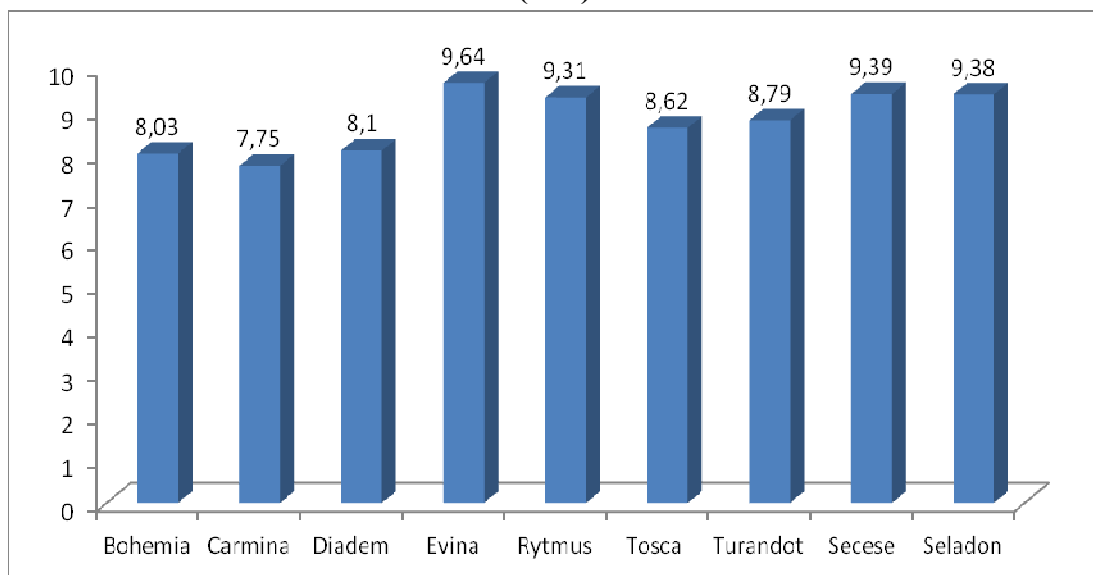
DIVIŠ ET. AL. (2010) uvádí, že HTZ se běžně pohybuje v rozmezí mezi 30 až 50 g. Tohoto rozmezí dosáhly všechny sledované odrůdy. HTZ jednotlivých odrůd se pohybovala v rozmezí 48,3 - 56 g.

Hmotnost tisíce zrn je ovlivněna především průběhem počasí, výskytem chorob a škůdců, schopností převést asimiláty do zrna a délkou období tvorby obilky (FAMĚRA, 1993).

Statisticky průkazně nejvyšší hmotnost tisíce zrn vykazovala odrůda Seladon, viz. graf č. 10. Nejvíce se od odrůdy Seladon odlišovaly odrůdy Carmina a Diadem, které také vykazovaly nejnižší hmotnost tisíce zrn (48,3 g).

5.2.4 Skutečný výnos zrna

Graf č. 11: Průměrný skutečný výnos zrna u odrůd ozimé pšenice (t/ha)



Z grafu č. 11 je vidět, že nejvyššího skutečného výnosu zrna dosáhla odrůda Evina (9,64 t/ha). Naopak nejnižší výnos zrna vykazovala odrůda Carmina, a to 7,75 t/ha. Zbylé odrůdy se od sebe příliš nelišily a jejich výnos se pohyboval v rozmezí od 8,03 do 9,39 t/ha.

Tab. č. 16: Analýza variací skutečného výnosu u odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Skutečný výnos					
Odrůda	11,60663	8	1,450829	3,019*	0,024531
Opakování	2,257550	2	1,128775	1,505	0,242207
Chyba	8,650	18	0,481		

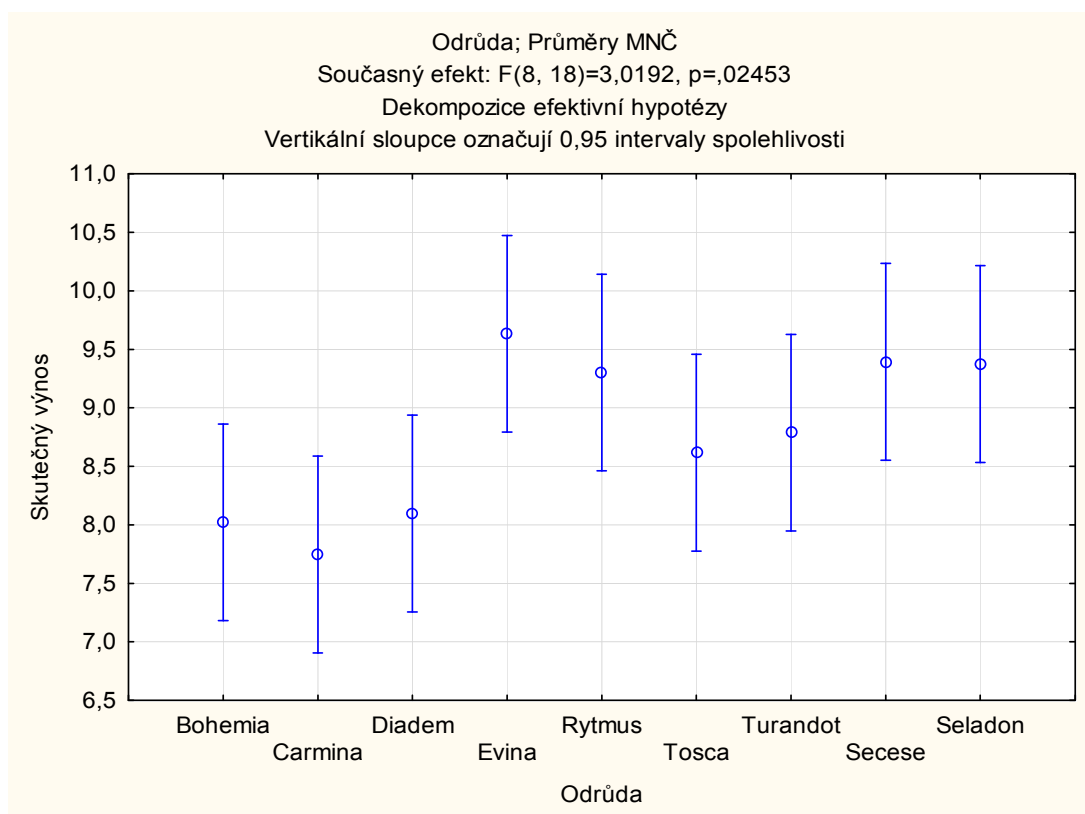
Jednotlivé odrůdy vykazovaly statisticky významný rozdíl, viz. tab. č. 16.

Tab. č. 17 Skutečný výnos zrna sledovaných odrůd ozimé pšenice s vyznačením homogenních skupin na hladině $P_{0,05}$

Odrůda	Průměrný výnos v t/ha	Homogenní skupiny na hladině $P_{0,05}$	
Carmina	7,746667	****	
Bohemia	8,021667	****	
Diadem	8,096667	****	
Tosca	8,616667	****	****
Turandot	8,788333	****	****
Rytmus	9,301667		****
Seladon	9,375000		****
Secese	9,395000		****
Evina	9,633333		****

V parametru skutečného výnosu zrna nevykázaly jednotlivé odrůdy statisticky významný rozdíl, viz. tab. č. 17.

Graf č. 12: Skutečný výnos zrna u odrůd pšenice ozimé s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



Homogenní skupiny jednotlivých odrůd pšenice ozimé na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ se od sebe statisticky významně nelišily.

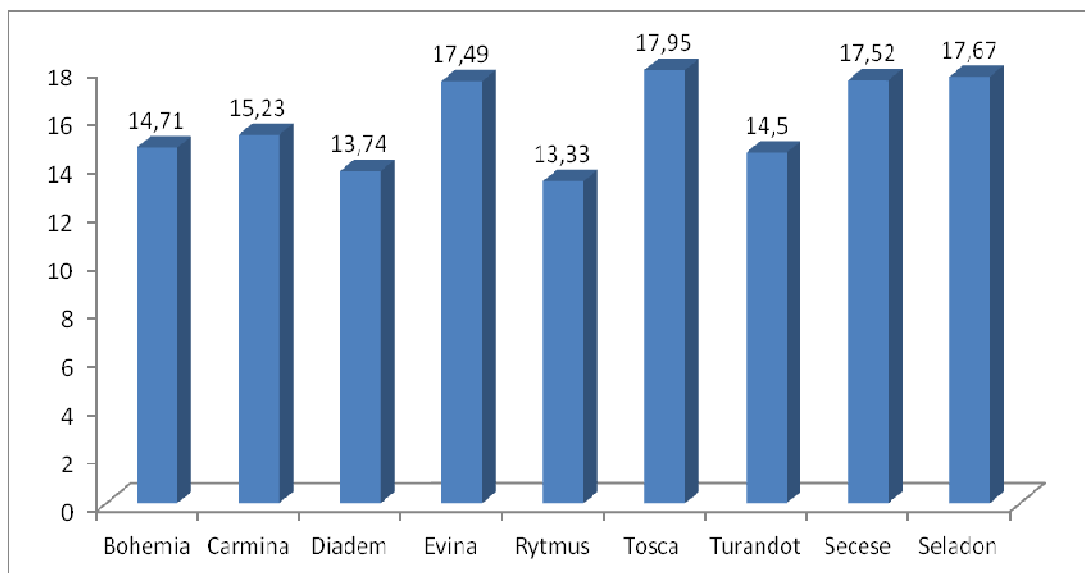
Nejvyššího výnosu zrna dosáhla odrůda Evina (9,64 t/ha), viz. graf č. 12. Naopak nejnižšího výnosu zrna dosáhla odrůda Carmina (7,75 t/ha), což může být způsobeno vyšším stupněm napadení rzí plevovou (*Puccinia striiformis*), popřípadě nižší hmotností tisíce zrn (48,3 g). Všechny sledované odrůdy vykázaly poměrně vysoké výnosy, které se pohybovaly v rozmezí 8,03 - 9,39 t/ha.

ANONYM 9 (2015) uvádí, že se v roce 2015 očekával u pšenice poměrně velmi vysoký výnos ve výši 6,42 t/ha, což představuje s předchozím rokem pokles o 0,09 t/ha (tj. o 1,4 %). U ozimé pšenice došlo k poklesu výnosu o 0,06 t/ha (tj. 0,9 %) na 6,55 t/ha, což bylo způsobeno především vlivem lehčích půdních stanovišť, kde se výrazněji projevilo suché a velmi teplé počasí v jarních měsících roku 2015.

Maloparcelkové pokusy zpravidla vlivem nižších ztrát vykazují vyšší výnosy.

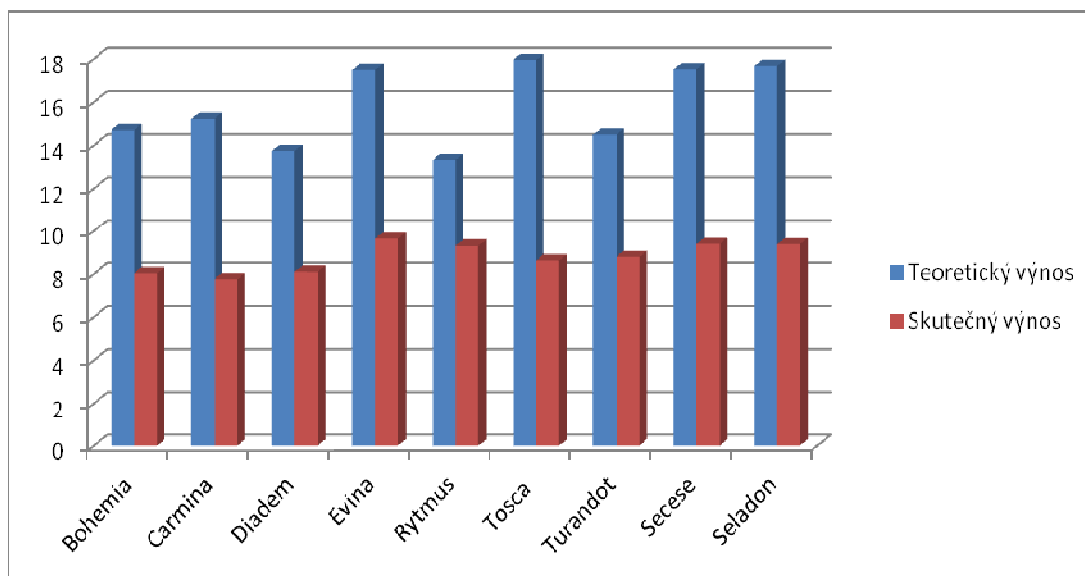
5.2.5 Teoretický výnos

Graf č. 13: Teoretický výnos zrna sledovaných odrůd ozimé pšenice (t/ha)



Teoretický výnos vypočítaný z počtu klasů na m², počtu zrn v klasu a HTZ u sledovaných odrůd výrazně převyšoval skutečný výnos zrna, viz graf č. 13.

Graf č. 14: Porovnání teoretického a skutečného výnosu zrna u jednotlivých odrůd ozimé pšenice



Nejvyšší teoretický výnos vykázala odrůda Tosca (17,95 t/ha), což je způsobeno zejména vysokým počtem klasů na m², počtu zrn v klasu a hmotností tisíce zrn, viz. graf č. 14. Naopak nejnižší teoretický výnos vykázala odrůda Rytmus (13,33 t/ha), která oproti ostatním odrůdám vykázala nižší počet klasů na m² a nižší hmotnost tisíce zrn.

5.3 Vyhodnocení ukazatelů jakosti sledovaných odrůd ozimé pšenice

Jak uvádí ANONYM 9 (2015), na základě zjištěných výsledků souboru analyzovaných vzorků ze sklizně 2015 byla potvrzena velmi dobrá kvalita potravinářské pšenice. Naopak v roce 2014 byly ze zjištěných výsledků hodnocení kvality potravinářské pšenice potvrzeny pouze průměrné výsledky, což bylo způsobeno především v důsledku výkyvů počasí v jednotlivých regionech, zejména po deštích v měsíci srpnu při pozdější sklizni, které vedly k výskytu porostlých zrn a snížení čísla poklesu. Vliv měli samozřejmě i odlišnosti v pěstebních technologiích (ANONYM 10, 2014).

POLIŠENSKÁ, JIRSA (2015) uvádí, že v roce 2015 byl z hodnocených kvalitativních vlastností pšenice nejproblematictější parametrem obsah a kvalita bílkovin, naopak nejlepší byla kvalita s ohledem na objemovou hmotnost.

V pokusu byla na základě laboratorního vyhodnocení základních ukazatelů kvality E, A a B odrůd také potvrzena velmi dobrá kvalita potravinářské pšenice. Kdy jednotlivé odrůdy dosahovaly vysokých hodnot čísla pádu, které se pohybovaly v rozmezí 376 - 512 s. Obsah N- látek také dosahoval vysokých hodnot, které se pohybovaly v rozmezí 14,23 - 16,52 %. Vysokých hodnot dosáhl také Zelenýho test, jehož hodnoty se pohybovaly v rozmezí 35 - 53 ml.

U objemové hmotnosti většina sledovaných odrůd překročila normou stanovený limit 760 g/l⁻¹, hodnoty se pohybovaly v rozmezí 789 - 819 g/l⁻¹. Pouze odrůdy Bohemia a Turandot vykázaly nižší objemovou hmotnost 747 g/l⁻¹ a 749 g/l⁻¹, než je dána normou pro potravinářskou pšenici.

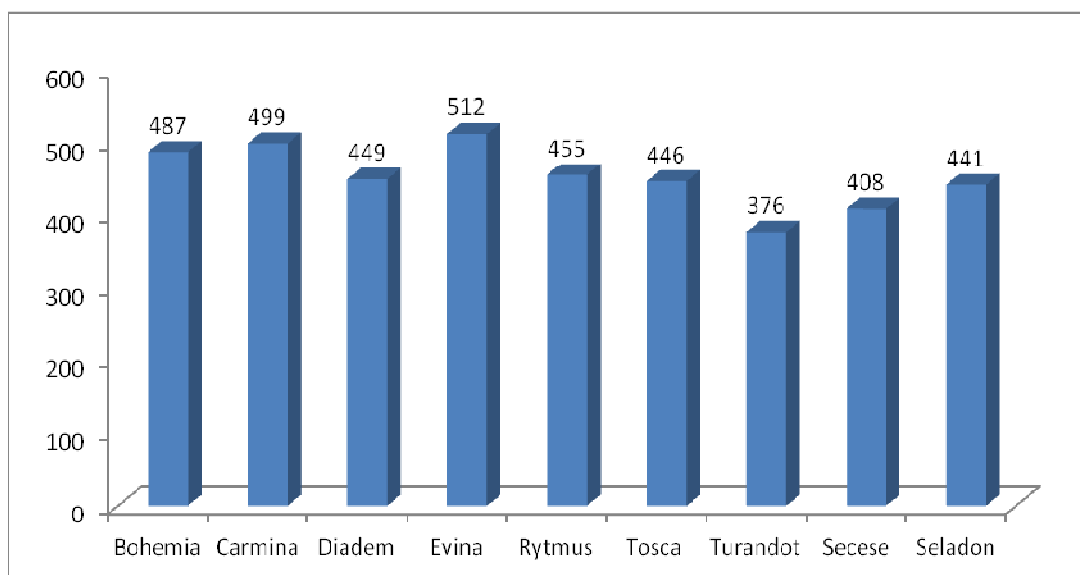
Tab. č. 18: Základní statistiky souboru dat odrůdových charakteristik ozimé pšenice

Charakteristika	Objemová hmotnost (g/l ⁻¹)	Obsah N látek (%)	Zeleného test (ml)	Číslo pádu (s)
Průměr	793,815	15,220	49,431	449,888
Medián	797,000	15,210	51,000	452,000
Směrodatná odchylka	28,634	1,132	7,111	37,657
Minimum	738,00	13,20	35,00	364,00
Maximum	831,00	17,50	63,00	512,00

V tab. č. 18 jsou shrnuty základní statistiky souboru dat ukazatelů kvality sledovaných odrůd ozimé pšenice.

5.3.1 Číslo pádu

Graf č. 15: Průměrné hodnoty čísla pádu u jednotlivých odrůd ozimé pšenice (s)



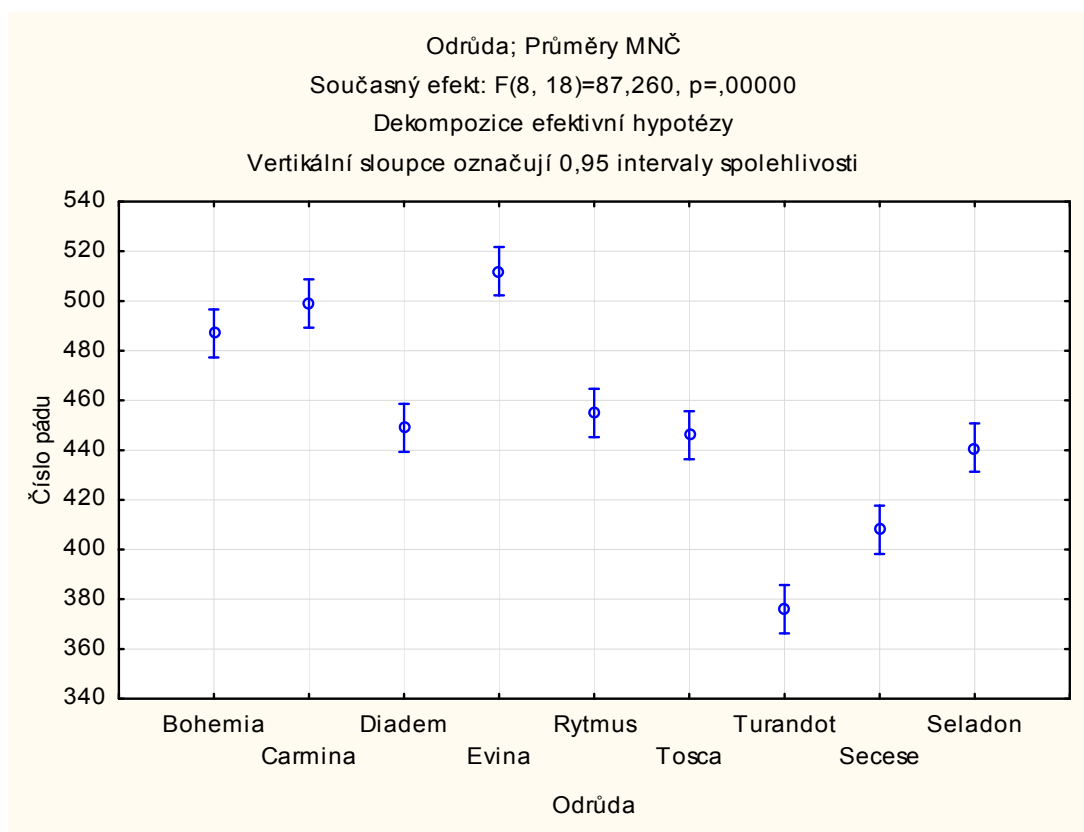
Jak vyplývá z grafu č. 15, nejvyšší hodnoty čísla pádu dosáhla odrůda Evina (512 s). Naproti tomu nejnižší hodnotu vykázala odrůda Turandot (376 s). Hodnoty čísla pádu u zbylých odrůd se pohybovaly v rozmezí od 408 do 499 s.

Tab. č. 19: Analýza variací čísla pádu u odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Číslo pádu					
Odrůda	44755	8	5594	87,26	0,000000
Opakování	2	2	1	0,000	0,999593
Chyba	1154	18	64		

Tab. č. 19 ukazuje, že jednotlivé odrůdy vykázaly statisticky velmi vysoce významný rozdíl.

Graf č. 16: Průměrné hodnoty čísla pádu u odrůd ozimé pšenice s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



PETR ET. AL. (2001) uvádí, že hodnota čísla pádu nám umožňuje posoudit stav sacharido-amylázového komplexu zrna, který je ovlivňován aktivitou amylytických enzymů. Je významně ovlivněna především průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně, ale také odrůdou (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

POLIŠENSKÁ, JIRSA (2015) uvádí, že průměrná hodnota čísla pádu v roce 2015 v České republice byla 327 s, kdy vlivem suchého a horkého počasí v průběhu sklizně byly tyto hodnoty obecně vysoké.

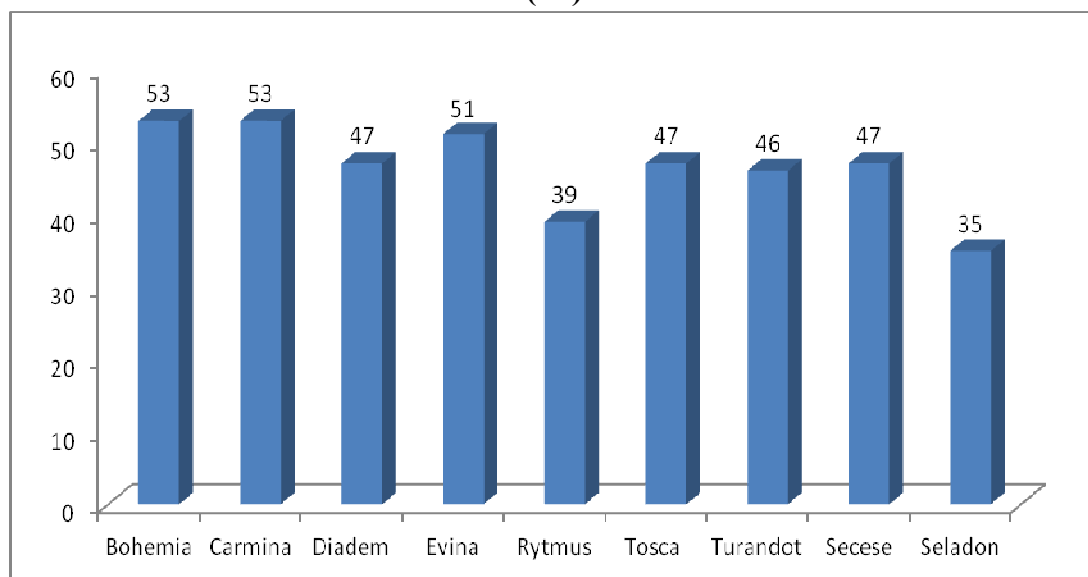
Při hodnocení čísla pádu je normou ČSN ISO 3093 pro potravinářskou pšenici stanoven limit 220 s (ANONYM 8, 1993). Všechny sledované odrůdy této normě vyhověly. Nejvyšších hodnot čísla pádu dosáhly odrůdy Evina (512 s) a Carmina (499 s). Naproti tomu nejnižších hodnot dosáhly odrůdy Turandot (376 s) a Secese (408 s). Z grafu č. 16 je patrné, že všechny sledované odrůdy vykázaly vysoké hodnoty čísla pádu. Tato skutečnost je dána především vlivem suchého a horkého počasí v průběhu dozrávání zrna a sklizně.

ŠTÍTEK (2014) uvádí, že hodnota čísla pádu nad 350 s značí příliš nízkou aktivitu enzymu alfa-amylázy, tato skutečnost nutí pekaře přidávat do pečiva zlepšující látky, jinak zůstane těsto vyrobené z takové mouky suché, střídka je drobná a objem bochníku vysoký.

V roce 2015 se hodnoty čísla pádu v České republice pohybovaly v rozmezí min. 254 s a max. 405 s (ANONYM 7, 2015).

5.3.2 Zelenyho test

Graf č. 17: Průměrné hodnoty Zelenyho testu u jednotlivých odrůd ozimé pšenice (ml)



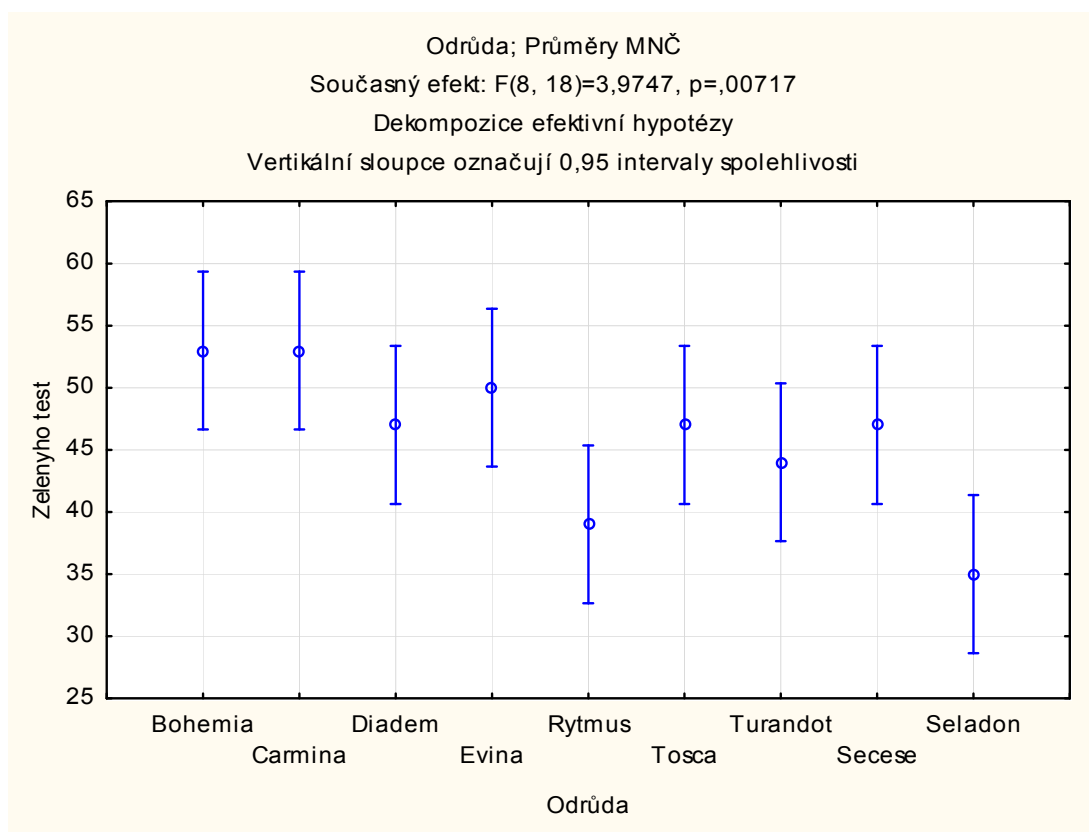
Z grafu č. 17 je vidět, že nejvyšších hodnot dosáhly odrůdy Bohemia (53 ml) a Carmina (53 ml). Naopak nejnižších hodnot dosáhly odrůdy Seladon (35 ml) a Rytmus (39 ml). Hodnoty Zelenyho testu u zbylých odrůd se pohybovaly v rozmezí od 46 do 51 ml.

Tab. č. 20: Analýza variací Zelenyho testu u odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Zelenyho test					
Odrůda	872,67	8	109,08	3,975	0,007168
Opakování	84,67	2	42,33	0,793	0,464200
Chyba	494,00	18	27,44		

Jednotlivé odrůdy vykázaly statisticky velmi významný rozdíl, viz. tab. č. 20.

Graf č. 18: Průměrné hodnoty Zeleného testu u odrůd ozimé pšenice s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



ANONYM 6, (2000) uvádí, že Zelený test určuje kvalitu a množství lepkové bílkoviny. Jedná se o výrazně genetický znak, který umožňuje selektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

Pro hodnocení jakosti potravinářské pšenice se Zelený test využívá již od roku 2000 podle ČSN ISO 5529 (PRUGAR ET. AL., 2008). Norma pro potravinářskou pšenici požaduje hodnotu min. 30 ml. Všechny sledované odrůdy této normě vyhověly, viz. graf č. 18.

Statisticky průkazně nejvyšších hodnot Zeleného testu dosáhly odrůdy Bohemia (53 ml) a Carmina (53 ml). Nejnižších hodnot dosáhly odrůdy Seladon (35 ml) a Rytmus (39 ml).

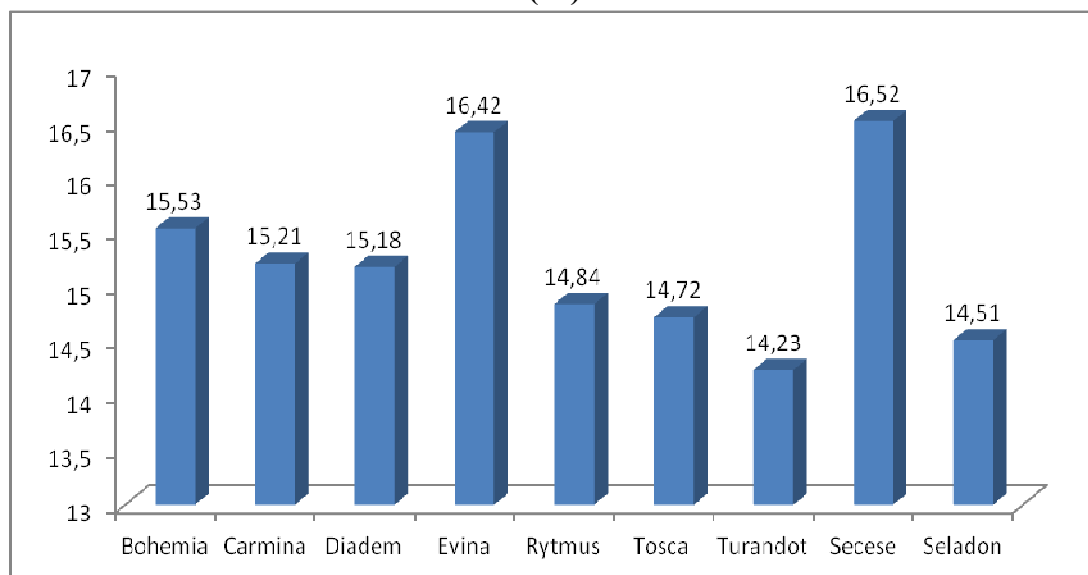
Sledované odrůdy vykázaly poměrně vysokou hodnotu Zeleného testu, která se pohybovala v rozmezí 35 - 55 ml. Vyšší hodnoty tohoto ukazatele kvality mohou být ovlivněny především odrůdou.

ANONYM 5 (2015) uvádí, že průměrná hodnota Zeleného testu v České republice v roce 2015 činila 40 ml, kdy vyhovělo 87 % testovaných vzorků.

V roce 2015 se hodnoty Zeleného testu v České republice pohybovaly v rozmezí min. 23 ml. a max. 68 ml (ANONYM 7, 2015). Vyšší hodnoty ukazují na dobrou pekařskou kvalitu zrna (BUREŠOVÁ, PALÍK, 2008).

5.3.3 Obsah N- látek

Graf č. 19: Průměrné hodnoty obsahu N- látek u jednotlivých odrůd ozimé pšenice (%)



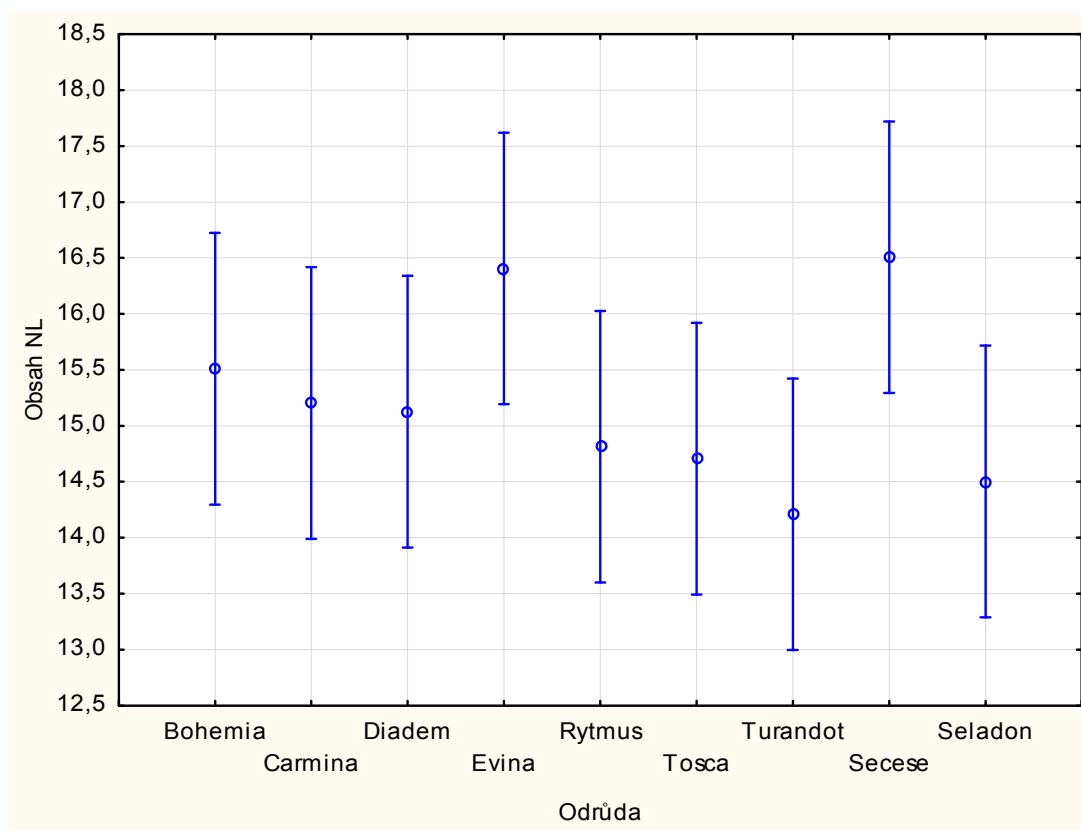
Průměrný obsah N- látek zachycuje graf č. 19. Nejvyššího obsahu N- látek dosáhly odrůdy Secese (16,52 %) a Evina (16,42 %). Naopak nejnižší obsah vykázaly odrůdy Turandot (14,23 %) a Seladon (14,51 %). U zbylých odrůd se obsah N- látek pohyboval v rozmezí od 14,72 % do 15,53 %.

Tab. č. 21: Analýza variací obsahu N- látek u odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Obsah NL					
Odrůda	15,358	8	1,920	1,919	0,119535
Opakování	1,622	2	0,811	0,613	0,549962
Chyba	18,007	18	1,000		

Tab. č. 21 ukazuje, že mezi odrůdami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v obsahu N- látek.

Graf č. 20: Průměrný obsah NL u odrůd pšenice ozimé s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



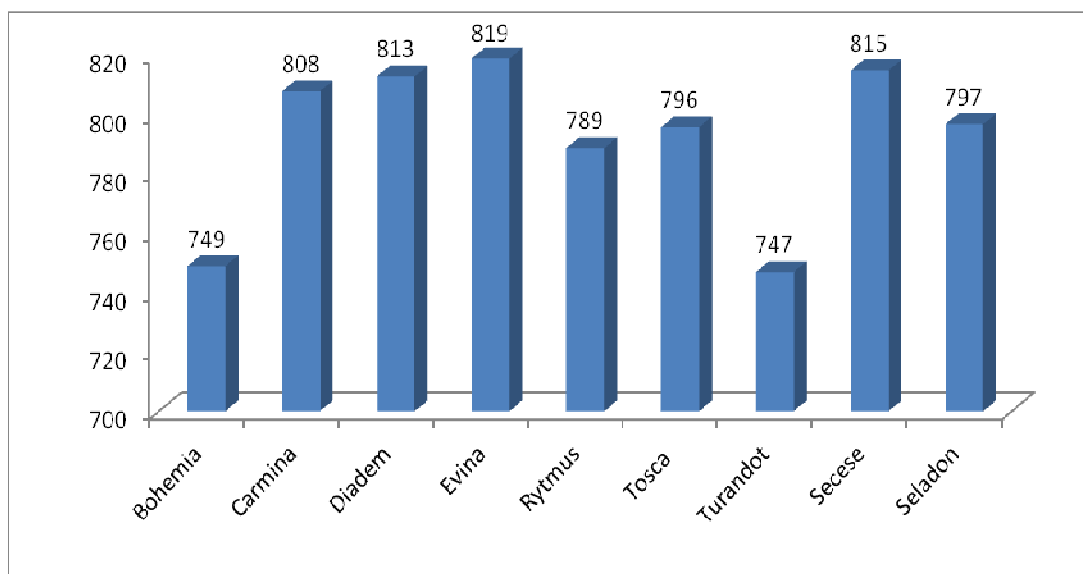
HORÁKOVÁ, DVOŘÁČKOVÁ, MEZLÍK (2015) uvádí, že obsah dusíkatých látek je ovlivněn podmínkami prostředí tj. půdně-klimatickými podmínkami lokality, předplodinou a především úrovní dusíkatého hnojení.

Průměrné hodnoty obsahu dusíkatých látek v České republice v roce 2015 činily 12,5 %, kdy vyhovělo celkem 98 % testovaných vzorků pšenice (ANONYM 5, 2015). Při hodnocení obsahu N- látek je normou 56 00 20 - ISO 1871 pro potravinářskou pšenici stanoven limit minimálně 11,5 % (KOVAŘÍKOVÁ, NETOLICKÁ, 2011). Všechny sledované odrůdy této normě vyhověly. Nejvyššího obsahu N- látek dosáhly odrůdy Secese (16,52 %) a Evina (16,42 %). Naproti tomu nejnižší obsah N- látek vykazaly odrůdy Turandot (14,23 %) a Seladon (14,51 %), viz. graf č. 20. Vyšší obsah N- látek mohl být ovlivněn především dusíkatým hnojením porostů a také klimatickými podmínkami v průběhu vegetace.

ANONYM 7 (2015) uvádí, že obsah N- látek v České republice v roce 2015 se pohyboval v rozmezí min. 9,1 % a max. 16,5 %.

5.3.4 Objemová hmotnost

Graf č. 21: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti u jednotlivých odrůd ozimé pšenice (g/l^{-1})



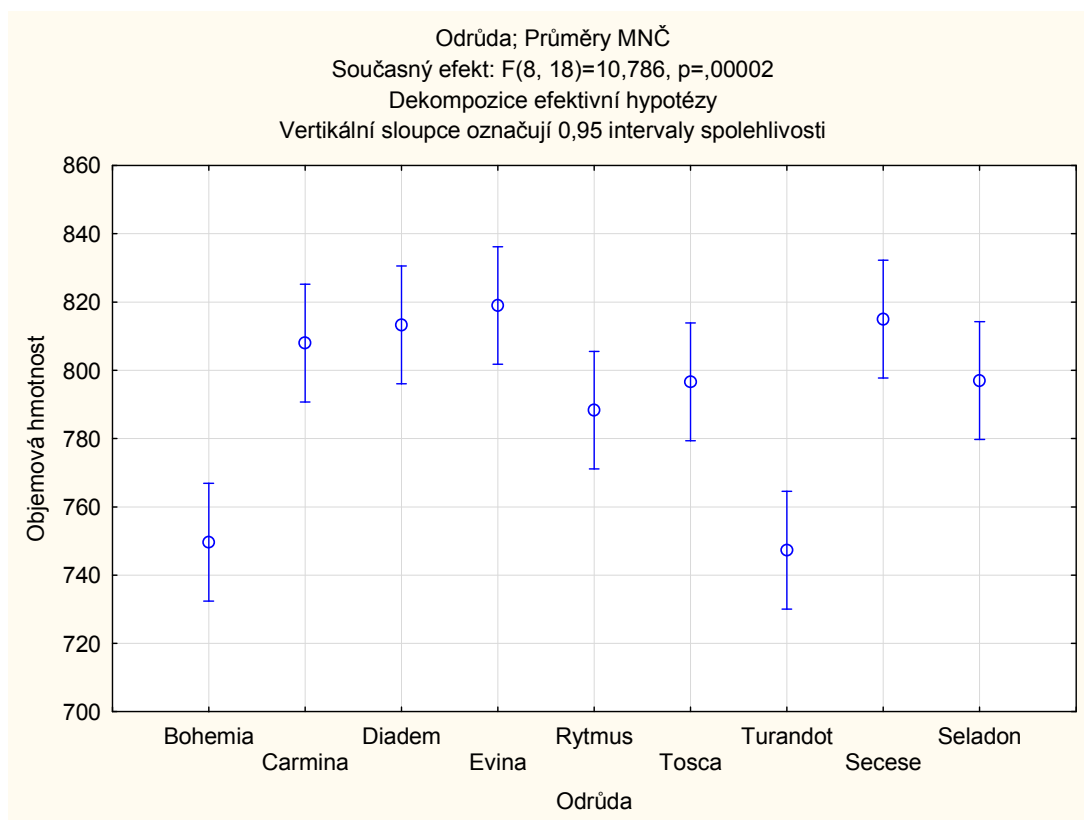
Jak vyplývá z grafu č. 21, nejvyšší objemovou hmotnost vykázaly odrůdy Evina (819 g/l^{-1}), Secese (815 g/l^{-1}) a Diadem (813 g/l^{-1}). Naopak nejnižší objemovou hmotnost vykázaly odrůdy Turandot (747 g/l^{-1}) a Bohemia (749 g/l^{-1}). Ostatní odrůdy se pohybovaly v rozmezí od 789 do 808 g/l^{-1} .

Tab. č. 22: Analýza variací objemové hmotnosti u odrůd ozimé pšenice

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupně volnosti	Průměrný čtverec	F - test	p – hodnota ¹⁾
Objemová hmotnost					
Odrůda	17436	8	2180	10,79	0,000018
Opakování	8	2	4	0,00	0,995286
Chyba	3637	18	202		

U parametru objemové hmotnosti byl zjištěn statisticky velmi vysoce významný rozdíl, viz. tab. č. 22.

Graf č. 22: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti u odrůd ozimé pšenice s vyznačením průměrů a 95 % intervalů spolehlivosti



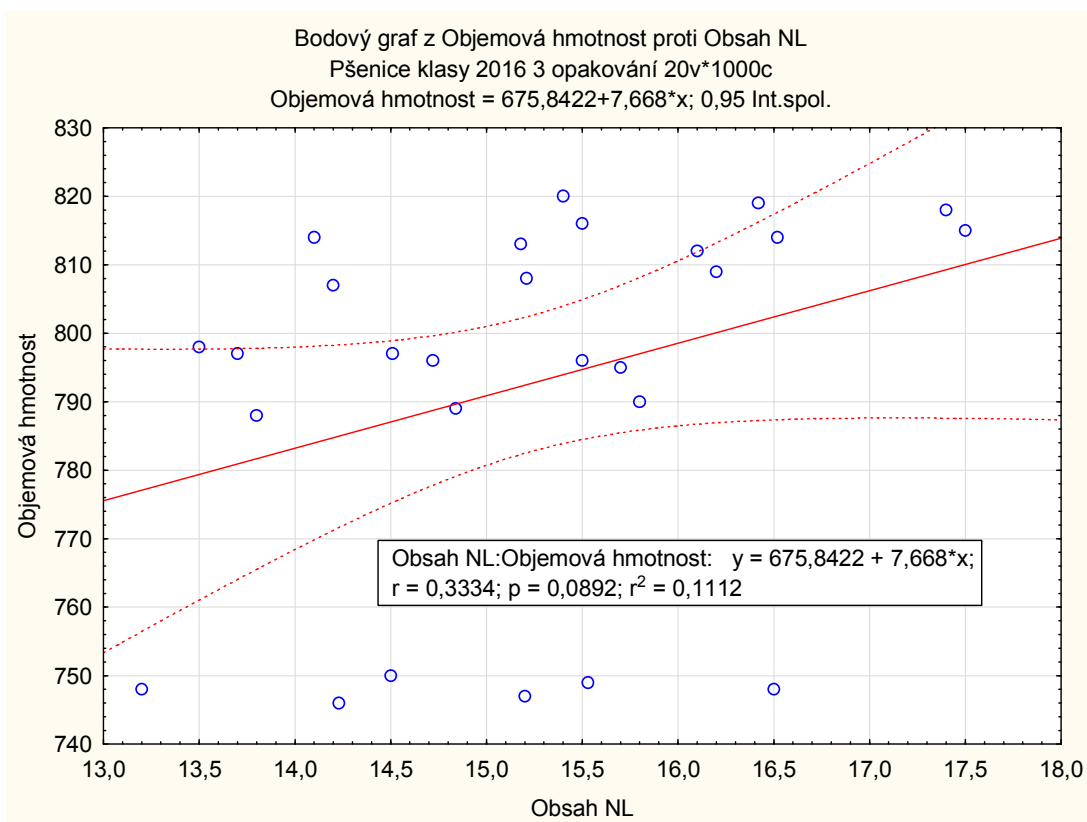
PRUGAR ET. AL. (2008) uvádí, že objemová hmotnost je závislá na odrůdě, pěstitelských podmínkách, ročníku, zdravotním stavu, vlhkosti a polehlosti. Důležitý je také termín včasné sklizně, kdy po deštivém počasí objemová hmotnost zralého zrna rychle klesá (ZIMOLKA ET. AL., 2005).

POLIŠENSKÁ, JIRSA (2015) uvádí, že průměrná objemová hmotnost v České republice v roce 2015 byla 824 g/l^{-1} . Při hodnocení objemové hmotnosti je normou ČSN ISO 7971-2 pro potravinářskou pšenici stanoven limit minimálně 760 g/l^{-1} . Většina sledovaných odrůd této normě vyhověla. Jednalo se o odrůdy Carmina, Diadem, Evina, Rytmus, Tosca, Secese a Seladon. Nevyhověly pouze odrůdy Bohemia a Turandot, které měly nižší objemovou hmotnost než která je dána normou pro potravinářskou pšenici, viz graf č. 22. Statisticky průkazně nejvyšší objemovou hmotnost vykázaly odrůdy Evina (819 g/l^{-1}), Secese (815 g/l^{-1}) a Diadem (813 g/l^{-1}). Naopak nejnižších hodnot dosáhly odrůdy Turandot (747 g/l^{-1}) a Bohemia (749 g/l^{-1}).

ANONYM 9 (2015) uvádí, že výsledky v roce 2015 ukazují vysoké hodnoty objemové hmotnosti, což je dobrá zpráva pro mlynáře, protože budou mít dobrou výtěžnost mouky. Na základě výsledků zanalyzovaných vzorků pšenice ze sklizně 2015 se objemová hmotnost pohybovala v rozmezí od 764 g/l^{-1} do 860 g/l^{-1} (ANONYM 7, 2015).

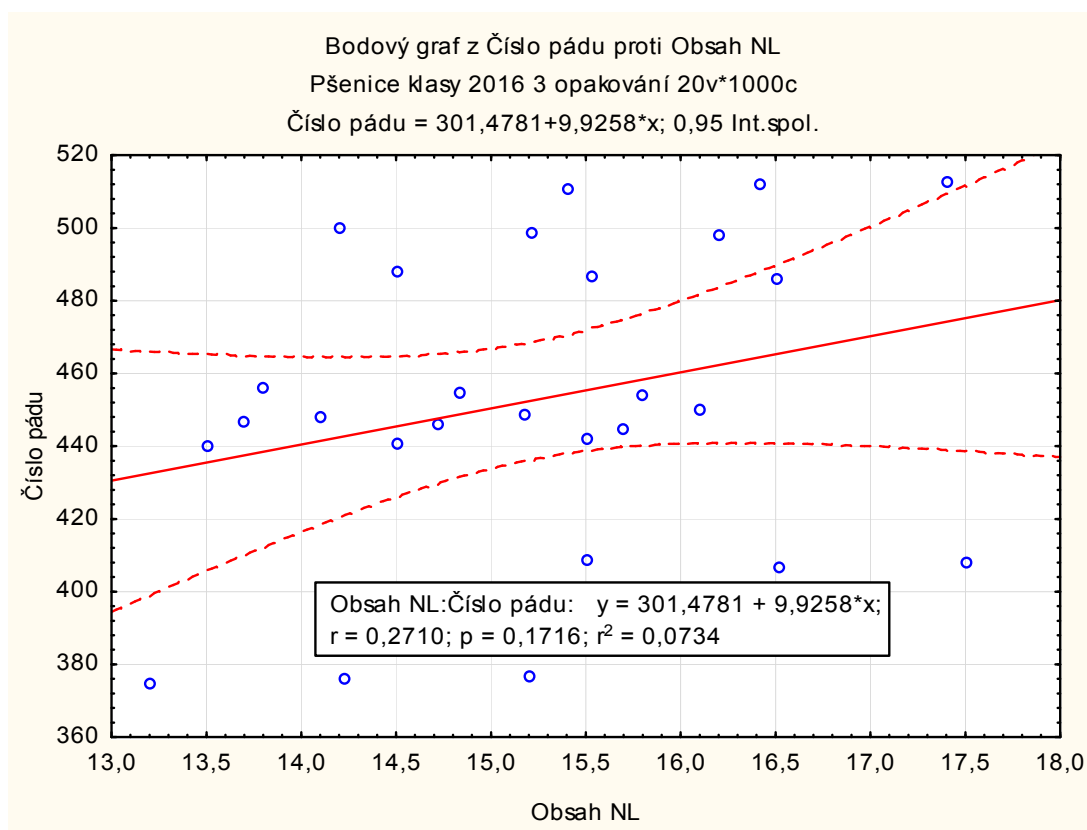
5.3.5 Korelace - závislost sledovaných ukazatelů kvality

Graf č. 23: Korelace mezi objemovou hmotností a obsahem dusíkatých látek u sledovaných odrůd ozimé pšenice



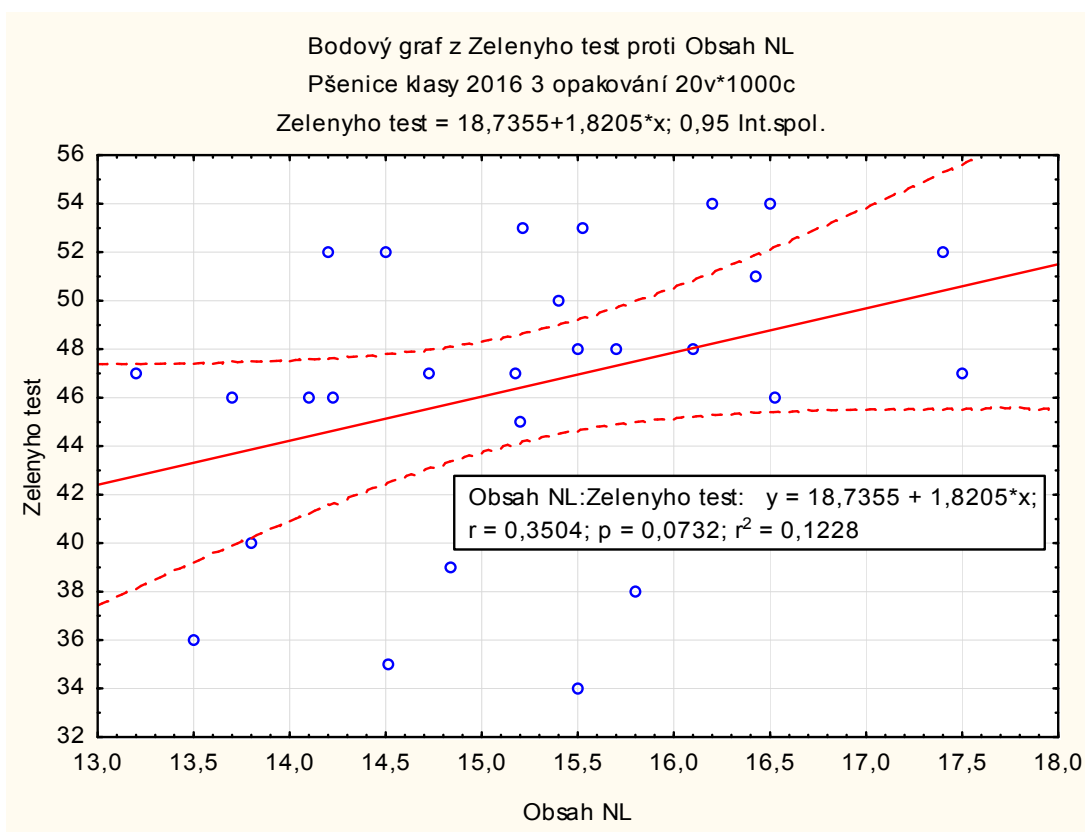
Na hladině významnosti 0,05 zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativy, tj. výsledek závislosti objemové hmotnosti na obsahu dusíkatých látek je kladně korelovaný. Mezi těmito ukazateli je středně silná závislost ($r = 0,3334$), viz. graf č. 23.

Graf č. 24: Korelace mezi číslem pádu a obsahem dusíkatých látek u sledovaných odrůd ozimé pšenice



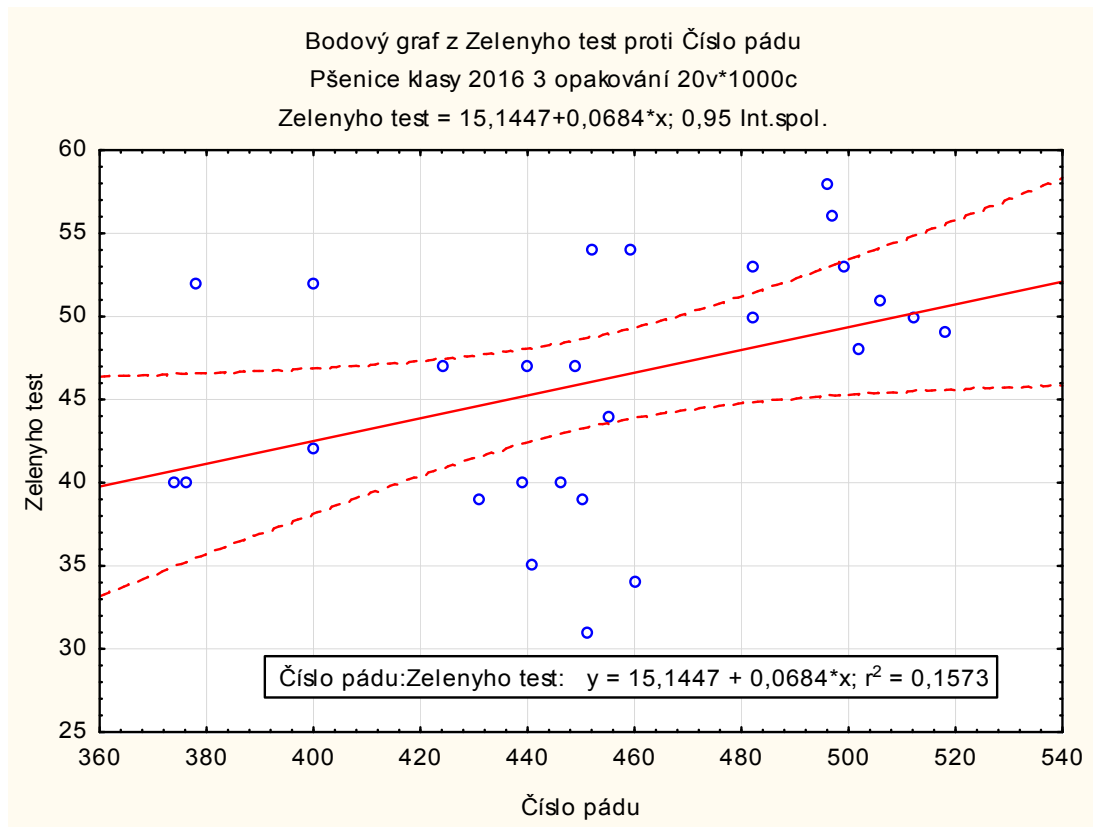
Na hladině významnosti 0,05 zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativy, tzn. že výsledek závislosti čísla pádu na obsahu dusíkatých látek je kladně korelovaný, viz. graf č. 24. Mezi těmito ukazateli je malá závislost ($r = 0,2710$).

Graf č. 25: Korelace mezi Zelenyho testem a obsahem dusíkatých látek u sledovaných odrůd ozimé pšenice



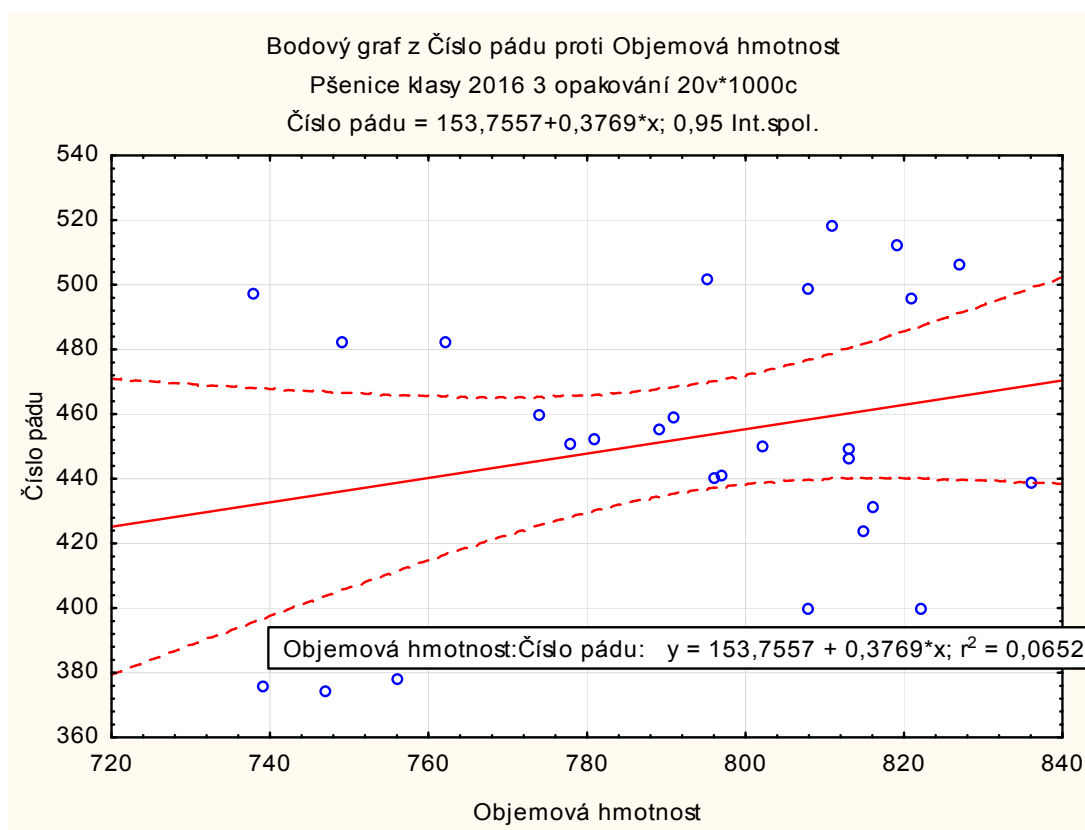
Na hladině významnosti 0,05 zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativy, tzn. že výsledek závislosti Zelenyho testu na obsahu dusíkatých látek je kladně korelovaný. Mezi těmito ukazateli je středně silná závislost ($r = 0,3504$), viz. graf č. 25.

Graf č. 26: Korelace mezi Zelenyho testem a číslem pádu u sledovaných odrůd ozimé pšenice



Na hladině významnosti 0,05 zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativy, tzn. že výsledek závislosti Zelenyho testu na čísle pádu je kladně korelovaný. Mezi těmito ukazateli je malá závislost ($r = 0,1132$), viz. graf č. 26.

Graf č. 27: Korelace mezi číslem pádu a objemovou hmotností u sledovaných odrůd ozimé pšenice



Na hladině významnosti 0,05 zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativy, tzn. že výsledek závislosti čísla pádu na objemové hmotnosti je kladně korelovaný, viz. graf č. 27. Mezi těmito ukazateli je středně silná závislost ($r = 0,3661$).

6. Závěr

Hlavním cílem práce bylo posouzení odolnosti vůči porůstání zrna jako základního kvalitativního parametru potravinářské pšenice. Pomocí čísla pádu posuzujeme stav sacharido-amylázového komplexu zrna, který je ovlivňován aktivitou amylolytických enzymů. Tento ukazatel kvality zrna je významně ovlivňován zejména průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně, ale také odrůdou. Průměrná hodnota všech odrůd činila 449,8 s. Přičemž průměrná celorepubliková hodnota čísla pádu byla 327 s. Tento ukazatel byl hodnocen na základě normy ČSN ISO 3093 pro potravinářskou pšenici, kdy je stanoven limit 220 s. Všechny odrůdy vykázaly vysoké hodnoty čísla pádu, které se pohybovaly v rozmezí 376 - 512 s. Vyhodnocením sledovaných odrůd z hlediska vhodnosti pro pekařské účely lze říci, že elitní (E) odrůdy vykázaly v průměru nejvyšší hodnotu čísla pádu (479 s). Kvalitní (A) odrůdy vykázaly hodnotu 453 s a chlebové (B) odrůdy nejnižší hodnotu 435 s.

Na základě zjištěných hodnot čísla pádu lze říci, že E, A i B odrůdy indikují vysoké hodnoty a tím i nízkou enzymatickou aktivitu, což má vliv na vysoký objem pečiva. Z toho vyplývá, že jednotlivé odrůdy vykázaly velmi vysokou odolnost vůči porůstání zrna. Tato skutečnost je dána především vlivem suchého a horkého počasí v průběhu dozrávání zrna a sklizně, kdy ve sledovaných letech 2014/2015 bylo nadprůměrně teplé počasí.

Doplňkově byli hodnoceni i ostatní ukazatelé kvality (Zeleného test, obsah N-látek a objemová hmotnost).

Zeleného test byl hodnocen na základě normy ČSN ISO 5529. Norma pro potravinářskou pšenici vyžaduje limit min. 30 ml. Všechny odrůdy této normě vyhověly. Hodnoty Zeleného testu se pohybovaly v rozmezí 35 - 53 ml, přičemž průměrná hodnota všech odrůd byla 49,4 ml. Průměrná celorepubliková hodnota Zeleného testu činila 40 ml. Nejvyšší hodnotu Zeleného testu vykázaly odrůdy kvalitní (A), které v průměru činily 50 ml. Elitní (E) odrůdy dosáhly hodnoty 49 ml. Nejnižších hodnot Zeleného testu dosáhly chlebové (B) odrůdy (40 ml). Sledované odrůdy vykázaly poměrně vysoké hodnoty Zeleného testu, které ukazují především na dobrou bobtnavost lepku.

Dalším hodnoceným ukazatelem kvality byl obsah N-látek. V rámci celorepublikových výsledků činil průměrný obsah dusíkatých látek na 12,5 %. Průměrný obsah N-látek testovaných odrůd byl 15,2 %. Pro potravinářskou pšenici je normou stanoven minimální limit obsahu dusíkatých látek 11,5 %. Všechny sledované odrůdy této normě vyhověly. Obsah N-látek se pohyboval u jednotlivých odrůd v rozmezí od 14,23 % - 16,52 %. Elitní odrůdy dosáhly nejvyššího obsahu N-látek (16 %). Kvalitní a chlebové odrůdy vykázaly v průměru stejný obsah N-látek, jenž činil 15 %. Vyšší obsah N-látek mohl být ovlivněn především dusíkatým hnojením porostů a také klimatickými podmínkami v průběhu vegetace.

Dále se hodnotila objemová hmotnost. Průměrná hodnota testovaných odrůd vykazovala hodnotu 793,8 g/l⁻¹. V celostátním průměru dosahovala objemová hmotnost 824 g/l⁻¹. Vysoké hodnoty objemové hmotnosti mají pozitivní vliv na dobrou výtěžnost mouky. Většina sledovaných odrůd vyhověla normou stanovenému limitu objemové hmotnosti (760 g/l⁻¹). Nevyhověly pouze dvě kvalitní (A) odrůdy Turandot (747 g/l⁻¹) a Bohemia (749 g/l⁻¹), které měly nižší objemovou hmotnost, než která je dána normou pro potravinářskou pšenici. Zároveň kvalitní (A) odrůdy vykázaly v průměru nejnížší hodnotu objemové hmotnosti (779 g/l⁻¹) oproti chlebovým (B) odrůdám, jejichž hodnota činila 800 g/l⁻¹. Elitní (E) odrůdy dosáhly nejvyšší objemové hmotnosti (808 g/l⁻¹). Vyšší hodnoty objemové hmotnosti mohou být dány především vlivem nadprůměrně teplého počasí ve sledovaných letech 2014/2015.

Dílčím cílem práce bylo sledování zdravotního stavu v průběhu vegetace u jednotlivých odrůd ozimé pšenice. Vysoká intenzita výskytu rzi a padlí v porostu překročila ekonomický práh škodlivosti. Konkrétně byla hodnocena intenzita výskytu choroby u praporcového a podpraporcového listu. Mezi procentem napadení rzi plevovou (*Puccinia striiformis*) u praporcového a podpraporcového listu ověřovaných odrůd byl zjištěn velmi významný rozdíl. Odrůdy Rytmus a Diadem vykázaly odolnost (rezistenci) vůči tomuto houbovému onemocnění, přičemž nejvyšší stupeň napadení u praporcového listu vykázala odrůda Carmina, naopak u podpraporcového listu byl zjištěn nejvyšší stupeň napadení u odrůdy Seladon. Ve sledovaných letech 2014/2015 panovalo nadprůměrně teplé počasí. Vyšší teploty měly vliv na rozvoj rzi plevové (*Puccinia striiformis*) v porostu ozimé pšenice.

Stejně tak mezi procentem napadení padlím travním (*Blumeria graminis*) u podpraporcového listu ověřovaných odrůd byl zjištěn vysoce podstatný rozdíl. Odrůdy Tosca a Secese vykázaly odolnost (rezistenci) vůči padlí travnímu (*Blumeria graminis*). Výjimkou u tohoto onemocnění je hodnocení intenzity napadení praporcového listu, kdy pouze odrůda Tosca vykázala nejnížší odolnost vůči tomuto houbovému onemocnění.

Naopak u podpraporcového listu vykázala vyšší intenzitu napadení odrůda Carmina a Bohemia. Na rozvoj tohoto houbového onemocnění mělo vliv nadprůměrně teplé počasí.

Před sklizní se provádělo hodnocení prvního výnosového prvku a to počtu klasů na m². Průměrná hodnota tohoto výnosového prvku u sledovaných odrůd dosáhla 669 ks/m². Tato hodnota je z hlediska literatury považována za optimální hodnotu počtu klasů na m² v době sklizně. Nejvyššího počtu klasů na m² dosáhly elitní (E) odrůdy (703 klasů na m²). Naopak u kvalitních (A) a chlebových (B) odrůd byl počet klasů poměrně vyrovnaný. Kvalitní odrůdy dosáhly 660 klasů a chlebové odrůdy 664 klasů na m².

Krátce po sklizni byla stanovena vlhkost zrna, skutečný výnos a následně z odebraných vzorků jednotlivých odrůd došlo k vyhodnocení druhého a třetího výnosového prvku.

U druhého výnosového prvku byl zjištěn u všech odrůd průměrný počet zrn v klasu 45,1 zrn. Nejvyššího počtu zrn v klasu dosáhly chlebové (B) odrůdy, jejichž hodnota činila 47 zrn. Elitní (E) odrůdy vykázaly v průměru 45 zrn a nejnižšího počtu zrn dosáhly kvalitní (A) odrůdy (44 zrn).

Při stanovení třetího výnosového prvku - HTZ byla zjištěna průměrná hodnota všech odrůd 51,2 g. U tohoto výnosového prvku se zjistila nejvyšší hodnota HTZ 52g u chlebových (B) odrůd. Naopak odrůdy elitní (E) a kvalitní (A) dosáhly vyrovnané hmotnosti tisíce zrn. Elitní odrůdy vykázaly 51,3 g a odrůdy kvalitní 51 g.

Dále se stanovila průměrná hodnota skutečného výnosu. Hodnota skutečného výnosu všech odrůd byla 8,77 t/ha. Porovnáním výnosu elitních, kvalitních a chlebových odrůd bylo zjištěno, že nejvyššího výnosu dosáhly chlebové (B) odrůdy (9,4 t/ha), načež vysokého výnosu dosáhly také elitní (E) odrůdy, jejichž výnos činil 9,13 t/ha. Stejně tak kvalitní (A) odrůdy dosáhly poměrně vysokého výnosu, jenž činil 8,2 t/ha.

Některé ukazatele kvality jsou však negativně korelovány s výnosem zrna. Tato skutečnost se porovnávala u jednotlivých E, A a B odrůd.

Elitní (E) odrůda Evina dosáhla vysokých hodnot ukazatelů kvality zrna. Také bývá právem nazývána královnou kvality se stabilním a mimořádně vysokým výnosem. Vykázala nejvyšší hodnotu objemové hmotnosti 819 g/l⁻¹ a čísla pádu (512 s). Dále dosáhla druhé nejvyšší hodnoty N- látek 16,42 % a Zeleného testu (51 ml). Evina vykázala také nejvyšší výnos zrna (9,64 t/ha) oproti ostatním A a B odrůdám. Proto u této elitní odrůdy nelze potvrdit, že jednotliví ukazatele kvality negativně korelují s výnosem zrna.

Další elitní (E) odrůdou je Tosca, která je oblíbená z hlediska vysokých a stabilních hodnot kvalitativních ukazatelů a zároveň poskytuje dobré výnosy. V pokusu tato odrůda vykázala vysoké hodnoty kvalitativních ukazatelů, ale také poměrně vysoký výnos (8,62 t/ha). Z kvalitativních ukazatelů dosáhla vysoké hodnoty čísla pádu (446 s) a objemové hmotnosti (796 g/l⁻¹). Také Zeleného test dosáhl poměrně vysokých hodnot (47 ml). Z hlediska obsahu N- látek vykázala hodnotu (14,72 %). Tosca dosáhla také vysokých hodnot ukazatelů kvality, přičemž výnos této odrůdy byl nižší oproti chlebovým (B) odrůdám, lze tedy potvrdit negativní korelaci kvalitativních ukazatelů s výnosem zrna.

Dále byly posuzovány kvalitní (A) odrůdy Bohemia, Carmina, Diadem a Turandot. Odrůda Bohemia je doporučována do všech výrobních oblastí, poskytuje vysoké výnosy a dobrou jakost zrna. Tato odrůda v pokusu dosáhla společně s Carminou nejvyšší hodnoty Zeleného testu (53 ml). Zároveň dosáhla vysokého obsahu N- látek (15,53 %) a čísla pádu (487 s). Naopak vykázala nejnižší objemovou hmotnost zrna (749 g/l⁻¹). Na základě zjištěných výsledků lze potvrdit negativní korelaci kvalitativních ukazatelů a výnosu zrna.

Odrůda Carmina dosahuje výborné jakosti zrna a vysokého výnosu ve všech pěstitelských oblastech. Z hlediska kvalitativních ukazatelů tato odrůda vykázala v

pokusu vysoké hodnoty objemové hmotnosti (808 g/l^{-1}), také čísla pádu (499 s), Zelenyho testu (53 ml) a obsahu N- látek (15,21 %). Současně dosáhla nejnižšího výnosu zrna (7,75 t/ha) oproti chlebovým a elitním odrůdám. Carmina tedy dosáhla vysoké jakosti, přičemž vykázala nejnižší výnos zrna. Platí tedy, že kvalitativní ukazatelé negativně korelují s výnosem zrna.

Odrůda Diadem poskytuje vysoké výnosy a stabilní pekařskou jakost (A). Tato odrůda vykázala v pokusu velmi vysoké hodnoty jednotlivých ukazatelů kvality. Dosáhla vysokých hodnot objemové hmotnosti (813 g/l^{-1}), čísla pádu (449 s), obsahu N- látek (15,18 %) a Zelenyho testu (47 ml). Také vykázala druhý nejnižší výnos zrna oproti chlebovým a elitním odrůdám. Vysoké hodnoty kvalitativních ukazatelů negativně korelují s výnosem zrna.

Odrůda Turandot je vhodná do všech výrobních oblastí a poskytuje dobrou pekařskou kvalitu (A). Tato odrůda vykázala nejnižší hodnotu čísla pádu (376 s), objemovou hmotnost (747 g/l^{-1}) a obsah N- látek (14,23 %). Dosáhla vyšší hodnoty Zelenyho testu (47 ml). Turandot vykázal vyšší hodnotu výnosu zrna, který činil 8,79 t/ha. Vyšší výnos zrna je v negativní korelaci s kvalitativními ukazateli.

V neposlední řadě byly posuzovány chlebové (B) odrůdy Rytmus, Secese a Seladon.

Odrůda Rytmus poskytuje stabilní výnosy ve všech výrobních oblastech. Z hlediska kvalitativních ukazatelů vykázala nižší hodnoty oproti elitním a kvalitním odrůdám. Hodnota objemové hmotnosti činila 789 g/l^{-1} , Zelenyho testu (39 ml) a obsahu N- látek (14,84 %). Dosáhla ale vysoké hodnoty čísla pádu, která činila 455 s. Naopak tato odrůda vykázala vysoký výnos zrna (9,31 t/ha). Lze tedy potvrdit negativní korelaci výnosu s kvalitativními ukazateli.

Odrůda Seladon dosahuje vysokých výnosů. Obdobně jako odrůda Rytmus vykázala nižší hodnoty kvalitativních ukazatelů. Hodnota objemové hmotnosti činila 797 g/l^{-1} , Zelenyho testu (35 ml) a obsahu N- látek (14,51 %). Stejně jako předchozí odrůda dosáhla vysoké hodnoty čísla pádu (441 s). Odrůda Seladon vykázala vysoký výnos zrna (9,38 t/ha). Můžeme tedy potvrdit negativní korelaci výnosu s kvalitativními ukazateli.

Naproti tomu odrůda Secese vykázala jak vysoké hodnoty kvalitativních ukazatelů, tak i vysoký výnos zrna. Vykázala také vysoké hodnoty N- látek (16,52 %), objemové hmotnosti (815 g/l^{-1}), Zelenyho testu (47 ml) a čísla pádu (408 s). V tomto případě nelze potvrdit negativní korelaci kvalitativních ukazatelů a výnosu zrna.

V pokusu byla vyhodnocena vysoká úroveň kvalitativních ukazatelů, kdy jednotlivé odrůdy vykázaly také vysoké výnosy. Tato skutečnost může být ovlivněna především nadprůměrnými teplotami ve sledovaném období 2014/2015, agrotechnikou, ale také úrovní výživy a hnojení porostů.

Pšenice pro pekárenské účely by měla být vždy pěstována cíleně. Pro dosažení dostatečné výše a kvality produkce je třeba přizpůsobit celý systém

jednotlivých opatření od výběru lokality a odrůdy až po sklizeň a posklizňové úpravy. Dodržení celého systému dodá pěstiteli nejvyšší záruku k dosažení dobré jakosti.

7. Seznam literatury

ANONYM, 1. 2015. Typy mouky: Druhy obilovin. 2015. *Pekarny.unas.cz* [online]. Copyright © [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <http://www.pekarny.unas.cz/typy_mouky1.html>.

ANONYM, 2. 2015. Pšeničná mouka. 2015. *Mouky.cz* [online]. *webareal.cz* [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <http://www.mouky.cz/mouky/eshop/1-1-PSENICNA-MOUKA>>.

ANONYM, 3. 2015. Potraviny a jejich účinky. 2015. *Zdravavyzivakolin.cz: Bioprodejna Slunečnice* [online]. Kolín [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <<http://www.zdravavyzivakolin.cz/potraviny-a-jejich-ucinky/>>.

ANONYM, 4. 2015. Nesnášenlivost lepku. *Celiak.cz* [online]. Praha: Společnost pro bezlepkovou dietu z.s. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <<http://www.celiak.cz/o-nemoci>>.

ANONYM, 5. 2015. Zpráva o trhu obilovin, olejnin a krmiv. In: *Szif.cz* [online]. Praha: TIS ČR, SZIF [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <HTTPS://WWW.SZIF.CZ/CS/CMDOCUMENT?RID=%2FAPA_ANON%2FCS%2FZPRAVY%2FTIS%2FZPRAVY_O_TRHU%2F05%2F1448877895313.PDF>.

ANONYM, 6. 2000. *ČSN ISO 5529 (461022): Pšenice - Stanovení sedimentačního indexu - Zeleného testu*. Praha: ČNI. s. 12.

ANONYM 7. 2015. Postup sklizně obilovin a řepky v ČR k 31. 8. 2015: informace a komentář ke sklizni obilovin a řepky v České republice. *Http://eagri.cz/* [online]. Praha: MZE [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/roslinne-komodity/obiloviny/prubeh-sklizne/postup-sklizne-obilovin-a-repky-v-cr-k-7.html>>.

ANONYM, 8. 1993. *ČSN ISO 3093 (461018): Obiloviny. Stanovení čísla poklesu*.

ANONYM, 9. 2015. Situační a výhledová zpráva Obiloviny 2015. *Eagri.cz* [online]. Praha: MZE [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/445783/SVZ_Obiloviny_12_2015.pdf>.

ANONYM, 10. 2014. Situační a výhledová zpráva Obiloviny 2014. *Eagri.cz* [online]. Praha: MZE [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/365762/SVZ_Obiloviny_12_2014.pdf>.

ANONYM, 11. 2012. Integrovaná ochrana rostlin. *Eagri.cz* [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/skodlive-organismy/integrovana-ochrana-rostlin>>.

AL-MAAROOF, E., FAYADH, A. H. a FATTAH, F. A. 2014. Use of Some Chemical Inducers to Improve Wheat Resistance to *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Nsseme*. IFVC, 2014, 83-90. ISSN 51-5985.

ARAPI, V., LAZE, A., IBRO, V., ELEZI, F., MARA, V., KASMI, A. a MELI, R. 2012. VARIATION OF SOME QUALITATIVE INDICATORS OF WHEAT GENETIC MATERIAL FROM AGRICULTURAL UNIVERSITY OF TIRANA (AUT) COLLECTION. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. HED, 2011/2012. ISSN 633.11-152.64(496.5).

BEZDÍČKOVÁ, A. a HŘIVNA, L.[online] 2007. [cit. 2016-03-16]. *The effect of nitrogen fertilizing and fungicide application on the yield and selected parameters of grain quality of winter wheat*. Mendel. Brun.: ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MENDELIANAE BRUNENSIS, LV(1), 25-38. Dostupné z: <http://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2007055010025.pdf>.

BUREŠOVÁ, I. a PALÍK, S. 2004. Kvalita potravinářských obilovin (Quality of food cereal crops). *Mlynářské noviny 2004*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, s. 69-80. ISSN 1214-6374.

BUREŠOVÁ, I. a PALÍK, S. 2008. Kvalita zrna potravinářské pšenice sklizené v roce 2007.: (Grain quality of bread wheat from the 2007 harvest). *Obilnářské listy*. Brno: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.,16. 2008(1), s. 11-14. ISSN 1212-138X.

BUREŠOVÁ, I., PALÍK, S., EDLER, S., SEDLÁČKOVÁ, I., TICHÝ, F. a VÁŇOVÁ, M. 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice. In: *Vukrom.cz* [online]. Kroměříž: Agrotest fyto, s.r.o. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <<http://www.vukrom.cz/vyzkum/ukoncene-2009/qg50041/metodika>>.

COTUNA, O., PARASCHIVU, M., DURĂU, C. C., MICU, L. a DAMIANOV, S. 2015. EVALUATION OF *BLUMERIA GRAMINIS* (D.C.) SPEER PATHOGEN IN SEVERAL WINTER WHEAT VARIETIES. *Journal of Agricultural Science*. Agricultural Science, 2015. 47 (2).

ČEPIČKA, J. 1995. *Obecná potravinářská technologie*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 8070802391.

ČERNÝ, J. a ŠAŠEK, A. *Bílkovinné signální geny pšenice obecné*. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996. ISBN 80-85120-55-0.

DIEPENBROCK, W. 2000. Fruhsaat bei Winterweizen.: In.: Zamyšlení nad rostlinnou výrobou. *Úroda*. Praha 8: Ing. Martin Sedláček, 48. 2000(8), s. 18-19. ISSN 0139-6013.

DIVIŠ, J. 2000. *Pěstování rostlin: (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitosti)*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 8070404566.

DVOŘÁČEK, V., PAPOUŠKOVÁ, L., HERMUTH, J. a DOTLAČIL, L. 2012. Využití metody retenční kapacity mouky pro predikci technologické kvality pšenice v České republice: METODIKA PRO PRAXI 2012. In: *Selton.cz* [online]. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <<http://www.selton.cz/pubs/2012/src.pdf>>.

DVOŘÁČEK, V., SEDLÁČEK, T., RŮŽEK, P., VAVERA, R., PAPOUŠKOVÁ, L. a PROHASKOVÁ, A. 2010. Efektivní postupy pěstování pšenice pro produkci pšeničného škrobu a bioetanolu: Effective Methods of Wheat Cultivation for Starch and Bioethanol Production. *Listy cukrovarnické a řepářské*. Praha: VUC, (4), 142-145. ISSN 1805-9708. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://www.cukr-listy.cz/on_line/2010/PDF/142-145.PDF>.

FAMĚRA, O. 1993. *Základy pěstování ozimé pšenice*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 8071050458.

FAMĚRA, O. a HRUŠKOVÁ, M. 2000. HODNOCENÍ MLYNÁŘSKÉ JAKOSTI ODRŮD OZIMÉ PŠENICE: Evaluation of milling quality of winter wheat varieties. In: *Agris.cz* [online]. Praha: ČZU v Praze [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <<http://www.agris.cz/clanek/107621/hodnoceni-mlynarske-jakosti-odrud-ozime-psenice>>.

HÄNI, F. J. 1993. *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin: Příručka ochrany rostlin v integrované produkci*. 3.vyd. (1.vyd.v ČR). Praha: Scientia. ISBN 8085827123.

HORÁKOVÁ, V., DVOŘÁČKOVÁ, O. a MEZLÍK, O. 2015. *Seznam doporučených odrůd 2015: pšenice ozimá, ječmen jarní, ječmen ozimý, tritikale ozimé, oves setý, hrách polní*. 1. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. s. 195. ISBN 978-80-7401-108-5.

HOŘČIČKA, P. et. al. 2001. *Objemová hmotnost pšenice-význam ročníků a odrůdy*. Qualima. s. 3-6. ISBN 80-238-7554-x.

HRUŠKOVÁ, M., JIRSA, O. a ŠVEC, I. 2006. Jakostní znaky pšenice a mouky-možnosti predikce NIR přístroji. *Mlynářské noviny 9/10*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky. s. 3-6. ISSN 1214-6374.

HŘIVNA, L. a RICHTER, R. 2000. Výživa ovlivňuje kvalitu potravinářské pšenice. *Úroda*. Praha 8: Ing. Martin Sedláček, 48. 2000(12), s. 21-23. ISSN 0139-6013.

HUBÍK, K. a MAREČEK, J. 2002. KVALITA OBILNIN. In: *Úroda.cz* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <<http://uroda.cz/kvalita-obilnin/>>.

JIRSA, O., HRUŠKOVÁ, M. a ŠVEC, I. 2006. NEAR-INFRARED METHOD FOR PREDICTING OF BAKERY VARIETY TRAITS. *Scientia Agriculturae Bohemica* 37 (4). , s. 146-150.

JIRSA, O., POLIŠENSKÁ, I. a PALÍK, S. 2011. Kvalita potravinářských obilovin 2011. *Obilnářské listy*. Brno: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., 2011(3). ISSN 1212-138X.

JIRSA, O., POLIŠENSKÁ, I. a PALÍK, S. 2013. Kvalita potravinářských obilovin 2012 (Quality of food cereals from the harvest 2012). *Obilnářské listy*. Brno: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o., (2), 35-39. ISSN 1212-138x.

JUTT, T.S., FAROOQ, Z. a JUTT, M.A. 2015. *Comparative study of the effect of traditional and commercial packaging on the storability of wheat flour*. PAK. J. FOOD SCI., (25 (4), 169-177. ISSN 2226-5899.

KADLEC, P., MELZOCH, K. a VOLDŘICH, M. 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074180514.

KAZDA, J. 2001. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 2. dopl. vyd. Praha: Martin Sedláček. ISBN 8090241301.

KAZDA, J., MIKULKA, J. a PROKINOVÁ, E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press. ISBN 9788086726342.

KOVAŘÍKOVÁ, D. a NETOLICKÁ, V. 2011. Vzdělávací materiál pro předmět Technologická příprava: Modernizace výuky na Střední průmyslové škole potravinářské Pardubice reg. č. projektu: CZ.1.07/1.1.03/03.0037. In: *Kvalita obilí pro mlýnské zpracování* [online]. Pardubice [cit. 2015-12-15]. Dostupné z: <file:///C:/Users/Lucinka/Downloads/P37_Technologicka_priprava%20(1).pdf>.

KŘEN, J. 1998. *Metodika pěstování ozimých obilnin: [pšenice ozimá, ječmen ozimý, žito, tritikale]*. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav. ISBN 8090254527.

LAŠTOVIČNÍKOVÁ, J. 2011. Celiakie. In: [Http://endokrinologie-obezitologie.cz/](http://endokrinologie-obezitologie.cz/) [online]. ENDOCARE s.r.o. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <<http://endokrinologie-obezitologie.cz/cs/clanky/nutricni-terapie/celiakie/>>.

MOUDRÝ, J. a JÚZA, J. 1998. *Pěstování obilnin*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 8070402741.

MUCHOVÁ, Z. 2001. *Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využitie*. 1. SPU v Nitre: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. ISBN 80-7137-923-9.

NOVOTNÝ, F. a HUBÍK, K. 2006. Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice.: Hodnocení z pohledu odrůdového zkušebnictví ÚKZÚZ Brno. In: *Leadingfarmers.cz* [online]. Brno: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <<http://www.leadingfarmers.cz/library/?ix=21&link=>>>.

NOVOTNÝ, F., JUREČKA, D. a HUBÍK, K. 2000. Hodnocení jakosti potravinářské pšenice pro pečivářské využití. *Úroda 48 (8)*. Praha: Profi Press s.r.o.

PALÍK, S. 2009. *Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice*. Kroměříž: Agrotest fyto. ISBN 9788086888071.

PELIKÁN, M. a SÁKOVÁ, L. 2001. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 8070405023.

PELIKÁN, M. a SUKOVÁ, M. 1998. *Hodnocení a využití rostlinných produktů: (návodů do cvičení)*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 8070402792.

PETR, J. 2001. *Pěstování pšenice podle užitkových směrů*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. Zemědělské informace. ISBN 8072710907.

PETR, J., ČERNÝ, V. a HRUŠKA, L. 1980. *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství). s. 121-124.

PETR, J. a HÚSKA, J. 1997. *Speciální produkce rostlinná*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 802130152X.

PETR, J. a LOUDA, F. 1998. *Produkce potravinářských surovin*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 8070803320.

PRIGGE, G., GERHARD, M. a HABERMEYER, J. 2004. *Houbové choroby obilnin: znaky pro včasné rozlišení*. Limburgerhof: BASF Atiengesellschaft.

POLIŠENSKÁ, I. a JIRSA, O. 2015. Vyhodnocení souboru odrůd ozimé pšenice Mezinárodní soutěže pěstebních technologií Kroměříž 2015 z pohledu kvality sklizeného zrna: (International competition of cropping methods for cereals Kroměříž 2015 – winter wheat grain quality results). *Obilnářské listy*. Brno: Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., 2015(2), 43-46. ISSN 1212-138X.

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

PRUGAR, J. a HRAŠKA, Š. 1986. *Kvalita pšenice*. 1. Bratislava: Příroda, vydavatelstvo kníh a časopisov, n.p. ISBN 64-133-86.

PŘÍHODA, J. a HRUŠKOVÁ, M. 2007. *Hodnocení kvality*. SPM ČR., s. 186. ISBN 80-239-9475-9.

PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P. a NOVOTNÁ, D. 2003. *Základy pekárenské technologie*. Vyd. 1. Praha: Pekař a cukrář. ISBN 8090292216.

PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P. a HRUŠKOVÁ, M. 2004. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-530-7. (s.102)

ŠOTTNÍKOVÁ, V. 2007. *Vliv odrůdy, lokality a ročníku na výslednou jakost pšenice ozimé*. Brno. Doktorská disertační práce. MZLU Brno. s. 143.

STAŇKOVÁ. 2014. Aktuality v kategorii Výživové poradenství, přednášky, zdraví: JAKÉ JSOU VÝHODY A NEVÝHODY PŘI KONZUMACI PEČIVA. 2014. *Ehcenter.cz* [online]. W-System Studio [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <<http://www.ehcenter.cz/aktuality/vyzivove-poradenstvi-prednasky-zdravi/108-JAKE-JSOU-VYHODY-A-NEVYHODY-PRI-KONZUMACI-PECIVA//>>.

ŠTÍTEK, K. 2014. Stabilita pádového čísla. In: *Vpagro.cz* [online]. VP AGRO, spol. s r.o. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.vpagro.cz/fotos/pdf/hlucne_listy_2014_final.pdf>.

TVARŮŽEK, L., RŮŽIČKOVÁ, S., JERGL, Z., MATUŠINSKÝ, P. a SVAČINOVÁ, I. 2015. Účinnost vybraných fungicidů na původce významných listových chorob pšenice ozimé v roce 2015: (The efficacy of selected fungicides against important leaf diseases of winter wheat in 2015). *Obilnářské listy*. Brno: Zemědělský výzkumný ústav zemědělský, s.r.o., XXIII.(2), s. 35-39. ISSN 1212-138X.

ZHANG, X., J. CAI, B. WOLLENWEBER, F. LIU, T. DAI, W. CAO a D. JIANG. 2013. Multiple heat and drought events affect grain yield and accumulations of high molecular weight glutenin subunits and glutenin macropolymers in wheat. In: *Journal of Cereal Science*. roč. 5, č. 1. s. 134-140. ISSN 07335210. [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521012002329>>.

ZIMOLKA, J. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, c2005. ISBN 80-86726-09-6.

8. Seznam zkratek

A - kvalitní odrůdy

B - chlebové odrůdy

DC - dekadická fenologická stupnice

E - elitní odrůdy

g.l⁻¹ - gram na litr

ha - hektar

HTZ - hmotnost tisíce zrn

kg - kilogram

ks - kus

LAV - ledek amonný s vápencem

ml - mililitr

m. n. m. - metr nad mořem

m² - metr čtvereční

t/ha - tuna na hektar

tis. - tisíc

°C - stupeň Celsia

9. Přílohy

Příloha č. 1: Průměrné hodnoty výnosových prvků a skutečného výnosu z hlediska elitních (E), kvalitních (A) a chlebových (B) odrůd

	Odrůdy	Počet klasů na m ²	Průměr	Počet zrn v klasu (ks)	Průměr	HT Z (g)	Průměr	Skutečný výnos (t/ha)	Průměr
Elitní odrůdy (E)	Evina	711	703	46,2	45	53,3	51,3	9,64	9,13
	Tosca	694		44,6		49,3		8,62	
Kvalitní odrůdy (A)	Bohemia	636	660	45,1	44	51,3	51	8,03	8,2
	Carmina	700		45		48,3		7,75	
	Diadem	699		40,7		48,3		8,1	
	Turandot	604		43,9		54,7		8,79	
Chlebové odrůdy (B)	Rytmus	626	664	43,5	47	49	52	9,31	9,4
	Secese	708		48,8		50,7		9,39	
	Seladon	648		48,7		56		9,38	

Příloha č.2: Průměrné hodnoty kvalitativních ukazatelů z hlediska elitních (E), kvalitních (A) a chlebových (B) odrůd

	Odrůdy	Číslo pádu (s)	Průměr	Zelený otest (ml)	Průměr	Obsah N-látek (%)	Průměr	Objemová hmotnost (g/l ⁻¹)	Průměr
Elitní odrůdy (E)	Evina	512	479	51	49	16,42	16	819	808
	Tosca	446		47		14,72		796	
Kvalitní odrůdy (A)	Bohemia	487	453	53	50	15,53	15	749	779
	Carmina	499		53		15,21		808	
	Diadem	449		47		15,18		813	
	Turandot	376		46		14,23		747	
Chlebové odrůdy (B)	Rytmus	455	435	39	40	14,84	15	789	800
	Secese	408		47		16,52		815	
	Seladon	441		35		14,51		797	

Příloha č. 3: Průměrný počet klasů na 1 m² u odrůd ozimé pšenice (ks)

Odrůda	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr
Bohemia	640	604	664	636
Carmina	720	700	680	700
Diadem	678	722	698	699
Evina	716	712	706	711
Rytmus	678	608	592	626
Tosca	698	672	712	794
Turandot	602	602	608	604
Secese	716	696	714	709
Seladon	620	650	674	648

Příloha č. 4: Průměrný počet zrn v klasu u odrůd ozimé pšenice (ks)

Odrůda	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr
Bohemia	46,4	41,6	47,1	45,1
Carmina	44,4	41,2	49,5	45,0
Diadem	44,05	40,9	37,05	40,7
Evina	48,8	42,2	47,4	46,2
Rytmus	41,7	49	39,6	43,5
Tosca	49,2	40,6	43,8	44,6
Turandot	47,1	42,05	42,5	43,9
Secese	49	44,6	52,6	48,8
Seladon	51,9	48,1	46,1	48,7

Příloha č. 5: Průměrná HTZ u odrůd ozimé pšenice (g)

Odrůda	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr
Bohemia	47	51	56	51,3
Carmina	49	47	49	48,3
Diadem	49	49	47	48,3
Evina	52	50	58	53,3
Rytmus	50	49	48	49
Tosca	53	50	45	49,3
Turandot	53	58	53	54,7
Secese	51	50	51	50,7
Seladon	55	56	57	56

Příloha č. 6: Skutečný výnos u odrůd ozimé pšenice (t/ha)

Odrůda	1. opakování	2. opakování	3. opakování	Průměr
Bohemia	7,78	8,49	7,8	8,03
Carmina	7,96	7,88	7,41	7,75
Diadem	7,83	8,85	7,62	8,1
Evina	9,04	9,42	10,45	9,64
Rytmus	9,23	9,57	9,12	9,31
Tosca	8,96	8,57	8,33	8,62
Turandot	7,54	9,49	9,34	8,79
Secese	8,19	9,54	10,46	9,39
Seladon	8,80	9,2	10,13	9,38

Fotodokumentace ozimé pšenice v období 2014/2015

Obr. č. 7: Setí maloparcelkovým bezezbytkovým secím strojem HEGE



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

Obr. č. 8: Porost v růstové fázi vzcházení (DC 10)



(Foto: Lucie Vokatá)

Obr. č. 9: Porost ve fázi odnožování (DC 20)



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

Obr. č. 10: Porost ve fázi kvetení (DC 65)



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

Obr. č. 11: Porost v růstové fázi plná zralost (DC 90)



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

Obr. č. 12: Sklizeň porostu (DC 90)



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)

Obr. č. 13: Odebrané vzorky



(Foto: Lucie Vokatá, 2015)