

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta agrobiologie, potravinových a  
přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



# **Vliv vnějších faktorů na vybrané jakostní ukazatele pšenice**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Oldřich Faměra, CSc.

Autor práce: Bc. Tereza Turková

2009

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Vliv vnějších faktorů na vybrané jakostní ukazatele pšenice** vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Praze dne:

podpis autora práce:

**Poděkování:**

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Oldřichu Faměrovi, CSc. za odborné vedení a všestrannou pomoc při zpracování této práce.

## ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vliv ročníku, stanoviště a intenzity pěstování na vybrané jakostní ukazatele u odrůd pšenice pekařské skupiny C. Registrované odrůdy ozimé pšenice skupiny C – Biscay, Clarus, Rapsodia, skupina B - Mladka, Etela a Vlasta, byly hodnoceny na čtyřech stanovištích – Hněvčeves, Kostelec nad Orlicí, Humpolec a Pernolec, dále dvě technologie: úsporná ( $90 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ) a intenzivní ( $120 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ). Vedle polních pokusů bylo v laboratorních testech prováděno analytické hodnocení jakostních ukazatelů zrna, zejména s ohledem na škrob, bílkoviny, mokvý lepek, gluten index a tvrdost zrna.

Vyhodnocením výsledků bylo zjištěno, že dochází k rozdílu mezi stanovišti, odrůdami, technologiemi pěstování a v letech. V roce 2007 se obsah škrobu pohyboval většinou v rozmezí od 66,2 – 70,3 %, zatímco v lokalitě Hněvčeves (řepařská výrobní oblast) se obsah škrobu pohyboval pouze okolo 65,5 – 67,7 %. Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl v lokalitě Hněvčeves, kdy se výsledky pohybovaly okolo 12 %. V ostatních oblastech se obsah dusíkatých látek pohyboval od 8 – 11 %. Nejmíň dusíkatých látek bylo v lokalitě Pernolec. V roce 2008 se obsah škrobu se pohyboval většinou v rozmezí od 67 – 70 %. Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl opět v lokalitě Hněvčeves, kdy se výsledky pohybovaly okolo 11 %. V ostatních lokalitách se obsah dusíkatých látek pohyboval od 8 – 10 %, v některých případech až k 11 %. A opět nejnižší obsah dusíkatých látek bylo v lokalitě Pernolec.

Statistickou metodou - korelací ze všech stanovišť byla v roce 2007 zjištěna silná záporná korelace mezi obsahem škrobu a dusíkatých látek, mezi obsahem dusíkatých látek a gluten indexem, mezi obsahem lepku a gluten indexem. S kladnou korelací byla vysoká závislost mezi obsahem dusíkatých látek a obsahem lepku. V roce 2008 byla zjištěna vysoká záporná korelace mezi obsahem dusíkatých látek a gluten indexem, mezi obsahem lepku a gluten indexem. S kladnou korelací byla zjištěna vysoká závislost mezi obsahem dusíkatých látek a obsahem lepku. V obou letech dohromady byly zjištěny stejné výsledky ale i rozdíly. U parametru tvrdost se neprojevila žádná závislost.

## SUMMARY

The aim of this diploma thesis was evaluation of an influence of year class?, location and the intensity of cultivation on chosen quality indicators at wheat variety of bake group C. Registered winter wheat varieties of group C - Biscay, Clarus, Rapsodia, Mladka, Etela and varieties of group B - Vlasta were evaluated at 4 locations - Hněvčeves, Kostelec nad Orlicí, Humpolec a Pernolec There were evaluated two silvicultural technologies: saving (90 kg N.ha<sup>-1</sup>) and intensiv (120 kg N.ha<sup>-1</sup>) Except field experiments, there were proceeded? analitical evaluations of quality indicators of grain in laboratory tests, mainly starch, wet gluten, gluten index and hardness of the grain. By evaluation of planned experiments was found that there is a difference in results of monitored parameters in relation on location, variety of the wheat, silvicultural technologie.

It was found based on data evaluation, that there is a difference between the stands, the species, the years and in the technologies of growing. In the year 2007 the content of starch was mostly in the range 66,2 – 70,3 %, while in the locality Hněvčeves (beet production territory) the content of starch was only around 65,5 – 67,7 %. The highest content of nitrogen compounds was in the locality Hněvčeves, where the results were around 12 %. The content of nitrogen compounds in the other localities was in the range 8 – 11 %. The lowest content of nitrogen compounds was in the locality Pernolec. In the year 2008 the content of starch was mostly in the range 67 – 70 %. The highest content of nitrogen compounds was again in the locality Hněvčeves, where the results were around 11 %. The content of nitrogen compounds in the other localities was in the range 8 – 10 %, somewhere up to 11 %. And again the lowest content of nitrogen compounds was in the locality Pernolec.

By statistical method – correlation from all locations there was found in the season 2007 strong negative correlation between starch content and content of nitrogenous compounds, between content of nitrogenous compounds and gluten index and between gluten content and gluten index. In the season 2008 there was found strong negative correlation between nitrogenous compounds content and gluten content During 2 years monitoring where were found seasonal differencies as well as same results for some parameters. At the parametr hardness there was not found any seasonal relation.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2. LITERÁRNÍ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
2.1. Obiloviny .....	10
2.2. Pšenice obecná .....	10
2.3. Plod a hlavní části obilky .....	12
2.4. Růst a vývoj pšenice ozimé .....	13
2.5. Bílkoviny .....	13
2.6. Škrob .....	15
2.6.1. Výroba pšeničného škrobu .....	17
2.6.2. Škrob v pekárenské technologii .....	17
2.7. Lepek .....	18
2.8. Gluten index .....	18
2.9. Tvrdost zrna .....	18
2.10. Vliv vnějších podmínek na pšenici ozimou .....	19
2.10.1. Výživa a hnojení pšenice ozimé .....	19
2.10.2. Půdní podmínky .....	21
2.10.3. Klimatické a meteorologické vlivy .....	21
2.10.4. Agrotechnické vlivy .....	21
2.11. Parametry ovlivňující obsah škrobu .....	22
2.12. Přehled odrůd vhodných pro produkci škrobu .....	23
2.13. Jakost .....	24
2.13.1. Hodnocení jakosti pšenice .....	24
<b>3. METODIKA .....</b>	<b>27</b>
3.1. Metodika pokusu .....	27
3.2. Charakteristika pokusného místa .....	27
3.3. Charakteristika pokusných stanic .....	27
3.3.1. Obecné charakteristiky pokusných stanic .....	27
3.3.1.1. Pokusná stanice Hněvčeves .....	28
3.3.1.2. Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí .....	28
3.3.1.3. Pokusná stanice Humpolec .....	28
3.3.1.1. Pokusná stanice Pernolec .....	28

3.3.2. Klimatické poměry pokusných stanic .....	29
3.3.2.1. Pokusná stanice Hněvčeves .....	29
3.3.1.1. Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí .....	29
3.3.1.2. Pokusná stanice Humpolec .....	29
3.3.1.3. Pokusná stanice Pernolec .....	29
3.3.3. Půdní poměry pokusných stanic .....	29
3.3.3.1. Pokusná stanice Hněvčeves .....	29
3.3.3.2. Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí .....	30
3.3.3.3. Pokusná stanice Humpolec .....	30
3.3.3.4. Pokusná stanice Pernolec .....	30
3.4. Varianty pěstebních technologií .....	30
3.3.1 Úsporná .....	30
3.3.1 Intenzivní .....	30
3.5. Analyzované vzorky .....	30
3.6. Laboratorní hodnocení .....	32
3.6.1. Stanovení tvrdosti zrna metodou PSI .....	33
3.6.2. Stanovení obsahu škrobu podle Ewerse .....	34
3.6.3. Stanovení obsahu mokrého lepku .....	36
3.6.4. Stanovení obsahu dusíkatých látek .....	38
3.6.5. Stanovení vlhkosti .....	39
<b>4. VÝSLEDKY .....</b>	<b>41</b>
4.1. Výsledky rozborů zrna pšenice ozimé, rok 2007 .....	41
4.1.1. Obsah škrobu .....	42
4.1.2. Obsah dusíkatých látek .....	43
4.1.3. Obsah mokrého lepku .....	43
4.1.4. Gluten index .....	44
4.1.5. Tvrdost zrna .....	44
4.2. Výsledky rozborů zrna pšenice ozimé, rok 2008 .....	44
4.2.1. Obsah škrobu .....	46
4.2.2. Obsah dusíkatých látek .....	46
4.2.3. Obsah mokrého lepku .....	47
4.2.4. Gluten index .....	47
4.2.5. Tvrdost zrna .....	47
4.3. Korelační závislost mezi jakostními ukazateli.....	48

4.3.1. Pokusná stanice Hněvčeves, rok 2007 .....	48
4.3.2. Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí, rok 2007 .....	48
4.3.3. Pokusná stanice Humpolec, rok 2007 .....	49
4.3.4. Pokusná stanice Pernolec, rok 2007 .....	49
4.3.5. Pokusná stanice Hněvčeves, rok 2008 .....	50
4.3.6. Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí, rok 2008 .....	50
4.3.7. Pokusná stanice Humpolec, rok 2008 .....	51
4.3.8. Pokusná stanice Pernolec, rok 2008 .....	51
4.3.9. Korelační závislost všech stanovišť, rok 2007.....	52
4.3.10. Korelační závislost všech stanovišť, rok 2008 .....	52
4.3.11. Korelační závislost všech stanovišť za oba dva roky .....	52
<b>5. ZÁVĚR .....</b>	<b>54</b>
<b>6. SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>56</b>
<b>7. SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>59</b>



# 1 ÚVOD

Ozimá pšenice si svojí výměrou pěstování stále zachovává mezi ostatními obilovinami své výjimečné postavení, které se bezprostředně promítá do celkových výsledků sklizně s vlivem na celkovou bilanci obilovin.

Osevní plocha pšenice podle soupisu osevních ploch ČSÚ k 31. 5. 2008 proti předchozímu roku 2007 poklesla o 8,7 tis. ha (tj. 1,1 %) a dosáhla výměry 802,3 tis. ha. Tento nevýznamný pokles osevních ploch ovlivnila především pšenice jarní, která meziročně poklesla o 19,0 tis. ha, (tj. o 31,2 %). Osevní plocha pšenice ozimé naopak velmi nepatrně vzrostla o 10,3 tis. ha (tj. 1,4 %) na 760,4 tis. ha.

Podle odhadu ČSÚ se očekával v roce 2008 u pšenice průměrný výnos ve výši 5,85 t/ha, což představuje ve srovnání s předchozím rokem výrazný nárůst o 0,99 t. ha<sup>-1</sup> (tj. 20,4 %). Zvýšení výnosu u ozimé pšenice o 0,93 t. ha<sup>-1</sup> (tj. o 18,6 %) na 5,94 t. ha<sup>-1</sup> je způsobeno jednak vlivem velmi příznivých klimatických podmínek přes zimní období, kdy porosty ozimých pšenic mohly až na krátké přestávky nepřetržitě vegetovat, dobře zakořenily a dále pak vliv chladného a deštivého počasí v období (duben a květen 2008), kdy se formovaly generativní orgány rostlin, které mají podstatný vliv na výši výnosů.

Vysoký průměrný hektarový výnos ozimé pšenice i nadále potvrdil její dominantní postavení mezi ostatními obilovinami. V porovnání v dlouhodobé časové řadě je výnos srovnatelný s ročníkem 2004 (5,96 t. ha<sup>-1</sup>).

Na základě odhadu produkce ČSÚ se očekávala v ČR sklizeň pšenice v roce 2008 v množství 4 691,1 tis. tun. Z tohoto množství je 4 518,3 tis. tun pšenice ozimé (tj. 96,3 % celkové výroby) a 172,8 tis. tun pšenice jarní (tj. 3,7 % z celkové výroby). Celková výroba pšenice vzrostla proti skutečnosti předchozího roku o 752,2 tis. tun, tj. o 19,1 %. Toto zvýšení vyplývá především z nárůstu produkce pšenice ozimé o 756,6 tis. tun, tj. o 20,1 %.

Na zvýšení výroby pšenice v roce 2008 se podílí především nárůst osevních ploch ozimých pšenic a meziroční nárůst průměrného hektarového výnosu u ozimé pšenice. Pšenice tak i nadále zůstává na našem trhu s obilovinami zcela dominantní plodinou, která tvoří 55,6 % nabídky všech obilovin.

Při poklesu ploch ozimé pšenice v ročnících 2005 a 2006, tak pšenice ozimá potvrzuje návrat k osevním plochám obvyklým v ročnících minulých (s výjimkou ročníku 2003). Pšenice tak znovu vykazala, že i v roce 2007 je naší nejrozšířenější pěstovanou plodinou. Důvody určité stabilní výměry pěstování spočívají především ve výnosové jistotě s možností exportu a případné nabídky do intervenčního nákupu.

## 2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 2.1 Obiloviny

Hlavními potravinovými zdroji stravitelných polysacharidů jsou škroby, ty se nacházejí zejména v obilovinách a jejich produktech, bramborách, luštěninách a zelenině.

Obiloviny jsou rostliny využívané pro svá semena (zrna). Slouží především k lidské výživě – celá (rýže) nebo se melou na mouku. Zrna se zkrmuji a celé rostliny se využívají jako zelená píče. Nadzemní část se silážuje (kukuřice), zpracovává jako sláma (pšenice, ječmen) nebo se z ní vyrábí rohože, košíky, kartáče (čirok). Celosvětový podíl obilovin na lidské výživě je odhadován na 60 – 70 % (Prugar, 1997).

### 2.2 Pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.)

Pšenici lze považovat za nejstarší obilninu, která se rozšířila na většinu severní i jižní polokoule hlavně v oblasti přední Asie, případně severní Afriky. Pšenici seté patří téměř všechny naše odrůdy. Zaujímají prakticky celkovou výměru všech osevních ploch pšenice. Při pěstování rozlišujeme užitkové směry pšenice (Prugar, 1997):

- pšenice potravinářská s různou pekárenskou jakostí,
- pšenice ke krmným účelům,
- pšenice k výrobě těstovin,
- pšenice ke speciálním účelům, např. k výrobě škrobu.

Pšenice setá má ozimou i jarní formu. V ČR se více pěstuje forma ozimá (94 % ploch). Ozimé formy obilnin se dají od jarních rozlišit laboratorně po 14-ti denním předpěstování za vhodných podmínek. Jarní formy předpěstovaných rostlin naznačují generativní vývoj (vzrostlý vrchol se diferencuje), kdežto u ozimů se jeví vzrostlý vrchol jako přisedlý jednoduchý hrbolek.

Pšenice setá má nelámavý klas, bezosinný i osinatý, různě hustý. Plevy a pluchy vejčité nebo podlouhle vejčité se zřetelným kýlem. Obilky nahé, buclaté na průřezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protější straně ochmýřené (Pazdera, 2006).

Z botanického hlediska se člení druh *T. aestivum* na čtyři variety podle barvy a osinatosti klasů:

- a. *lutescens* - klas bílý bezosinný (patří sem většina našich odrůd),
- b. *milturum* - klas červený bezosinný,
- c. *erythrosperrum* - klas bílý osinatý,
- d. *ferrugineum* - klas červený osinatý.

Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) vznikla dlouhodobým vývojem a šlechtěním z prapůvodních forem - pšenice jednozrnky a pšenice dvouzrnky. Starověké národy ji začaly pěstovat asi v 6. tisíciletí př. n. l. V dlouhé historii postupně nahrazovala nejen pluchaté pšenice (jednozrnku, dvouzrnku a špaldu), ale i jiné obilniny.

Z hlediska velikosti sklizňových ploch v celosvětovém měřítku zaujímá 2. místo hned po rýži. V mnohých zemích včetně naší republiky je pšenice na prvním místě v pěstování, je základem výživy a je nejdůležitější hospodářskou obilninou (Pazdera, 2006).

Pěstuje se především pro produkci mouky a krupice, ze kterých se peče chléb, pečivo, případně se produkují těstoviny. Z hlediska objemu spotřeby těchto produktů je pšenice rozhodujícím zdrojem energie, sacharidů a rostlinných bílkovin, jakož i významným dodavatelem některých minerálních látek (vápník, železo, fosfor) a vitamínů skupiny B, především thiaminu (Hampl, 1981).

Důležitou složkou zrna pšenice jsou bílkoviny, jejichž obsah se pohybuje v rozsahu 12 - 16 %. Albuminy a globuliny jsou často označovány jako rozpustné bílkoviny, zatímco gliadiny a gluteliny jsou označovány jako bílkoviny lepku a významně ovlivňují především pekařskou kvalitu pšenice. Právě gliadiny vyvolávat vážné zdravotní poruchy, např. celiakie (Prugar, 1997).

### **Nutriční hodnoty pšenice ozimé**

Nejpodstatnější podíl zrna tvoří sacharidy. Patří sem především polysacharidy - škrob (50 - 70 %) a vláknina, která propůjčuje pšenici a jejím výrobkům významné dietetické vlastnosti. V zrně pšenice je 1,5 - 3 % tuků a přibližně stejné množství (1,4 - 3 %) minerálních látek, které se stejně jako vitamíny nacházejí zejména v klíčku a v obalové vrstvě.

Z hlediska nutriční hodnoty jsou tedy klíčky velmi cenné. Z celkového chemického složení zrna obsahují klíčky větší podíl sacharidů (50 %), bílkovin bohatých na esenciální aminokyseliny (30 %) a tuků (20 %). Klíčky jsou zdrojem celého souboru biologicky vysoce hodnotných látek a obsahují všechny vitamíny skupiny B, vitamíny A, C, D a E. Olej z pšeničných klíčků má obzvláště vysoký obsah vitamínu E, který má vlastnosti antioxidantů a chrání buněčné membrány (Hampl, 1981).

## 2.3 Plod a hlavní části obilky

Plodem obilnin je obilka (*caryopsis*). Podle toho, zda na povrchu obilky jsou po výmlatu zachovány kvítkové orgány - plucha a pluška - rozlišujeme obilky pluchaté (obilka je uzavřena pluchou a pluškou) a nahé (povrch obilky tvoří oplodí) (Pazdera, 2006).

### **Obilku tvoří tři hlavní části : obalové vrstvy, endosperm a zárodek.**

Obaly - chrání obilku před nepříznivými vnějšími vlivy, jejich podíl na celkové hmotnosti zrna je asi 8 % . Při mletí přecházejí obaly do otrub. Obaly jsou dva - vnější oplodí a vnitřní osemení.

Oplodí (*perikarp*) je tvořeno z jednovrstevné pokožky (*epidermis*), pod ní je jedna nebo dvě vrstvy podpokožkových buněk (buňky podélné). Pod nimi je vrstva příčných buněk a vrstva buněk hadicovitých.

Osemení (*testa*) je pod oplodím, ale nesrůstá s ním, obě vrstvy k sobě těsně přimykají. Osemení tvoří vrstva barevných buněk, které dávají obilce typickou barvu a vrstva skelných buněk (hyalinová membrána).

Endosperm zaujímá asi 89 % hmotnosti obilky. Vnější část endospermu je tvořena jednou nebo více vrstvami aleuronových buněk, které mají vysoký obsah bílkovin. Vlastní endosperm je tvořen velkými tenkostěnnými buňkami se škrobovými zrny.

Zárodek (*embryo*) je uložen na bázi hřbetní strany obilky a jeho podíl na hmotnosti obilky činí asi 1,5 - 3 %. Svrchu je zárodek kryt oplodím a osemením. Štítkem (*scutellum*), což je první děloha, přiléhá k endospermu. Na apikální straně je vzrostný vrchol (*plumula*) se základy listů, krytý blanitou pochvou (*koleoptile*). Na bazální straně je *hypokotyl* se zárodky kořínků. V zárodku je uloženo 3, 5 a více kořínků (podle druhu). Prostřední zárodečný kořínek (*radicula*) kryje *koleorrhiza* (pochva). Na vrcholu kořene je kořenová čepička (*calyptra*), která chrání meristematické buňky. Na povrchu zárodku je epidermis, na které se v pozdějších vývojových fázích vytvoří kutikula ( Prugar, 1986 ).

## 2.4 Růst a vývoj obilnin

V průběhu vegetace procházejí rostliny vývojovými změnami, které se projevují morfologickými a anatomickými změnami. Vnější znaky na rostlinách (změny v habitu rostlin, formování jednotlivých orgánů rostlin) se hodnotí pomocí makrofenologické stupnice, která zachycuje jednotlivé fáze růstu rostlin. Na určitou fázi růstu rostlin je vázána řada agrotechnických zásahů (použití regulátorů růstu, pesticidů, N hnojení). Nástup růstové fáze se zaznamenává tehdy, jestliže 50 - 70 % rostlin v porostu dosáhlo uvedené fáze (Pazdera, 2006).

Podobně jako se mění v průběhu vegetace celkový vzhled rostliny, dochází i ke změnám na vzrostném vrcholu rostlin. Vývoj (organogenezi) vzrostného vrcholu zachycuje mikrofenologická stupnice podle Kupermanové. Pro zjištění etapy organogeneze vzrostného vrcholu se odebírá 3 - 5 rostlin, které odpovídají průměru z většího souboru rostlin. Po očištění rostlin se připravuje vzrostný vrchol přičemž nejprve se odstraní největší listy včetně jejich pochev.

Pokud rostlina nemá vytvořeno kolénko, nachází se vzrostný vrchol pod nejmladšími listy, v období od vzejití do odnožování poblíž odnožovacího uzlu. Pokud je vytvořeno kolénko, nachází se vzrostný vrchol vždy nad nejvyšším kolénkem. Etapa organogeneze se určuje na hlavních stéblech, odnože se v diferenciaci za hlavním stéblem opožďují (zejména v porostech intenzivně odnožujících odrůd je možno nalézt poměrně široké zastoupení etap organogeneze) (Pazdera, 2006).

## 2.5 Bílkoviny

Obsah bílkovin v zrně je 8 – 13 %. Zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a glutenin s vodou vytvářejí lepek. Vysoký obsah lepku pozitivně ovlivňuje pekárenské vlastnosti pšenice, ale u zvířat (hlavně monogastrických) může způsobovat trávicí obtíže. Při trávení se mění na mazlavou hmotu, která může způsobit zhoršení střevní peristaltiky a snížení využití živin z krmné dávky. Pro krmné účely je vhodnější pšenice s nižším obsahem zásobních bílkovin. Obsah zásobních bílkovin lze ovlivnit agrotechnickými zásahy (Pohlová, 1983).

Bílkovinný komplex pšeničného zrna má některé funkční vlastnosti, jako např. bohaté frakční složení, schopnost bílkovin vytvářet makromolekulární strukturu lepku, rozdílnost ve

složení aminokyselin v jednotlivých frakcích bílkovin a v jednotlivých částech zrna. Bílkoviny pšeničného zrna jsou v porovnání s většinou bílkovin nacházející se v živé hmotě relativně bezvodé, přesto se musí studovat ve formě roztoku (Prugar, 2003).

Nejčastěji se bílkoviny pšeničného zrna rozdělují podle rozpustnosti na 4 rozpustné třídy :

Albuminy jsou rozpustné ve vodě při slabě kyselé nebo neutrální reakci. Usazují se účinkem solí a koagulují při vaření. Jsou heterogenní směsí s rozličným aminokyselinovým složením.

Globuliny jsou rozpustné v roztocích neutrálních solí, ale jsou nerozpustné ve vodě. V zrně obilovin se nacházejí jen v nepatrném množství, převážně v aleuronové vrstvě a v zárodku.

Gliadin je název pro prolaminovou bílkovinu endospermu zrna pšenice s vysokým obsahem kyseliny glutamové a prolinu. Zvýšená hladina protilátek proti gliadinu je znakem imunitní odpovědi na trávení pšeničného gluténu. Sensitivita je cca 75%, specifita cca 65%.

Glutenin je rozpustný ve zředěných roztocích hydroxidů a kyselin (Prugar, 1990).

V posledních letech se však nejčastěji používá dělení podle funkčního významu bílkovinných složek na tzv. protoplasmatické a zásobní bílkoviny. Protoplasmatické bílkoviny tvoří velmi složitou část bílkovin s rozličnými funkcemi. Patří k nim katalytické a konstituční bílkoviny (Pavlov, 1984).

Konstituční bílkoviny tvoří s nukleovými kyselinami a lipidy strukturu cytoplazmy a jádra – mitochondrie, ribozómy, membrány apod. Představují je albuminy, globuliny a částečně gluteiny. V zrně se nacházejí nejméně v zárodku a v aleuronové vrstvě.

Katalytické bílkoviny jsou enzymaticky aktivní. Patří k nim albuminy a globuliny. Protoplasmatické bílkoviny jsou velmi heterogenní, mají příznivé aminokyselinové složení a jejich obsah je pod silnou genetickou kontrolou (Prugar, Hraška, 1986).

## 2.6 Škrob

Z technologického hlediska jsou vedle bílkovin nejvýznamnější skupinou biopolymerů obilovin polysacharidy. Polysacharidy obilných zrn dělíme zpravidla na škrob a na skupinu neškrobových polysacharidů. Škrob je obsažen v zrnech obilovin v endospermu a tvoří přibližně 60-75 % sušiny obilky. Obsah škrobu v mouce, která je tvořena převážně endospermem, je 80 %. Škrob se obecně a tedy i v obilovinách vyskytuje ve formě škrobových zrn.

Škrob se skládá ze dvou frakcí-amylosy a amylopektinu. Obě frakce jsou tvořeny molekulami glukosy, které jsou však v případě amylosy spojeny  $\alpha$ -(1→4) glykosidovou vazbou, zatímco v molekulách amylopektinu se vyskytují i vazby  $\alpha$ -(1→6). Molekula amylosy je tvořena lineárním řetězcem glukos, které v prostoru vytváří šroubovici tzv. helix. Helixy jsou dále v prostoru uspořádány lineárně, zatímco molekuly amylopektinu jsou rozvětvené, přičemž k větvení dochází v místech výskytu vazby  $\alpha$ -(1→6)-. Ve struktuře škrobového zrna se předpokládá, že volné větve amylopektinu jsou rovněž vytvářeny do helixů.

Amylosa má na každém jednotlivém řetězci jeden redukující konec, který je schopen chemicky reagovat (např. při barvení jódem), amylopektin má jen jednu takto reagující skupinu v celé molekule, neboť redukující skupiny prvního uhlíku všech ostatních řetězců jsou navázány na jiné řetězce. Amylosa a amylopektin se liší i relativní molekulovou hmotností. Relativní molekulová hmotnost amylosy je řádově 106 a amylopektinu 107-108.

Amylosa a amylopektin jsou zastoupeny v obilných škrobech v různém poměru. U pšenice se uvádí poměr cca 25 % amylosy a 75 % amylopektinu. Obě frakce se díky různé struktuře liší také svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Amylosa je rozpustná ve vodě zastudena, amylopektin pouze bobtná a není schopen vytvořit roztok. Šroubovice amylosy jsou poměrně pevně tvarově uspořádány a jednotlivé závitě šroubovice jsou udržovány vodíkovými vazbami. Dutý prostor takové šroubovice může být vyplněn lineárním řetězcem nepolárního charakteru. Takové řetězce se vyskytují na nepolárním konci u lipidů.

Škrob je označován za jednu ze strategických surovin budoucnosti, která nemá konkurenci a stává se nezastupitelnou. Jeho spotřeba každoročně narůstá jak v potravinářském, tak i v nepotravinářském využití. Zejména rychle narůstá spotřeba škrobu v průmyslovém zpracování, kde činí roční přírůstek až 6,5 %. Největší využití je v papírenském, textilním a chemickém průmyslu, kde slouží k výrobě mnoha produktů. K docenění jeho polymerických vlastností je třeba modifikace, které se docílí chemickou

nebo fyzikální cestou. Očekává se široké využití modifikovaných škrobů v průmyslu syntetických polymerů, což umožní jejich rozložitelnost. S tím souvisí i hlavní komerční pozornost, která sleduje možnost náhrady petrochemických produktů. Tím se stává škrob ekologickou a též obnovitelnou surovinou a s tou perspektivou se bude zřejmě dále rozvíjet produkce škrobu ze škrobnatých plodin v zemědělství jako perspektivní užitkový směr (Petr, 2001).

Chování škrobu ve vodě je velmi důležitou technologickou vlastností škrobu. Ve studené vodě škrobové zrno pouze nepatrně bobtná a zvětšuje obsah vody. Nerozpustnost škrobu ve vodě je způsobena vodíkovými můstky mezi hydroxylovými skupinami glukopyranosových jednotek. Suspenze škrobu ve vodě se nazývá škrobové mléko.

S růstem teploty dochází ke zvyšování obsahu vody ve škrobovém zrně, zrno bobtná a při dalším zahřívání mazovatí – škrob přechází do hydratovaného stavu a vytváří škrobovou disperzi – maz.

Teplota mazovatění a průběh závislosti konzistence škrobové disperze na teplotě a času je charakteristický pro původ škrobu (Čepička, 1995).

Teploty mazovatění škrobu:	bramborový škrob	59 - 68 °C
	pšeničný škrob	58 - 64°C
	kukuřičný škrob	62 - 72°C

Škrobové disperze nejsou stabilní, podléhají v závislosti na teplotě a čase retrogradaci. Retrogradace je postupný přechod škrobové disperze do formy pevné fáze projevující se tvorbou ve vodě nerozpustné sraženiny. Stabilita a specifické rheologické vlastnosti jsou nejdůležitější fyzikální charakteristiky škrobových disperzí. Škrob se skládá ze dvou homopolysacharidů – amylosy a amylopektinu. Základní jednotkou obou polysacharidů škrobu je glukosa. Poměr amylosy a amylopektinu ve škrobu závisí na rostlinném původu.

Z hlediska chemické reaktivity škrobu je nejdůležitější reakce škrobu s vodou – hydrolýza. Hydrolýza je v praxi vždy katalyzována a to buď protonem (kyselá hydrolýza škrobu) nebo specificky působícími enzymy amylasami (enzymová hydrolýza). Volné hydroxylové skupiny glukopyranosových jednotek dávají polysacharidům škrobu charakter vícesytného alkoholu. Hydroxylové skupiny je možno oxidovat, dále je možno připravit estery a ethery škrobu (Čepička, 1995).



## 2.6.1 Výroba pšeničného škrobu

Pšeničný škrob se u nás vyrábí z pšeničné mouky. Průměrné složení pšeničné mouky používané pro výrobu škrobu je následující:

voda	14,0 %
škrob	68,4 %
nižší sacharidy	0,8 %
vláknina	1,2 %
bílkoviny	13,5 %
tuky	1,5 %
popeloviny	0,6 %

Výnosy pšenice se pohybují cca kolem 5 t/ha, což cca odpovídá 3 t škrobu z jednoho hektaru orné půdy. Pšeničný škrob se získává několika postupy. Při klasickém způsobu - Martinův postup se pšeničná mouka zadělá s vodou na husté těsto, které se po odležení v protiproudých vypíracích bubnech vypírá s vodou. Zde se těsto rozdělí na dvě složky. Pšeničnou bílkovinu – lepek, který se suší ve speciální sušárně za nízké teploty a je velmi cenným vedlejším produktem. Lepek se používá v pekařství a dalších potravinářských technologiích. Pšeničný škrob odchází z vypíracích bubnů ve formě škrobového mléka, které se rafinuje, předsouší a suší. Spotřeba vody na výrobu pšeničného škrobu klasickým způsobem je 6 – 10 m<sup>3</sup> na 1 t mouky. Ztráty sušiny mouky (rozpustný podíl) dosahují až 6 – 8 %.

Nové postupy výroby pšeničného škrobu jsou založeny na separaci složek velmi řídkého těsta na dekantačních odstředivkách a dosahují 100 % využití sušiny pšeničného zrna. Vedlejším produktem je vedle lepku jakostní krmivo.

Při alkalickém způsobu výroby pšeničného škrobu se pšeničná mouka míchá v roztoku hydroxidu sodného (pH 10 – 11) při teplotě 40 °C. Pšeničná bílkovina se rozpustí a získaný škrob se dále rafinuje. Pšeničný škrob se dodává na trh ve dvou jakostních druzích – pšeničný pudr I a pšeničný pudr II o sušině 85, respektive 86 % (Čepička, 1995).

## 2.6.2 Škrob v pekárenské technologii

V praxi má pro pekárenskou technologii velký význam stav amylolytických enzymů a poškození škrobu v mouce. V pšeničné mouce je tento ukazatel druhořadý vzhledem k prvořadému významu pšeničné bílkoviny. Zdaleka ale nelze považovat stav amyláso-

škrobového komplexu za bezvýznamný, neboť má rovněž velký vliv na zpracovatelnost těst a kvalitu výrobků.

Stav amylás a škrobu souvisí velmi silně s případnou porostlostí zrna při sklizni (naklíčení nebo alespoň aktivace enzymů při vyšší vlhkosti zralého zrna). U pšeničné mouky nebyl doposud v našich normách požadavek zjišťovat soustavně ukazatele charakterizující stav amylaso-škrobového komplexu. V zahraničí ale patří tyto ukazatele k základním obchodním ukazatelům mouk. Jako charakteristiky se užívají viskozimetricky zjištěné ukazatele buď tzv. amylografické viskozity nebo tzv. čísla poklesu (Čepička, 1995).

## **2.7 Lepek**

Lepek pšeničné mouky je plasticko-elastický komplex tvořený gliadiny a gluteniny (bílkoviny pšeničného zrna).

Lepek určuje do vlastní míry sílu mouky. V nativním zrně ani v mouce lepek neexistuje. Vytváří se až po propojení prostorové sítě pšeničné bílkoviny. Lepek je charakteristický tažností, pružností a schopností bobtnat ve zředěném roztoku kyseliny mléčné. Tyto jeho vlastnosti předurčují do značné míry vlastnosti těsta (Sluková, 2006).

## **2.8 Gluten index**

Gluten index kladně koreluje s kvalitou lepku. Vysoké hodnoty gluten indexu ukazují na pevný lepek (strong gluten), který je těžko zpracovatelný. Nízké hodnoty charakterizují slabý lepek (weak gluten), který také není vhodný pro pekařské účely (Zimolka, 2005). Gluten index stanovujeme na přístroji Glutomatic 2200.

## **2.9 Tvrdość zrna**

Vlastnosti endospermu pšeničného zrna se projevují mimo běžně stanovovaných ukazatelů také různou tvrdostí zrna. Tato charakteristika ovlivňuje mlynářské a pekařské vlastnosti při zpracování. Struktura endospermu, která určuje jeho tvrdost, je dána především genetickým základem odrůdy. Diference v tvrdosti různých odrůd pšenice vyplývají z vazeb mezi škrobovými zrny a zásobními bílkovinami (Zimolka, 2005).

Rozdílné výsledky při mletí zrna (podíl druhů mouky a krupice a množství odpadu) jsou ovlivněny velikostí a tvarem zrna, velikostí a hloubkou podélné rýhy a také strukturou endospermu – jeho tvrdostí. Charakter endospermu působí na velikost a tvar vymletých částic. Tyto znaky jsou považovány za důležité mlynářské ukazatele, protože ovlivňují chování

surovin při mletí a pečení. Tvrdost velmi dobře koreluje s výtěžností krupice a pšeničné mouky (Příhoda, 2003).

## **2.10 Vliv vnějších podmínek na pšenici ozimou**

### **2.10.1 Výživa a hnojení pšenice ozimé**

V méně úrodných půdních podmínkách, s humidnějším průběhem počasí má organické hnojení nezastupitelnou roli. Lze doporučit hnojení slámou předplodiny, zelené hnojení i aplikaci chlévského hnoje.

Sláma je univerzální. Význam slámy k přímému hnojení se zvyšuje vzhledem k neustále klesajícím stavům hospodářských zvířat a úbytku chlévské mrvy. Aby sláma plnila funkci dobrého hnojiva, musí být organická hmota stejnoměrně rozptýlena po pozemku a musí být dodán dusík na urychlení jejího rozkladu (Richter, 1994).

Na kvalitním rozptýlení podrcené slámy po strništi závisí kvalita zaorávky, zpracování půdy a následně i kvalita založení porostu. Sláma obsahuje málo dusíku pro rozkladnou činnost mikroorganismů. Vyrovňovací dávka dusíku se pohybuje mezi 0,8 – 1 kg č. ž. N. ha<sup>-1</sup> na 100 kg slámy. Nejvhodnější a také nejpřesnější je postřik kapalným hnojivem DAM 390.

Je možné použít i pevné formy hnojiva, které však na organické hmotě hůře ulpívají. Výhodně lze použít i organická hnojiva, např. kejdu nebo močůvku. Dodáním nerozložených organických látek do půdy dochází ke zvyšování mikrobiální činnosti.

V současné době, kdy se zvyšuje podíl obilnin v osevním postupu, se doporučuje postřik 50 l DAM 390 na hektar i na strniště. Tímto opatřením se dodá do půdy 20 kg č. ž. N. ha<sup>-1</sup>, který urychlí rozklad slámy a tím se sníží obsah inhibičních látek v půdě (Richter, 1994).

Zelené hnojení po obilnině v obilnářské oblasti má uplatnění pouze v letech s časným nástupem žní, kdy je možné sít meziplodinu do podmítky. Zapravení meziplodiny společně s fosforečnými a draselnými hnojivy se provádí orbou na podzim. Nesmí dojít k pozdnímu zapravení přerostlé meziplodiny (může způsobit snížení výnosu a kvality následné plodiny) (Humpálová-Blechová, 1998).

Chlévský hnůj v dávce do 20 t. ha<sup>-1</sup> včetně fosforečných, eventuálně draselných hnojiv je třeba zaorat na podzim po obilnině především na půdách s nízkou půdní úrodností. Při mokřém počasí dochází k většímu poléhání (na úrodných půdách) a tím ke snížení výnosů a ke zvýšení obsahu bílkovin (Mohl, 1895).

Při pravidelném hnojení statkovými hnojivy se dávka fosforečných průmyslových hnojiv snižuje o 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a draselných hnojiv o 40 kg K<sub>2</sub>O na hektar (Škarda, 1982).

Pro dosažení požadovaných výnosů je nezbytné zajistit dostatečné množství živin v půdě. Správné stanovení dávky hnojiva předpokládá určení požadovaného výnosu, který je však třeba plánovat s ohledem na stanovištní podmínky. (Nerad a kol., 1996).

Tab. č. 1: Roční základní normativ fosforu (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. ha<sup>-1</sup>) (výluh podle Mehlicha II)

Obsah (mg P. kg <sup>-1</sup> )	Půda			Intenzita pěstování		
	lehká	Střední	Těžká	nízká	střední	vysoká
Velmi nízký	do 40	do 30	do 20	75	90	105
Nízký	41 – 60	31 – 50	21 – 40	75	90	105
Vyhovující	61 – 95	51 – 75	41 – 65	60	70	85
Dobrý	96 – 130	76 – 100	66 – 90	50	60	70
Vysoký	130 – 160	101 - 130	91 – 120	-	-	-
Velmi vysoký	nad 160	nad 130	nad 120	-	-	-

(Nerad a kol., 1996)

V případě, že každoročně se nehnojí fosforem, draslíkem a hořčíkem podle základních normativů, se doporučuje aplikovat fosforečná a draselná hnojiva na podzim v rozsahu 200 kg. ha<sup>-1</sup> (NPK 9, 19, 19), v případě použití pouze fosforečných hnojiv aplikujeme 100 kg. ha<sup>-1</sup> Amofosu (12 A, 52 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (Škarda, 1982).

Celková dávka dusíkatých hnojiv nesmí překročit 75 kg čistých živin na hektar. Dusíkatá hnojiva dělíme na dvě regenerační dávky : I. regenerační hnojení aplikujeme (100 kg. ha<sup>-1</sup> LAV) brzy na jaře při obnově nadzemní biomasy, II. regenerační přihnojení za 14 – 21 dnů DAM 390 (100 kg. ha<sup>-1</sup>) společně s 0,5 – 0,7 l. ha<sup>-1</sup> regulátoru růstu na vyrovnání odnoží. Důležitá je včasnost aplikace I. regenerační dávky dusíku brzy na jaře. V případě, že povětrnostní podmínky neumožní pozemní přihnojení, je nutné zvolit leteckou aplikaci (Trčková, 2001).

Produkční, pozdní a kvalitativní hnojení dusíkem nesmí být aplikováno u porostů určených k výrobě etanolu (Agrofert, 2004).

### **2.10.2 Půdní podmínky**

Velmi důležitou úlohu v tvorbě kvality zrna pšenice má také půda, její struktura, obsah humusu a přijatelných živin. Při shodných klimatických podmínkách může stav a složení půdy velmi podstatně ovlivnit biochemii rostliny a konečné složení zrna. Prugar a Hraška, (1986) uvádějí, že nejsou vzácností případy, kdy stejná odrůda pšenice vykazuje ve stejných klimatických podmínkách značné rozdíly v kvalitě právě v důsledku nerovnoměrnosti bonity půdy.

### **2.10.3 Klimatické a meteorologické vlivy**

Humidní klimatické podmínky podporují růst a vývin rostliny a tím vyšší výnos. Ve vlhčím prostředí převládá v zrně tvorba sacharidů, zrno je větší a relativní obsah dusíku v něm klesá. Nižší teploty narušují tvorbu bílkovin a v rostlině dochází k hromadění jednodušších dusíkatých sloučenin.

Vyšší teploty naopak podporují růst rostlin a tak i hromadění bílkovin a sacharidů. Intenzita dýchání se však při tom zvyšuje relativně víc než přísun sacharidů a poměr bílkovin ke škrobu roste tedy ve prospěch bílkovin (Prugar, Hraška, 1986).

### **2.10.4 Agrotechnické vlivy**

Technologie zpracování půdy před setím může výrazně ovlivnit průběh celé následující vegetace a tím i konečný výsledek - výnos zrna (Kübler 1994).

Předplodina působí komplexně vytvářením vhodných nebo nevhodných podmínek pro rozvoj kořenové soustavy pšenice. Příznivě či nepříznivě ovlivňuje fyziologický, biochemický a biologický stav půdy (Prugar, 1977). Ovlivňuje i výnos zrna, také obsah bílkovin, lepku a na sklovitost zrna má větší vliv dobrá předplodina, než hnojení průmyslovými hnojivy. Nejvhodnější předplodinou v našich podmínkách pro pšenici jsou jetel, vojtěška, ale i luskoviny.

#### Termín setí

Velmi rané nebo velmi pozdní termíny setí mohou způsobit sice zvýšení obsahu bílkovin a lepku, ale za cenu snížení výnosu a na úkor HTS.

#### Hnojení dusíkem

Má význam pro syntézu bílkovin v rostlině a jejich ukládání v zrně pšenice. Se zvýšenými dávkami dusíkatého hnojení obsah bílkovin v zrně vždy nestoupá. U takto

zvýšených výnosů dochází u pšenice často k poklesu obsahu bílkovin a sklovitosti zrna (Prugar et. al., 1982). Hnojení dusíkem sice zvyšuje obsah dusíkatých látek v zrně, ale nezvyšuje kvalitativní vlastnosti lepku (Hubík, 1998). Škrob se tvoří převážně v mléčné zralosti. Od počátku voskové zralosti syntéza škrobu ustupuje intenzivní syntéze bílkovin, která od tohoto okamžiku až po plnou zralost stoupá. Tento metabolický rytmus se zachovává úplně pravidelně a dusíkaté hnojení včetně pozdní aplikace ho ovlivňuje jen minimálně.

#### Sklizeň a posklizňová ošetření

Nejvhodnější termín sklizně je ve žluté zralosti, kdy končí transport asimilátů do zrna. Opožděná sklizeň snižuje obsah lepku i jeho jakost (Petr a Petr, 1999).

### **2.11 Parametry ovlivňující obsah škrobu**

Přímý vliv hnojení či aplikace pesticidů se na obsahu škrobu ve sklizeném zrně neprojeví. Zcela rozhodující vliv však má hnojení průmyslovými hnojivy a aplikace pesticidů na výnos zrna a tím i na výnos škrobu z 1 hektaru. Při zvýšení obsahu dusíkatých látek v zrně se sníží obsah škrobu. Pro ekonomicky přijatelnou produkci škrobu je určitá intenzita pěstování nezbytná. Přiměřená dávka dusíku musí být aplikována pro dobrou vypíratelnost lepku a při zájmu škrobárny o jeho větší výtěžnost. Měla by však směřovat k optimalizaci úrovně výnosových prvků. Přihnojení dusíkem by nemělo být příliš pozdní, protože se nadměrně zvýšil obsah dusíkatých látek a tím by se snížil obsah škrobu. (Pelikán, 1998) Agrotechnika ozimé pšenice pro produkci škrobu směřuje k rentabilitě, tj. ekonomicky výhodné úrovni výnosů zrna a škrobu. Škrobárenskou jakost však zabezpečí výběr vhodných odrůd (Čepička, 1995).

Jednotlivé prvky agrotechniky odpovídají obecným pěstitelským zásadám doporučeným pro tyto odrůdy a výrobní oblasti. Pro úspěšné pěstování jistě je důležité zdůraznit zařazení po dobré předplodině. Doba setí u těchto nových odrůd se mírně posouvá do časnějších termínů a také množství výsevu se při těchto rannějších výsevech snižuje (350 - 400 obilek na 1 m<sup>2</sup>).

Zásadním opatřením je udržení zdravého porostu (zejména horní části rostlin), který rozhoduje o množství asimilátů ukládaných do obilek. Jde tedy o důslednější ochranu proti listovým a klasovým chorobám. Sklizeň by kvůli vyšší škrobnatosti neměla být předčasná, ale spíše ke konci žluté zralosti. Nemělo by však dojít k ovlivnění čísla poklesu (Čepička, 1995).

## 2.12 Přehled odrůd vhodných pro produkci škrobu

Tab. č. 2: Povolené odrůdy pro produkci škrobu

Odrůda	Rok povolení	Jakostní skupina	Rajonizace oblasti	Vlastnosti
Siria	1994	B	bram. a obil. oblast	pozdní, dobrý zdravotní stav
Estica	1995	C	do všech oblastí	pozdní, výnosná odrůda
Versailles	1997	C	všechny, zvl. marinální.	polopozdní, intenzivní odrůda
Contra	1998	C	střední polohy bram. a bram. – ovesné	polopozdní, výnosově stabilní
Samara	1995	C	chladnější bram. oblast	polopozdní, výnosná odrůda
Šárka	1997	B	řepařská a bramborářská oblast	poloraná, vysoké a stabilní výnosy

(Čepička, 1995)

Pro škrobárny je ale rozhodující podíl škrobu s většími škrobovými zrny tzv. škrob A, tj. o velikosti nad 10  $\mu\text{m}$  (10 – 25  $\mu\text{m}$ ), a co nejmenší podíl škrobu B, který je odpadem a využívá se v lihovarech. Vliv místa pěstování, stupeň intenzity pěstování (aplikace fungicidů, insekticidů a regulátorů růstu) se na velikosti škrobových zrn již neprojeví. Rozhodující je tedy opět odrůdová vlastnost (Nüsse, 1999).

Uvedené odrůdy v tab. č. 2 patří do jakostních skupin C (Contra, Estica, Versailles, Samara) a odrůda Siria a Šárka do jakostní skupiny B (chlebové). Ovšem odrůdová skladba se poměrně rychle mění a při volbě odrůd pro škrobárenské zpracování by pomohla kritéria jakosti škrobárenských odrůd pšenice (Čepička, 1995).

## 2.13 Jakost pšenice

### Definice jakosti:

Jakost lze definovat jako stupeň, v němž výrobek vyhovuje požadavkům daným účelem k němuž je určen (Hampl, 1981).

### 2.13.1 Hodnocení jakosti pšenice

Kriteria jakosti u potravinářské pšenice jsou hodnocena podle normy ČSN 46 1100-2 (platná od 7.1. 2002).

Pšenice potravinářská - vyzrálé a typicky vybarvené obilky, bez živých škůdců v jakémkoliv stadiu vývoje, bez cizích pachů, nesmí obsahovat viditelně naplesnivělá a plesnivá zrna, nesmí obsahovat zrna poškozená sáním ploštic nebo infikovaná mazlavou snětí.

Všechny odrůdy pšenice (ozimé i jarní) jsou podle pekařské jakosti (vhodnosti pro výrobu kynutých těst) rozděleny do 4 kategorií:

- **E - elitní pšenice**
- **A - kvalitní pšenice**
- **B - chlebová pšenice**
- **C - odrůdy nevhodné pro výrobu kynutých těst**

Pěstitel je povinen při dodávání deklarovat odrůdu.

### **Jakostní hodnocení zrna pšenice zahrnuje tyto ukazatele:**

#### **Senzorické:**

- Barva - živá barva a lesk, starší vybledlá, matná bez lesků.
- Pach - pach čerstvého zrna, slámy, jinak pach skladištní, po myšince, nasládlý (roztoči), pachy kyselé, kvasné, hnilobné, zatuchlé, žluklé, houbovitě, plísňové, po chemikáliích a jiné.
- Chuť - nasládlá - porostlé obilí, sladová, karamelová, hořká.



## Ostatní:

- Výskyt skladištních škůdců - živí škůdci, jejichž přítomnost znehodnocuje obiloviny
- Vlhkost - úbytek hmotnosti zrna obilovin sušením zjištěný za podmínek zkoušky
- Sušina - zůstatek hmotnosti zrna obilovin po odečtení vlhkosti
- Nečistoty - účelově nepoužitelné nebo nežádoucí složky v příslušném druhu obilovin včetně mrtvých škůdců; zahrnují škodlivé nečistoty, cizorodé látky, anorganické a organické nečistoty
- Škodlivé nečistoty – jedovatá a zdraví škodlivá semena plevelů vyjmenovaných druhů
- Příměsi - zrna základních druhů obilovin s odlišnou jakostí, snižující celkovou hodnotu zrna nebo semena vyjmenovaných druhů rostlin podle předmětových norem
- Podíl plných zrn - podíl hmotnosti zrn, které nepropadnou předepsaným sítím, po odstranění zlomků a mechanicky neodstranitelných příměsí a nečistot
- Objemová hmotnost - poměr hmotnosti zkoušené obiloviny k objemu, který zaujímá po volném nasypání do nádoby zkoušeče za přesně stanovených podmínek
- (Zeleného test) - objem sedimentu pšeničné mouky (jako měřítka jakosti a množství lepkových bílkovin) získaného ze suspenze této mouky v slabě kyselém prostředí vodné fáze kyseliny mléčné během určeného času za podmínek příslušné metody
- Číslo poklesu (viskotest, pádové číslo) - určuje aktivitu alfa-amylázy přítomné v zrně na základě ztekucení (snížení viskozity) zmazovatělého škrobu a ostatních látek endospermu zrna ve vodné suspenzi jemného šrotu za podmínek stanovených příslušnou metodou
- Dusíkaté látky - obsah dusíku stanovený metodou podle Kjeldahla a vynásobený příslušným přepočítávacím koeficientem (u ječmene N x 6,25; u pšenice N x 5,7)

Tab. č. 3: Nákupní hodnocení zrna pšenice, ČSN 46 1100-2 Obiloviny potravinářské – část 2:  
Pšenice potravinářská

Jakostní ukazatele	Pšenice pekárenská	Pšenice pečivářská
Vlhkost v %	nejvýše 14,0	nejvýše 14,0
Objemová hmotnost v kg/hl	nejméně 76,0	nejméně 76,0
Obsah N-látek v sušině (N x 5,7) v %	nejméně 11,5	nejvýše 11,5
Sedimentační index – Zelenyho test v ml	nejméně 30	nejvýše 25
Číslo poklesu v s	nejméně 220	nejméně 220
Příměsi a nečistoty v %	nejvýše 6,0	nejvýše 6,0
Z toho:		
1) zlomky zrn v %	nejvýše 3,0	nejvýše 3,0
2) zrnové příměsi v %	nejvýše 5,0	nejvýše 5,0
Z toho: tepelně poškozená zrna v %	nejvýše 0,5	nejvýše 0,5
3) porostlá zrna v %	nejvýše 2,5	nejvýše 2,5
4) nečistoty v %	nejvýše 0,5	nejvýše 0,5
Z toho: tepelně poškozená zrna v %	nejvýše 0,05	nejvýše 0,05

## **3 METODIKA**

### **3.1 Metodika pokusu**

Pro hodnocení bylo použito 6 odrůd pšenice ozimé z výzkumné ústavu rostlinné výroby. Byly použity následující odrůdy: Biscay, Clarus, Rapsodia, Mladka, Vlasta, Etela.

### **3.2 Charakteristika pokusného místa**

Výzkumný ústav rostlinné výroby je na Praze 6 - Ruzyně. Dlouhodobé polní pokusy jsou základem zemědělského výzkumu. Jsou jedinečným zdrojem informací o vlivu hospodaření na půdě na výnosy plodin, koloběh rostlinných živin a na půdní úrodnost. Mimo to ale mají nezastupitelný význam pro hodnocení vlivu zemědělského využívání půdy na životní prostředí. Odbor polních pokusů metodicky vede 10 dlouhodobých polních pokusů na 10 stanovištích ČR, které tvoří plynulé klima a pedo-sekvenci charakteristickou pro Českou republiku (nadmořská výška pokusných stanic sahá od 225 m do 670 m).

Tyto pokusy jsou vedeny na čtyřech pokusných stanicích VÚRV (Hněvčoves, Humpolec, Pernolec, Kostelec nad Orlicí). Pokusné stanice zabezpečují provádění polních pokusů pro všechny odbory VÚRV a na zakázku i pro ostatní instituce včetně pokusů ověřovacích, registračních a demonstračních. Stanice jsou nositelem certifikátu GEP (Správná pokusnická praxe), který garantuje kvalitu jejich práce. Zpracovávají prvotní výsledky polních pokusů, měření a sledování v databázovém systému na PC.

### **3.3 Charakteristika pokusných stanic**

#### **3.3.1 Obecné charakteristiky pokusných stanic**

### **3.3.1.1 Pokusná stanice Hněvčeves**

Pokusná stanice Hněvčeves se nachází v okrese Hradec Králové na 50°43' severní šířky a 15°43' východní délky. Pokusná lokalita se nachází ve výrobní oblasti řepařské v nadmořské výšce 265 m.

Pokusné pozemky leží na jižním okraji obce Hněvčeves mezi ostatními zemědělskými pozemky na honu, který se nazývá „na čtyřicítce“. Část pokusných pozemků se nachází na rovině, část mírně skloněno k jihu.

### **3.3.1.2 Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí**

Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí leží na 50°20' severní šířky a 16°30' východní délky, 30 km na východ od Hradce Králové v geomorfologické oblasti Rychnovské pahorkatiny. Pokusná lokalita se nachází ve výrobní oblasti řepařské v nadmořské výšce 290 m.

Pokusné pozemky leží po obou stranách silnice 1/11 západně od Kostelce nad Orlicí. Jejich východní strana navazuje na Kostelec nad Orlicí, jinak jsou obklopeny zemědělskými pozemky. Jedná se o rovinaté pozemky.

### **3.3.1.3 Pokusná stanice Humpolec**

Pokusná stanice Humpolec leží v Českomoravské vrchovině, ve východním výběžku bývalého jihočeského kraje, na 49°32' severní šířky a 15°32' východní délky. Pokusná lokalita se nachází ve výrobní oblasti bramborářské v nadmořské výšce cca 525 m.

Pokusné pozemky „Na Klínku“ a „V horách“ leží na okraji města Humpolec mezi ostatními zemědělskými pozemky. Pokusný pozemek je ve II. vnějším ochranném pásmu vod. Část pokusných pozemků se nachází na rovině a část mírně skloněno k severovýchodu.

### **3.3.1.4 Pokusná stanice Pernolec**

Pokusná stanice Pernolec leží jihovýchodně od Tachova směrem na Přimdu na 49°46' severní šířky a 12°41' východní délky. Pokusná lokalita se nachází ve výrobní oblasti bramborářské v nadmořské výšce 530 m.

Pokusné pozemky leží v katastru obce Pernolec. Větší z nich „Ohrada“ leží asi 400 m jižně od stanice. Jeho severní strana navazuje na osadu, jinak je obklopen zemědělskými pozemky. Další leží severozápadně od obce a je umístěn mezi zemědělskými pozemky. Část pokusných pozemků se nachází na rovině, menší část mírně skloněno k jihozápadu.

### **3.3.2 Klimatické poměry pokusných stanic**

#### **3.3.2.1 Pokusná stanice Hněvčeves**

Klimatický region je T3. Klimatická oblast je teplá. Klimatický okrsek A3 - teplý, mírně suchý s mírnou zimou. Agroklimatické členění: makrooblast je teplá, oblast je poměrně teplá, podoblast je převážně suchá. Průměrná roční teplota vzduchu je 8,23 °C, průměrný úhrn srážek za rok je 573 mm.

#### **3.3.2.2 Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí**

Klimatický region MT2. Klimatická oblast je teplá. Klimatický okrsek A3 – teplý, mírně suchý s mírnou zimou. Agroklimatické členění: makrooblast je mírně teplá, oblast je poměrně teplá, podoblast je převážně suchá. Průměrná roční teplota vzduchu je 7,6 °C, průměrný úhrn srážek za rok je 681 mm.

#### **3.3.2.3 Pokusná stanice Humpolec**

Klimatický region MT4. Klimatická oblast je mírně teplá. Klimatický okrsek B1 – mírně teplý, mírně vlhký, ale vrchovinný. Agroklimatické členění: makrooblast je mírně teplá, oblast je slabě mírně teplá, podoblast je mírně vlhká. Průměrná roční teplota vzduchu je 6,54 °C, průměrný úhrn srážek za rok je 667 mm.

#### **3.3.2.4 Pokusná stanice Pernolec**

Klimatický region MT4. Klimatická oblast je mírně teplá. Klimatický okrsek B5 – mírně teplý, mírně vlhký, ale vrchovinný. Agroklimatické členění: makrooblast je mírně teplá, oblast je poměrně mírně teplá, podoblast je mírně suchá. Průměrná roční teplota vzduchu je 7,1 °C, dlouhodobý úhrn srážek za rok je 559,1 mm.

### **3.3.3 Půdní poměry pokusných stanic**

#### **3.3.3.1 Pokusná stanice Hněvčeves**

Půdním typem je hnědozem ilimerizovaná na spraši, druh půdy jílovitohlinitá, matečný substrát spraš. Hloubka ornice je 30 – 40 cm.

### **3.3.3.2 Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí**

Půdní typ je hnědozem modální slabě oglejená s rovinným až mírně svažitém reliéfem, půdní druh je písčitohlinitá, půdotvorný substrát spraš. Hloubka hlinité ornice je 28 – 31 cm.

### **3.3.3.3 Pokusná stanice Humpolec**

Půdní typ je kambizem slabě oglejená, půdní druh je písčitohlinitá, geologický podklad tvoří diluvium ruli, matečný substrát je pararula. Hloubka ornice je 20 – 25 cm.

### **3.3.3.4 Pokusná stanice Pernolec**

Půdní typ je kambizem, půdní druh je písčitohlinitá, středně těžká, matečný substrát je ortorula. Hloubka je středně hluboká. Hloubka ornice je 25 – 28 cm.

## **3.4 Varianty pěstebních technologií**

### **3.4.1 Úsporná**

90 kg N bylo rozděleno na 60 kg N brzy z jara a 30 kg N na konci odnožování, ošetřeno herbicidy proti plevelům a jedenkrát ošetřeno s fungicidem.

### **3.4.2 Intenzivní**

120 kg N bylo rozděleno na 60 kg N brzy z jara, 30 kg N na konci odnožování a 30 kg N před objevením praporcového listu postřikem v močovně (do 12.5.), ošetřeno herbicidem proti plevelům a dvakrát fungicidem (dokonalá fungicidní ochrana).

## **3.5 Analyzované vzorky**

### **Charakteristika použitých odrůd:**

Pro vyhodnocení výsledků byl vybrán vzorek z odrůd pšenice skupiny C a B:

## **BISCAY**

Biscay je právně chráněná pozdní odrůda nízkého vzrůstu, vysoce výnosná ve všech výrobních oblastech. Má vysokou odolnost proti poléhání, střední odnožovací schopnost, střední až nižší mrazuvzdornost, dobrý zdravotní stav a je odolná proti rzi pšeničné a středně odolná proti většině chorob. Výsevek se pohybuje mezi 3,5-4,5 MKS/ha. Termín výsevu se doporučuje do poloviny října. HTZ je středně vysoká - 44 g. Odrůda má krmnou jakost a spadá do skupiny C.

## **CLARUS**

Clarus je polopozdní odrůda krmného typu s krátkým stéblem a s výrazně zlepšeným zdravotním stavem. Středně odnožuje a má velmi produktivní klas. Poskytuje velmi vysoký výnos a je vhodná do středních a vyšších poloh pro pěstování s nízkou intenzitou ošetřování. Je méně odolná k vyzimování a odolná proti poléhání.

Odrůda je odolná k napadení rzí pšeničnou, plevovou a travní, středně odolná k napadení padlím travním na listu a v klasu. Je nevhodná pro pozdní setí a snáší pěstování po obilnině. Odrůda má krmnou jakost a spadá do skupiny C.

## **RAPSODIA**

Rapsodia je právně chráněná polopozdní až pozdní odrůda s krátkým stéblem, vysoce výnosná ve všech výrobních oblastech, středně zimovzdorná, odolná proti poléhání. Má velmi dobrý zdravotní stav, je odolná proti rzím, méně odolná proti braničnatce a listovým skvrnitostem, středně odolná vůči ostatním chorobám. Výsevek se pohybuje mezi 3,5-4,5 MKS/ha, doporučuje se včasný výsev, nedoporučuje se pěstovat po obilnině. HTZ je nízká - 42 g. Odrůda má krmnou jakost a spadá do skupiny C.

## **MLADKA**

Mladka je poloraná odrůda, která v metání patří k nejranějším, středně odnožuje, má kratší stéblo a dostatečnou odolnost k poléhání. Odrůda je vhodná do všech oblastí pěstování. Lze ji pěstovat i pro výrobu bioetanolu.

Na základě vyhodnocení jakosti byla Mladka zařazena do skupiny ostatních pšenic, tedy pšenic nevhodných pro pekárenské zpracování, především z důvodu nižšího objemu pečiva, řadí se do skupiny C (Jurečka, 2004).

## **VLASTA**

Vlasta je polopozdní odrůda s vysokou odolností k padlí travnímu a střední odolností ke rzi pšeničné, fusariozám, braničnatce plevové v klasu a k braničnatkám na listech. Je to odrůda se zkráceným stéblem, se střední odolností k poléhání a dobrou zimovzdorností. HTZ je střední - 47 g. Odrůda se řadí do skupiny B.

## **ETELA**

Etela je poloraná odrůda s delším stéblem, vhodná do všech oblastí. Má vysoký výnos. Předpokládá se využití v programu bioethanol. Je středně odolná k vyzimování, dobře odnožující, středně odolná k poléhání. Má dobrý zdravotní stav, je středně odolná proti většině chorob. Výsevek se pohybuje mezi 3,5 – 4,5 MKS/ha. Je tolerantní k předplodině. HTZ je vysoká – 52 g. Odrůda byla zařazena do skupiny C.

(<http://www.selgen.cz/agrotsulam.php>).

### **3.6 Laboratorní hodnocení**

Po sklizni pšenice, byly v pokusných lokalitách ve výzkumném ústavu rostlinné výroby odebrány vzorky a odeslány do laboratoře zkoušení jakosti obilovin na Katedře kvality zemědělských produktů FAPPZ ČZU. Pro laboratorní hodnocení byly k dispozici vzorky ze sklizně roku 2007 a 2008.

#### **U vzorků bylo provedeno stanovení následujících ukazatelů:**

##### V znu:

- tvrdost zrna (metoda PSI)

##### Ve šrotu:

- obsah dusíkatých látek
- obsah škrobu podle Ewerse
- obsah mokrého lepku
- vlhkost



### 3.6.1 Stanovení tvrdosti zrna metodou PSI

AACC metoda 55-30

Norma pro stanovení tvrdosti je zavedena na ČZU, ale není obecně v praxi používána.

#### **Definice:**

Tvrký endosperm se drtí na větší ostrohranné částice.

#### **Princip:**

Navážené množství zkoušeného vzorku se předepsaným způsobem drtí, homogenizuje a třídí na sítích. Propad sítím se zváží.

#### **Laboratorní pomůcky:**

Analytické váhy s přesností 0,01 g

Laboratorní šrotovník

Prosévací přístroj

Zkušební síta s víkem, dnem a otvory 0,175 mm

#### **Postup:**

Navážka 24 g vzorku zbaveného příměsí a nečistot se drtí na laboratorním šrotovníku. Po pečlivém vyčištění šrotovníku a důkladné homogenizaci šrotu se odváží 10 g šrotu s přesností 0,01 g převede se na síto. Prosévání se provádí po dobu 10 min při 180 otáčkách za minutu. Po ukončení prosévání se zváží propad sítím s přesností 0,01 g.

#### **Výpočet a vyjádření výsledků:**

Tvrdot zrna v % PSI se vypočítá dle následujícího vzorce. Výpočet se uvádí na 1 desetinné místo.

$$\text{PSI (\%)} = \frac{\text{Hmotnost propadu} \times 100}{\text{Navážka (10g)}}$$

Navážka (10g)

Tab. č. 4: Stupnice relativní tvrdosti:

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

### 3.6.2 Stanovení obsahu škrobu podle Ewerse

ČSN 56 0512 - 16

#### **Použití:**

Pro sypké cereální výrobky.

#### **Definice:**

Škrob jsou všechny opticky aktivní látky obsažené v roztoku po kyselé hydrolýze za tepla.

#### **Princip:**

Škrob se převede na rozpustný škrob působením zředěné kyseliny chlorovodíkové za tepla. Po vyčeření se rozpustný škrob určí polarimetricky.

#### **Chemikálie:**

destilovaná voda

kyselina chlorovodíková, 1,124% roztok HCl - příprava: 41 ml 35% kyseliny chlorovodíkové se v odměrné 1000 ml baňce doplní po značku destilovanou vodou

síran zinečnatý (ZnSO<sub>4</sub>), [Carrezův roztok I] - příprava: 300 g síranu zinečnatého (ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) se rozpustí v destilované vodě a v odměrné 1000 ml baňce se doplní po značku destilovanou vodou

hexakynoželeznan draselný  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ , [Carrezův roztok II] - příprava: 150 g hexakynoželeznanu draselného  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  se rozpustí v destilované vodě a v odměrné 1000 ml baňce se doplní po značku destilovanou vodou

### **Laboratorní pomůcky:**

analytické váhy s přesností vážení  $\pm 0,001$  g

pipeta na 25 ml, 10 ml

kohlrauschova cukrovarnická baňka, objem 100 ml

nálevky

kádinky

filtrační papír

vodní lázeň

stopky

polarimetr s příslušenstvím, např. Polamat A

### **Pracovní postup:**

S přesností 0,01g se naváží 5 g vzorku, spláchne se 25 ml 1,124% roztoku HCl do Kohlrauschovy baňky na 100 ml. Důkladně se promíchá a přidá dalších 25 ml 1,124% roztoku HCl, aby se spláchlo hrdlo baňky. Baňka se po důkladném promíchání vloží do vroucí vodní lázně a zahřívá se přesně 15 min. První 3 min se obsahem baňky stále míchá a při dalším zahřívání se občas promíchá. Po vyjmutí z horké lázně se obsah baňky doplní studenou destilovanou vodou asi na 80 ml a ochladí na 20 °C. K vyčeření se přidá pipetou 10 ml Carrezova roztoku I a 10 ml Carrezova roztoku II. Obsah baňky se promíchá krouživým pohybem a doplní destilovanou vodou přesně po značku. Poté se obsah baňky promíchá a zfiltruje přes suchý filtr do suché kádinky. První podíl filtrátu (5 až 10 ml) se vylije. Čistý filtrát se polarizuje v trubici na polarimetru s použitím rtuťové výbojky o vlnové délce 546,1 nm.

### **Výpočet a vyjádření výsledků:**

Obsah škrobu v sušině (%) se vypočítá podle vzorce:

obsah škrobu v sušině (%) =  $\frac{\text{údaj polarimetru} \cdot \text{faktor} \cdot 100}{\text{sušina}}$

**přepočítávací faktory:**

pšenice	1,898	oves	1,914
žito	1,885	rýže	1,866
ječmen	1,912	kukuřice	1,879

Výsledkem je aritmetický průměr hodnot získaných ze dvou stanovení, za předpokladu, že byly splněny podmínky opakovatelnosti.

Výsledek se uvádí na dvě desetinná místa.

**Spolehlivost zkoušky:**

Přesnost (opakovatelnost)

Rozdíl mezi hodnotami získanými ze dvou stanovení nesmí být větší než 0,5 %.

**3.6.3 Stanovení obsahu mokrého lepku**

ČSN 46 1011 - 9

**Použití:**

Pro pšeničný šrot.

**Definice:**

Mokrý lepek v mouce je plasticko-elastická látka, sestávající z gliadinu a gluteninu, získaná specifikovanou metodou.

**Princip:**

Příprava těsta ze vzorku šrotu a roztoku chloridu sodného. Izolace mokrého lepku vypíráním z tohoto těsta, následujícím odstraněním přebytečného vypíracího roztoku a zvážení zbytku.

**Chemikálie:**

destilovaná voda

chlorid sodný, 2% roztok NaCl - příprava: 20 g chloridu sodného se rozpustí v destilované vodě v 1000 ml odměrné baňce a doplní destilovanou vodou po značku

### **Laboratorní pomůcky:**

porcelánová třecí miska a špachtle

váhy s přesností vážení  $\pm 0,01$  g

dřevěný rámeček velikosti 30 x 40 cm potažený sítím s oky 0,315 mm

automatická byreta na 10 ml dělená po 0,1 ml

vypírač lepku Glutomatic

### **Pracovní postup pro ruční praní:**

Naváží se 10,00 g vzorku s přesností 0,01 g a kvantitativně se převede do porcelánové misky. Z byrety se po kapkách přidá asi 5 ml roztoku chloridu sodného za stálého míchání mouky špachtlí. Po přidání roztoku chloridu sodného se směs prohněte špachtlí a těsto se opatrně zformuje do tvaru kuličky tak, aby nedošlo ke ztrátě šrotu. Lepek se vypírá ručním hnětením pod tenkým pramínkem přibližně 20 °C teplé vody. Vypírání se provádí nad dřevěným rámečkem potaženým sítím, aby se zabránilo případným ztrátám těsta. Vyprání je považováno za úplné, pokud lepková kulička neobsahuje části obalových vrstev. Vypírací voda ulpělá v lepkové kuličce se odstraní několika krátkými stisky prstů jedné ruky. Vysušený lepek se váží s přesností 0,01 g.

### **Pracovní postup pro mechanické vypírání:**

Naváží se 10,00 g vzorku s přesností 0,01 g a kvantitativně se převede do vypírací nádoby s jemným sítkem. Z byrety se po kapkách přidává asi 5 ml roztoku chloridu sodného. Po přidání roztoku chloridu sodného se nádobka vloží do vypírače a spustí program. Po samostatné přípravě těsta se hmota převede do nádoby s hrubým sítkem, vloží do vypírače a spustí program. Po automatickém vyprání lepku pomocí roztoku chloridu sodného se vyjme kulička vypraného lepku. Vypírací roztok ulpělý v lepkové kuličce se odstraní pomocí odstředění. Vysušený lepek se váží s přesností 0,01 g.

### **Výpočet a vyjádření výsledků:**

Obsah lepku v sušině (%) se vypočítá podle vzorce:

$$\text{Obsah lepku v sušině (\%)} = \frac{\text{hmotnost lepku} * 10 * 100}{\text{sušina}}$$

Hodnota Gluten Indexu se vypočítá podle vzorce:

$$\text{Hodnota Gluten Indexu} = \frac{\text{hmotnost lepku ulpěného v sítku} * 100}{\text{celková hmotnost lepku}}$$

Výsledkem je aritmetický průměr hodnot získaných ze dvou stanovení, za předpokladu, že byly splněny podmínky opakovatelnosti.

Výsledek se uvádí na dvě desetinná místa.

**Spolehlivost zkoušky:**

Přesnost (opakovatelnost)

Rozdíl mezi hodnotami získanými ze dvou stanovení nesmí být větší než 0,5 % mokrého lepku.

### **3.6.4 Stanovení obsahu dusíkatých látek**

ČSN 46 1011-18

**Definice:**

Obsah dusíkatých látek se vypočítá ze zjištěného obsahu dusíku vynásobením přepočítávacím faktorem.

**Princip:**

Dusíkaté látky se stanoví titračně acidimetricky po mineralizaci vzorku horkou kyselinou sírovou za přítomnosti katalysátoru převedením na síran amonný, vytěsněním amoniaku hydroxidem sodným a jeho predestilováním do kyseliny borité. Obsah dusíkatých látek se vypočítá ze zjištěného obsahu dusíku vynásobením přepočítávacím faktorem.

**Laboratorní pomůcky:**

Mineralizační blok

Destilační jednotka

Mineralizační tuby

Kuželové baňky 300 ml

Automatická byreta s mícháním

Magnetická míchadla

Analytické váhy s přesností 0,001 g

### **Postup:**

Do mineralizační tuby se naváží 1 g vzorku s přesností 0,001 g, přidají se dvě katalyzátorové tablety a 20 ml koncentrované kyseliny sírové. Vše se důkladně promíchá a opatrně umístí do mineralizačního bloku, kde je zajištěn konstantní ohřev na 420 °C po dobu 90 min mineralizace (do okamžiku vyčeření kapaliny). Obsah mineralizační baňky se nechá zchladnout. Po vychladnutí a automatickém přidání 60 ml destilované vody probíhá automatická destilace vodní parou za přídavku 70 ml 40% hydroxidu sodného. Vzniklý amoniak se jímá do předlohy s 30 ml 1% kyseliny borité a Taschiro indikátorem. Množství amoniaku se stanoví titrací 0,2 N kyselinou sírovou.

### **Výpočet a vyjadřování výsledků:**

Obsah dusíkatých látek v sušině (%) se vypočítá dle vzorce:

$$\text{Obsah N-látek v sušině (\%)} = \frac{0,28 \times \text{přepočítávací faktor} \times \text{spotřeba kyseliny sírové} \times 100}{\text{sušina}}$$

Přepočítávací faktor pro pšenici je 5,7. Výsledek se zaokrouhluje na 1 desetinné místo. Výsledkem je aritmetický průměr hodnot získaný ze dvou stanovení, za předpokladu, že byly splněny podmínky opakovatelnosti.

## **3.6.5 Stanovení vlhkosti**

ČSN ISO 712

### **Definice:**

Vlhkost je podíl těkající sušením za podmínek metody.

### **Princip:**

Navážené množství zkoušeného vzorku se suší v elektrické sušárně při 130 °C po dobu 120 min. Zbytek se po vysušení zváží.

### **Laboratorní pomůcky:**

Analytické váhy s přesností na 0,001 g

Laboratorní šrotovník

Kovová miska na sušení vzorku

Termostatická sušárna s cirkulací vzduchu (teplota vzduchu během sušení 130 °C)

Exsikátor obsahující účinné vysoušecí činidlo

### **Postup:**

Do předem vysušené a s přesností 0,001 g zvážené kovové misky na sušení vzorku s víčkem se naváží se stejnou přesností 5 g důkladně promíchaného laboratorního vzorku, který se rozprostře do stejnoměrné vrstvy na dno misky. Miska s odklopeným víčkem se vloží do sušárny předem vyhřáté na 130 °C a ponechá se v sušárně přesně 120 min od okamžiku, kdy teplota znovu dosáhne 130 °C. Po této době se miska ještě v sušárně uzavře víčkem a vloží se do exsikátoru. Po vychladnutí na laboratorní teplotu se zváží s přesností 0,001 g.

### **Výpočet a vyjádření výsledků:**

Obsah vlhkosti (%) se vypočítá dle vzorce:

$$\text{Obsah vlhkosti (\%)} = \frac{(\text{Hmotnost před sušením} - \text{hmotnost po sušení}) \times 100}{\text{navážka}}$$

Obsah sušiny (%) se vypočítá dle vzorce (výsledek na 1 desetinné místo):

$$\text{Obsah sušiny (\%)} = 100 - \text{vlhkost}$$



## 4. VÝSLEDKY A DISKUSE

Bylo testováno 6 odrůd pšenice ozimé na čtyřech lokalitách České republiky vždy dvěma různými technologiemi pěstování. Takto vypěstované vzorky byly odebrány školeným personálem a doručeny do laboratoře Zkoušení jakosti obilovin na ČZU, kde byly dále podrobeny testování. Sledovány byly parametry: obsah škrobu, obsah dusíkatých látek, obsah mokrého lepku, gluten index a tvrdost zrna.

### 4.1 Výsledky rozborů zrna pšenice ozimé v roce 2007

Tab. č. 5: Hněvčeves, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdost zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	67,87	12,22	34,78	40	13,3
Clarus 1	66,29	12,85	32,62	39	27,5
Rapsodia 1	66,52	12,36	32,66	39	21,9
Mladka 1	67,71	11,81	34,66	47	28,5
Etela 1	66,82	12,54	34,08	33	24,3
Biscay 2	66,71	12,33	33,13	41	12,5
Clarus 2	65,52	13,22	33,65	41	26,2
Rapsodia 2	65,80	12,56	32,57	34	21,1
Mladka 2	65,88	12,58	36,04	48	26,0
Etela 2	66,96	12,92	34,04	34	24,8

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

Tab. č. 6: Kostelec nad Orlicí, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdost zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	68,69	10,88	28,80	35	16,7
Clarus 1	68,11	11,37	25,62	10	29,2
Rapsodia 1	67,90	10,48	26,58	51	24,7
Mladka 1	68,92	10,97	29,47	72	30,6
Etela 1	68,28	11,45	29,23	30	28,5
Biscay 2	69,94	10,31	26,19	53	17,7
Clarus 2	68,78	11,14	27,52	30	29,7
Rapsodia 2	69,67	10,05	24,38	68	25,2
Mladka 2	68,06	10,13	26,41	86	32,7
Etela 2	69,56	10,69	27,15	40	29,4

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

Tab. č. 7: Humpolec, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdość zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	70,32	9,10	23,02	63	15,0
Clarus 1	68,68	9,47	19,82	50	28,8
Rapsodia 1	69,44	8,97	14,71	88	23,1
Vlasta 1	69,57	8,62	20,05	96	14,5
Etela 1	68,97	9,40	21,27	60	25,1
Biscay 2	67,79	10,84	30,20	43	13,4
Clarus 2	67,35	11,52	27,11	47	28,0
Rapsodia 2	66,23	11,78	28,18	49	20,8
Vlasta 2	67,65	11,16	29,62	82	11,6
Etela 2	67,78	10,57	26,78	21	24,9

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

Tab. č. 8: Pernolec, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdość zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	70,20	8,75	15,94	89	15,7
Clarus 1	68,47	9,07	20,25	52	27,3
Rapsodia 1	68,88	8,75	13,45	99	22,5
Vlasta 1	68,42	8,82	13,90	99	17,4
Etela 1	68,92	9,28	20,63	87	25,4
Biscay 2	69,02	9,04	16,88	85	14,1
Clarus 2	68,02	9,76	19,76	90	27,8
Rapsodia 2	68,74	8,98	13,70	97	22,0
Vlasta 2	68,63	9,04	15,07	99	16,1
Etela 2	68,26	9,39	21,81	96	24,4

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

#### 4.1.1 Obsah škrobu

Zkoušené odrůdy byly v Kostelci nad Orlicí (řepařská výrobní oblast), Humpolci (bramborářská výrobní oblast) a Pernolci (bramborářská výrobní oblast) vyrovnané. Obsah škrobu se pohyboval většinou v rozmezí od 66,2 – 70,3 %, zatímco v lokalitě Hněvčeves (řepařská výrobní oblast) byl obsah škrobu nižší (65,5 – 67,7 %). Z technologie pěstování vychází lépe technologie úsporná, neboť odrůdy pěstované touto technologií mají vyšší obsah škrobu než odrůdy pěstované technologií intenzivní. Ohledně odrůd byla nejlepší odrůda

Biscay, která ve všech lokalitách měla vyšší obsah škrobu než ostatní odrůdy. Velíšek J. (1999) udává obsah škrobu v pšenici ozimé rozmezí 59 – 72%.

#### **4.1.2 Obsah dusíkatých látek**

Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl v lokalitě Hněvčeves, kdy se výsledky pohybovaly okolo 12 %. V ostatních oblastech se obsah dusíkatých látek pohyboval od 8 – 11 %. Nejmíň dusíkatých látek bylo v lokalitě Pernolec. Ohledně technologie pěstování vychází mírně lépe intenzivní technologie. Nejlepší odrůda byla Clarus, která ve všech lokalitách měla vyšší obsah dusíkatých látek než ostatní odrůdy. Petr J. a Louda F. (1998) udávají obsah dusíkatých látek v sušině u pekárenské pšenice (určená na výrobu kynutých těst) nejméně 11,5 % a u pečivářské pšenice (určená na výrobu oplatkových a sušenkových těst) nejvýše 11,5 %. Hrubý a kol., (2001), Kotorová (2001) uvádějí, že vliv zpracování půdy neovlivnil dusíkaté látky, což bylo vyvráceno. Podle výsledků analýzy obsahu dusíkatých látek je možno zařadit všechny vypěstované vzorky v lokalitě Hněvčeves do skupiny pekárenských pšenic, v lokalitě Kostelec nad Orlicí stejně jako v lokalitě Pernolec do skupiny pečivářských pšenic, v lokalitě Humpolec lze vzorky zařadit jak do skupiny pekárenských pšenic (Clarus 2, Rapsodia 2), tak do skupiny pečivářských pšenic (kam spadají všechny ostatní testované vzorky z této lokality).

#### **4.1.3 Obsah mokrého lepku**

Nejvyšší obsah mokrého lepku byl v lokalitě Hněvčeves. V této lokalitě se obsah mokrého lepku pohyboval přes 30 %. Ostatní lokality měly obsah mokrého lepku kolísavý. Výsledky vyhodnocení na základě rozdílné technologie pěstování byly celkem vyrovnané. Z odrůd byla nejlepší, tj. s nejvyšším obsahem mokrého lepku odrůda Biscay v lokalitě Hněvčeves s úspornou technologií. V téže lokalitě ale s intenzivní technologií byla nejlepší odrůda Mladka. V lokalitě Kostelec nad Orlicí s úspornou technologií to byla opět odrůda Biscay a s intenzivní technologií to byl Clarus. V lokalitě Humpolec s úspornou technologií dosáhla nejvyšších výsledků opět odrůda Biscay, ale s intenzivní technologií to byla tentokrát Vlasta. Z těchto třech lokalit vyplývá, že nejlepší odrůdou je v úsporné technologii Biscay, zatímco s intenzivní technologií se odrůdy střídaly. Nejnižší obsah mokrého lepku byl v lokalitě Pernolec. Zde dopadla nejlépe odrůda Clarus při úsporné technologii a při intenzivní technologii to byla odrůda Etela. Petr J. a Louda F. (1998) udávají obsah mokrého lepku v řepařské výrobní oblasti 25,5 % a v bramborářské výrobní oblasti 23,4 %. Při

prováděném experimentu bylo dosaženo významně vyšších hodnot než v uváděné literatuře. Muchová (2001) uvádí, že rozdílné způsoby zpracování půdy významně ovlivnily množství lepku v zrně. Jiní autoři uvádějí Hrubý a kol., (2001), Kotorová (2001), že vliv zpracování půdy neovlivnil obsah lepku. Při prováděném experimentu se neprokázal vliv technologie zpracování půdy na obsah mokrého lepku v zrně pšenice ozimé.

#### 4.1.4 Gluten index

Vysoké hodnoty gluten indexu znamenají, že lepek je velmi pevný, tudíž se špatně zpracovává. V lokalitě Pernolec měly až na odrůdu Clarus všechny odrůdy Gluten index nad 90, což znamená, že z pekařského hlediska nejsou moc vhodné. V ostatních lokalitách se výsledky gluten indexu pohybovaly ve velkém rozmezí od 30 – 80. V lokalitě Kostelec nad Orlicí s úspornou technologií měla odrůda Clarus dokonce jen 10 a v lokalitě Humpolec s úspornou technologií měla odrůda Vlasta až 96 gluten indexu.

#### 4.1.5 Tvrdost zrna (PSI)

Čím nižší výsledky PSI, tím je zrně tvrdší. Metoda AACC 55-30 uvádí rozdělení takovéto: do 16 % PSI je pšenice tvrdá, 17-25 % střední a 26-35 % měkká, nad 35 % extra měkká. Ve všech lokalitách byla nejtvrďší odrůdou Biscay a v lokalitě Humpolec a Pernolec dosahovala stejných výsledků i odrůda Vlasta. Mezi středně měkké odrůdy, PSI kolem 20 – 25 % patří odrůdy Rapsodia. Měkké odrůdy dosahují hodnot nad 25 %. Patří mezi ně Clarus, Mladka a Etela. Nepatrně vyšší hodnoty měla úsporná technologie oproti intenzivní, ale v lokalitě Kostelec nad Orlicí to bylo naopak.

### 4.2 Výsledky rozborů zrna pšenice ozimé v roce 2008

Tab. č. 9 Hněvčevy, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdost zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	68,3	11,1	32,0	52	12,8
Clarus 1	68,6	11,7	31,2	27	27,9
Rapsodia 1	67,7	11,4	30,8	50	18,8
Mladka 1	67,9	11,2	30,9	80	25,9
Etela 1	67,9	11,7	33,2	37	21,6
Biscay 2	69,0	11,0	32,1	46	14,1
Clarus 2	68,3	11,6	30,9	30	25,7
Rapsodia 2	67,9	11,6	32,0	57	18,9

Mladka 2	67,8	11,0	30,7	76	24,3
Etela 2	67,9	12,2	33,2	29	22,0

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

Tab. č. 10: Kostelec nad Orlicí, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdość zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	68,5	10,9	33,8	50	14,7
Clarus 1	68,1	11,3	29,5	30	28,5
Rapsodia 1	67,4	11,3	30,1	49	22,1
Mladka 1	67,9	11,2	32,0	79	26,4
Etela 1	67,6	12,0	33,5	41	24,2
Biscay 2	68,0	10,9	32,9	58	16,4
Clarus 2	67,8	12,0	28,8	20	25,6
Rapsodia 2	67,7	11,2	29,2	71	26,3
Mladka 2	67,0	10,9	30,7	81	26,1
Etela 2	68,6	11,2	32,5	43	24,2

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

Tab. č. 11: Humpolec, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdość zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	70,7	8,8	23,3	80	15,3
Clarus 1	69,1	9,9	25,4	55	28,6
Rapsodia 1	68,6	9,6	20,3	90	21,6
Vlasta 1	68,2	9,4	22,1	100	14,7
Etela 1	69,5	9,0	21,6	88	26,8
Biscay 2	69,8	9,3	32,3	94	13,8
Clarus 2	68,8	10,6	25,2	32	28,5
Rapsodia 2	68,0	10,1	25,2	53	22,2
Vlasta 2	68,0	10,2	26,4	96	13,3
Etela 2	69,3	9,6	24,4	68	23,7

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

Tab. č. 12: Pernolec, výsledky stanovení rozborů zrna a šrotu pšenice ozimé

Varianta	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdość zrna
Lokalita/odrůda technologie	%	%	%		PSI %
Biscay 1	69,4	8,4	24,1	94	18,1
Clarus 1	69,1	8,9	21,3	84	29,3
Rapsodia 1	69,2	8,8	16,5	98	22,1
Vlasta 1	67,0	8,8	19,2	99	11,8
Etela 1	69,3	8,7	20,5	86	22,3
Biscay 2	68,7	8,6	20,1	93	16,4
Clarus 2	69,2	9,3	28,6	81	27,8
Rapsodia 2	67,4	9,1	18,9	93	21,0
Vlasta 2	66,7	9,4	19,9	100	12,5
Etela 2	68,5	9,5	24,4	70	23,2

Technologie: 1 – úsporná 2 – intenzivní

#### 4.2.1 Obsah škrobu

V roce 2008 oproti roku 2007 byly výsledky zkoušených odrůd ve všech lokalitách vyrovnané. Obsah škrobu se pohyboval většinou v rozmezí od 67 – 70 %. Z technologie pěstování vychází lépe technologie úsporná, neboť odrůdy pěstované touto technologií mají vyšší obsah škrobu než odrůdy pěstované technologií intenzivní. Nejlepší odrůdou byla Biscay, která ve všech lokalitách vykazovala vyšší obsah škrobu než ostatní odrůdy. Velíšek J. (1999) udává obsah škrobu v pšenici ozimé rozmezí 59 – 72%, což odpovídá i výsledkům analyzovaných vzorků.

#### 4.2.2 Obsah dusíkatých látek

Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl v lokalitě Hněvčeves, kde se výsledky pohybovaly okolo 11 %. V ostatních lokalitách se obsah dusíkatých látek pohyboval od 8 – 10 %, v některých případech až k 11 %. Nejméně dusíkatých látek bylo v lokalitě Pernolec. Ohledně technologie pěstování vychází lépe intenzivní technologie. Nejlepšími odrůdami byly Clarus a Etela, které ve všech lokalitách měly vyšší obsah dusíkatých látek než ostatní odrůdy. Petr J. a Louda F. (1998) udávají obsah dusíkatých látek v sušině u pekárenské pšenice (určená na výrobu kynutých těst) nejméně 11,5 % a u pečivářské pšenice (určená na výrobu oplatkových a sušenkových těst) nejvýše 11,5 %. Hubík (1998) uvádí, že na obsah dusíkatých látek má největší vliv ročník, což se potvrdilo, neboť pro rok 2007 byly zjištěny vyšší hodnoty dusíkatých látek (kolem 12 %) než pro rok 2008 (kolem 10 – 11 %).

### **4.2.3 Obsah mokrého lepku**

Nejvyšší obsah mokrého lepku byl v lokalitě Hněvčeves. V této lokalitě se obsah mokrého lepku pohyboval přes 30 %. Nejmenší obsah mokrého lepku byl v lokalitě Pernolec. Ostatní lokality měly obsah mokrého lepku od 20 – 30 %. Technologie pěstování byly celkem vyrovnané. Z odrůd byly nejlepší odrůdy Biscay a Etela v lokalitě Hněvčeves. V lokalitě Kostelec nad Orlicí to byly opět odrůdy Biscay a Etela. V lokalitě Humpolec to byl Clarus. Nejnižších výsledků dosáhla lokalita Pernolec, kde nejvyšší obsah lepku má odrůda Biscay při úsporné technologii a při intenzivní technologii to byla odrůda Clarus. Petr J. a Louda F. (1998) udávají obsah mokrého lepku v řepařské výrobní oblasti 25,5 % a v bramborářské výrobní oblasti 23,4 %. Při prováděném experimentu bylo dosaženo významně vyšších hodnot než v uváděné literatuře.

### **4.2.4 Gluten index**

V lokalitě Pernolec měly až na odrůdy Clarus a Etela všechny odrůdy Gluten index nad 90, což znamená, že z pekařského hlediska nejsou moc vhodné. V ostatních oblastech se výsledky gluten indexu pohybovaly ve velkém rozmezí od 20 - 90. V lokalitě Humpolec měla odrůda Vlasta vysoké hodnoty gluten indexu.

### **4.2.5 Tvrdost zrna**

Metoda AACC 55-30 uvádí rozdělení takovéto: do 16 % PSI je pšenice tvrdá, 17-25 % střední a 26-35 % měkká, nad 35 % extra měkká. Nejtvrďší odrůda je Biscay 12 - 18 % ve všech lokalitách a v lokalitě Humpolec a Pernolec je i odrůda Vlasta 11 – 13 %. Mezi středně měkké odrůdy, PSI kolem 20 – 25 % patří odrůdy Rapsodia a Etela. Měkké odrůdy dosahují hodnot nad 25 %. Patří mezi ně Clarus a Mladka. Vyšší výsledky měla úsporná technologie oproti intenzivní, ale v oblasti Kostelec nad Orlicí to bylo naopak.

### 4.3 Korelační závislosti mezi jakostními ukazateli

#### 4.3.1 Pokusná stanice Hněvčeves, rok 2007

Tab. č. 13: Korelace, oblast Hněvčeves

Hněvčeves 2007					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrдость zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,705989	1			
Obsah lepku	0,285092	-0,224437	1		
Gluten index	0,071300	-0,374527	0,565408	1	
Tvrдость zrna	-0,300679	0,291275	0,134393	0,161572	1

Z tabulky č. 13 vyplývá, že obsah škrobu je závislý na obsahu dusíkatých látek (-0,705989). Z výsledku plyne, že čím vyšší obsah dusíkatých látek, tím je menší obsah škrobu. Obsah škrobu a obsah dusíkatých látek určuje její vhodnost pro pekárenské či krmné účely. Pro krmné účely se doporučuje pšenice s nižším obsahem bílkovin.

Bylo prokázáno, že obsah lepku ovlivňuje gluten index (korelace 0,565408).

Dále z výsledku vyplývá, že obsah škrobu je závislý na obsahu lepku (0,285093), obsah škrobu na tvrdosti zrna (-0,300679), obsah dusíkatých látek na obsahu lepku (-0,224437), obsah dusíkatých látek na gluten indexu (-0,374527), obsah dusíkatých látek na tvrdosti (0,291275).

Lineární závislost se nepotvrdila u obsahu škrobu na gluten index (0,071300), obsahu lepku na tvrdost zrna (0,134393), gluten index na tvrdost zrna (0,161572).

#### 4.3.2. Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí, rok 2007

Tab. č. 14: Korelace, oblast Kostelec na Orlicí

Kostelec 2007					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrдость zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,380562	1			
Obsah lepku	-0,220994	0,589245	1		
Gluten index	0,175038	-0,771116	-0,122609	1	
Tvrдость zrna	-0,376156	0,214118	0,037841	0,148216	1

Z tabulky č. 14 vyplývá, že slabou lineární závislost má obsah škrobu a obsah dusíkatých látek (-0,380562), obsah škrobu a obsah lepku (-0,220994), obsah škrobu a tvrdost zrna (-0,376156). To znamená, že s rostoucí hodnotou obsahu škrobu, budou klesat hodnoty dusíkatých látek, obsahu lepku a tvrdosti zrna.



Slabou lineární závislost má obsah dusíkatých látek a tvrdost zrna (0,214118).

Obsah dusíkatých látek a obsah lepku má silnou závislost (0,589245).

Obsah dusíkatých látek a gluten index má také silnou nepřímo úměrnou závislost (-0,771120).

### 4.3.3. Pokusná stanice Humpolec, rok 2007

Tab. č. 15: Korelace, oblast Humpolec

<b>Humpolec 2007</b>					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdost zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,93971	1			
Obsah lepku	-0,72594	0,851722	1		
Gluten index	0,508034	-0,52548	-0,51244	1	
Tvrdost zrna	-0,14339	0,022774	-0,34009	-0,44509	1

Z tabulky č. 15 vyplývá, že obsah škrobu má silnou závislost na dusíkaté látce (-0,939710), na obsah lepku (-0,725940) a gluten index (0,508034).

Obsah dusíkatých látek má silnou závislost na obsah lepku (0,8517722) a na gluten index (-0,525480).

Obsah lepku je závislý na gluten indexu (-0,512440) a na tvrdosti zrna (-0,340090).

Obsah gluten indexu je závislý na tvrdosti zrna (-0,445090).

### 4.3.4. Pokusná stanice Pernolec, rok 2007

Tab. č. 16: Korelace, oblast Pernolec,

<b>Pernolec 2007</b>					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrdost zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,621850	1			
Obsah lepku	-0,315430	0,746507	1		
Gluten index	0,019529	-0,103100	-0,498370	1	
Tvrdost zrna	-0,560000	0,626434	0,612576	-0,381210	1

Z tabulky č. 16 vyplývá, že obsah škrobu je závislý na dusíkatých látkách (-0,621850), na obsahu lepku (-0,315430) a na tvrdosti zrna (-0,560000).

Obsah dusíkatých látek je závislý na obsahu lepku (0,746507) a na tvrdosti zrna.

Dále byla zjištěna závislost obsahu lepku na gluten indexu (-0,498370) a na tvrdosti zrna (0,612576).

Gluten index je závislý na tvrdosti zrna (-0,381210).

#### 4.3.5. Pokusná stanice Hněvčeves, rok 2008

Tab. č. 17: Korelace, oblast Hněvčeves

<b>Hněvčeves 2008</b>					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrđost zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,241440	1			
Obsah lepku	0,047882	0,519411	1		
Gluten index	-0,381570	-0,692530	-0,450430	1	
Tvrđost zrna	-0,239740	0,366311	-0,366840	-0,057530	1

Z tabulky č. 17 vyplývá, že závislost má obsah škrobu na obsahu dusíkatých látek (-0,241440), na gluten indexu (-0,381570), na tvrdosti zrna (-0.239740).

Dusíkaté látky a mokřý lepek jsou závislé na všech parametrech.

#### 4.3.6. Pokusná stanice Kostelec nad Orlicí, rok 2008

Tab. č. 18: Korelace, oblast Kostelec na Orlicí

<b>Kostelec 2008</b>					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrđost zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,144190	1			
Obsah lepku	0,407487	-0,232980	1		
Gluten index	-0,377700	-0,633830	0,160131	1	
Tvrđost zrna	-0,365430	0,4017430	-0,646790	-0,006080	1

Z tabulky č. 18 vyplývá, že obsah škrobu je závislý na obsahu lepku (0,407487), na gluten indexu (-0,377700) a na tvrdosti zrna (-0,365430).

Obsah dusíkatých látek je závislý na všech parametrech..

Obsah lepku je závislý na tvrdosti zrna (-0,646790).

### 4.3.7. Pokusná stanice Humpolec, rok 2008

Tab. č. 19: Korelace, oblast Humpolec

<b>Humpolec 2008</b>					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrдост zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,693290	1			
Obsah lepku	0,142031	0,194080	1		
Gluten index	0,055025	-0,616370	-0,062140	1	
Tvrдост zrna	-0,024690	0,334747	-0,301120	-0,733090	1

Z tabulky č. 19 vyplývá, že obsah škrobu je závislý na dusíkatých látkách (-0,693290).

Obsah dusíkatých látek je závislý na tvrdosti zrna (0,334747) a gluten indexu (-0,616370).

Obsah lepku je nepřímo úměrně závislý na tvrdosti zrna (-0,30112).

Gluten index je závislý na tvrdosti zrna (-0,733090).

### 4.3.8. Pokusná stanice Pernolec, rok 2008

Tab. č. 20: Korelace, oblast Pernolec

<b>Pernolec 2008</b>					
	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrдост zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	-0,418640	1			
Obsah lepku	0,366012	0,299266	1		
Gluten index	-0,434930	-0,441760	-0,659770	1	
Tvrдост zrna	0,682850	0,1808230	0,4346110	-0,693350	1

Z tabulky č. 20 vyplývá, že obsah škrobu je závislý na všech sledovaných parametrech.

Obsah dusíkatých látek je závislý na obsahu lepku (0,299266), na tvrdosti zrna (0,180823) a na gluten indexu (-0,441760).

Obsah lepku je také závislý na všech sledovaných parametrech stejně jako gluten index.

### 4.3.9 Korelační závislost všech stanovišť, rok 2007

Tab. č. 21: Korelace všech stanovišť

	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrдост zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	<b>-0,809630</b>	1			
Obsah lepku	<b>-0,668820</b>	<b>0,931601</b>	1		
Gluten index	<b>0,461923</b>	<b>-0,748480</b>	<b>-0,7482400</b>	1	
Tvrдост zrna	-0,137180	0,173590	0,131332	-0,25249	1

Z tabulky č. 21 vyplývá, že vysokou závislost má obsah dusíkatých látek a obsah lepku (0,931601), obsah škrobu a obsah dusíkatých látek (-0,80963), obsah dusíkatých látek a gluten index (-0,74848) a obsah lepku a gluten index (-0,74824). Tvrдост neměla skoro žádnou závislost.

### 4.3.10 Korelační závislost všech stanovišť, rok 2008

Tab. č. 22: Korelace všech stanovišť

	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrдост zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	<b>-0,478399</b>	1			
Obsah lepku	-0,202689	<b>0,841327</b>	1		
Gluten index	0,129558	<b>-0,805361</b>	<b>-0,657622</b>	1	
Tvrдост zrna	0,056758	0,253304	0,096854	<b>-0,358385</b>	1

Z tabulky č. 22 vyplývá, že vysokou závislost má obsah dusíkatých látek a obsah lepku (0,841327), obsah dusíkatých látek a gluten index (-0,805361), obsah lepku a gluten index (-0,657622). Tvrдост byla většinou bez závislosti. Projevila se jen u gluten indexu.

### 4.3.11 Korelační závislost všech stanovišť za oba dva roky

Tab. č. 23: Korelace všech stanovišť za oba dva roky

	Obsah škrobu	Obsah N-látek	Obsah lepku	Gluten index	Tvrдост zrna
Obsah škrobu	1				
Obsah N-látek	<b>-0,6440145</b>	1			
Obsah lepku	<b>-0,4357546</b>	<b>0,8864638</b>	1		
Gluten index	0,2957406	<b>-0,7769203</b>	<b>-0,7029311</b>	1	
Tvrдост zrna	-0,0402109	0,2134468	0,1140930	<b>-0,3054374</b>	1

Z tabulky č. 23 vyplývá, že vysokou závislost má obsah dusíkatých látek a obsah lepku (0,8864638), obsah dusíkatých látek a gluten index (-0,7769203), obsah lepku a gluten

index (-0,7029311), obsah škrobu a obsah dusíkatých látek (-0,6440145). Tvrdost byla většinou bez závislosti. Projevila se jen u gluten indexu. Hubík (1998) uvádí, že tvrdost zrna je významným parametrem technologické jakosti. Je v podstatě ovlivněna bílkovinami zrna, což se nepotvrdilo.

## 5. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vliv ročníku v časovém období dvou let, stanoviště a intenzity pěstování na vybrané jakostní ukazatele u odrůd pšenice ozimé.

V roce 2007 bylo zjištěno, že existuje rozdíl mezi stanovišti, technologiemi pěstování a odrůdami. Sledovány byly tyto parametry: obsah škrobu, obsah dusíkatých látek, obsah mokrého lepku, gluten index a tvrdost zrna.

Největší obsah škrobu 66,2 – 70,3 % byl dosažen v lokalitách Kostelec nad Orlicí, Humpolec a Pernolec. V lokalitě Hněvčeves se obsah škrobu pohyboval okolo 65,5 – 67,7 %. Obsah škrobu v analyzovaných vzorcích odpovídá hodnotám udávaných v dostupné literatuře (Velíšek, 1999).

Největší obsah dusíkatých látek byl dosažen v lokalitě Hněvčeves, kdy se výsledky pohybovaly kolem 12 %. V ostatních oblastech se výsledky pohybovaly kolem 8 – 11 %. Podle výsledků analýzy obsahu dusíkatých látek je možno zařadit všechny vypěstované vzorky v lokalitě Hněvčeves do skupiny pekárenských pšeníc, v lokalitě Kostelec nad Orlicí stejně jako v lokalitě Pernolec do skupiny pečivářenských pšeníc, v lokalitě Humpolec lze vzorky zařadit jak do skupiny pekárenských pšeníc (Clarus 2, Rapsodia 2), tak do skupiny pečivářenských pšeníc (kam spadají všechny ostatní testované vzorky z této lokality).

Největší obsah mokrého lepku (přes 30 %) byl dosažen v lokalitě Hněvčeves. V lokalitě Pernolec byl dosažen nejmenší obsah mokrého lepku.

Gluten index v lokalitě Pernolec dosahoval vysokých hodnot (přes 90), zatímco v ostatních lokalitách se pohyboval ve velkém rozmezí od 30 – 80. Při prováděném experimentu se neprokázal vliv technologie zpracování půdy na obsah mokrého lepku v zrna pšenice ozimé.

Tvrdost je dána genetickým založením odrůdy. Čím je hodnota PSI nižší, tím je zrno tvrdší. Nejtvrdší odrůda byla Biscay a Vlasta. Nejměkčí Clarus, Mladka a Etela.

Při posuzování sledovaných parametrů bylo zjištěno, že odrůdy Biscay a Clarus patřily k nejlepším odrůdám. Lepších výsledků dosahovala technologie úsporná.

Ze statistických údajů byla zjištěna vysoká závislost obsahu dusíkatých látek na obsahu lepku (0,931601), obsahu škrobu na obsahu dusíkatých látkách (-0,80963), obsahu dusíkatých látek na gluten indexu (-0,74848) a obsahu lepku na gluten indexu (-0,74824). Tvrdost neměla skoro žádnou závislost.

V roce 2008 nebylo prokázáno, že existuje velký rozdíl mezi stanovišti, technologiemi pěstování a odrůdami.

Obsah škrobu byl celkem vyrovnaný ve všech lokalitách, hodnoty se pohybovaly kolem 67 – 70 %. Obsah škrobu v analyzovaných vzorcích odpovídá hodnotám udávaných v dostupné literatuře (Velíšek, 1999).

Největší obsah dusíkatých látek byl dosažen v lokalitě Hněvčeves, kdy se výsledky pohybovaly okolo 11 %. V ostatních lokalitách se pohybovaly kolem 8 – 10 %. Potvrdilo se, že na obsah dusíkatých látek má velký vliv ročník (což udává i Hubík, 1998).

Nejvyšší obsah mokrého lepku byl dosažen v lokalitě Hněvčeves (přes 30 %). V ostatních lokalitách se pohyboval mezi 20 – 30 %.

Gluten index v lokalitě Pernolec dosahoval vysokých hodnot (přes 90), zatímco v ostatních lokalitách se pohyboval ve velkém rozmezí od 20 – 90.

Nejtvrdší odrůda byla Biscay a Vlasta. Nejměkčí byl Clarus a Mladka.

V závislosti na sledovaných parametrech patřily odrůdy Biscay, Clarus a Etela k nejlepším. Lepších výsledků dosahovala technologie úsporná.

Ze statistických údajů byla zjištěna vysoká závislost u obsahu dusíkatých látek na obsahu lepku (0,841326641), obsahu dusíkatých látek na gluten indexu (-0,805360651), obsahu lepku na gluten indexu (-0,657622151). Tvrdost byla většinou bez závislosti. Projevila se jen u gluten indexu.

V porovnání let 2007 a 2008 se při prováděném experimentu neprokázal vliv technologie zpracování půdy na obsah mokrého lepku v zrně pšenice ozimé. Byla zjištěna vysoká závislost obsahu dusíkatých látek na obsahu lepku (0,8864638), obsahu dusíkatých látek na gluten indexu (-0,7769203), obsahu lepku na gluten indexu (-0,7029311), obsahu škrobu na obsahu dusíkatých látkách (-0,6440145). Tvrdost byla většinou bez závislosti. Projevila se jen u gluten indexu.

Při prováděném experimentu se neprokázal vliv technologie zpracování půdy na obsah mokrého lepku v zrně pšenice ozimé.

V diplomové práci byl shrnut dvouletý experiment prováděný na čtyř pokusných polních lokalitách a následně vyhodnocen v laboratoři.

Diplomová práce přispěla k objasnění závislosti vybraných parametrů na podmínkách pěstování, vlivu stanoviště i pěstebního ročníku.

K vytvoření obecnějších závěrů je třeba tuto problematiku dále sledovat a rozšířit zadané podmínky a to jak v časovém horizontu, tak při výběru dalších stanovišť pěstování.

## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) <http://www.mze.cz/>
- 2) Pramen: ČSÚ, Produkční plocha pšenice (Chrudimsko)
- 3) Agrofert Holding Praha, (2004), 1. vydání. Praha
- 4) ČEPIČKA, J a kol. (1995) : Obecná potravinářská technologie. 1. vydání. Praha: VŠCHT, 246 s. ISBN 80-7080-239-1
- 5) FAMĚRA, O. (1993): Základy pěstování ozimé pšenice. 1.vydání. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, 51 s. ISBN 80-7105-045-8
- 6) HAMPL, J. - HOLÝ, Č. - HAVEL, F. - KADLEC, F.- PŘÍHODOVÁ, J. (1981): Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků1. 1.vydání. Praha: SNTL, 232 s. ISBN 04-818-81
- 7) HUBÍK, K. (1998): Jakost potravinářské pšenice ze sklizně roč. 1998,  
<http://www.vukrom.cz/www/publik/plnotext/hubik>
- 8) HUMPÁLOVÁ – BLECHTOVÁ, A. (1998): Význam a možnosti využití zeleného hnojení v zemědělské praxi, Praha, ÚZPI, 34 s
- 9) HRUBÝ,J. - BADALÍKOVÁ, B. – VÁCLAVÍK, F. (2001): Vliv ochranného zpracování půdy na vybrané kvalitativní ukazatele ozimé pšenice a jarního ječmene, VÚP Troubsko, Brno, 79 – 81 s
- 10) JUREČKA, D. – NOVOTNÝ, F. (1998): Hodnocení jakosti. Zemědělec, Speciální příloha k pěstování a kvalitě potravinářské pšenice, 6, č. 8, s. 14 – 17
- 11) KOTOROVÁ, D. (2001):Kvalita pšenice ozimnej v rozdielnych technológiách pestovania, VÚP Troubsko, Brno, 111 – 114 s
- 12) KUBLER, E (1994): Weizenbau, Stuttgart, Ulmer. GmbH&Co
- 13) MOHL, A. (1895): O hnoji chlévském. Chrudim, roč. V., 107 s
- 14) MUCHOVÁ, Z. (2001): Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využití, Slovenská poľnohospodárka univerzita, Nitra, 112 s
- 15) NERAD, J. (1996): Hnojení plodin, Brno, ÚKZÚZ, 17 s
- 16) NUSSE, CH. (1999): Wachstumsphysiologische und Qualitätsuntersuchungen bei Winterdinkel [Triticum spelta L.] im Vergleich zu Winterweizen [Triticum aestivum L.] Dissertation, Gießen : Justus-Liebig Universität, 193 s
- 17) PAVLOV, A.N – MINĚJEV, V.G. (1984): Agrochemické základy zvyšování pšenice. 1. vydání. Praha, 356 s
- 18) PAZDERA, J. (2006): Pěstování rostlin: Obecná část – cvičení. Praha, ČZU, 203 s



- 19) PELIKÁN, M. – SÁKOVÁ, L (2001):. Jakost a zpracování rostlinných produktů. Jihočeská univerzita České Budějovice
- 20) PELIKÁN, M. – SUKOVÁ, M. (1998): Hodnocení a využití rostlinných produktů. Jihočeská univerzita České Budějovice
- 21) PETR, J. (2001): Pěstování pšenice podle užitkových směrů. 1. vydání. Praha: ÚZPI, ISBN 80-7271-090-7
- 22) PETR, J. sen., PETR, J. jr. (1999): Jak vypěstovat pšenici požadované jakosti. Úroda
- 23) PETR, J. (1999): Jak vypěstovat pšenici požadované jakosti. Úroda, 47, č. 5
- 24) PETR, J. – LOUDA, F. (1998): Produkce potravinářských surovin, VŠCHT
- 25) POHLOVÁ, M. (1983): Pšeničná bílkovina technologie, vlastnosti a použití, 1. vydání, Praha, VÚPP-STI
- 26) POSNER, E. S. – HIBBS A. N. (1997): Wheat Flour Milling. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- 27) PRUGAR, J. (1990): Kvalita rostlinných produktů, 1. vydání. Praha, 66 s
- 28) PRUGAR, J. (1997): Kvalita rostlinných produktů, Praha SZN
- 29) PRUGAR, J. - HRAŠKA, Š. (1986): Kvalita pšenice. 1. vydání. Bratislava: Příroda, 215s. ISBN 64-1333-86
- 30) PRUGAR, J. – KOSTKOVÁ, E – ČERNÝ, V. (1982): Vliv stupňovaného hnojení N na výnos a jakost zrn ozimé pšenice
- 31) PŘÍHODA, J.- HUMPOLÍKOVÁ, P.- NOVOTNÁ, D. (2003): Základy pekárenské technologie. 1.vydání. Praha: Pekař a cukrář, 202 s. ISBN 80-902922-1-6
- 32) PŘÍHODA, J.- SKŘIVAN, P.- HRUŠKOVÁ, M. (2003): Cereální chemie a technologie. 1. vydání. Praha: VŠCHT, 202 s. ISBN 80-7080-530-7
- 33) RICHTER, R. – HLUŠEK, J. (1994): Výživa a hnojení rostlin (I. Obecná část), Vysoká škola zemědělská v Brně, 177 s
- 34) SLUKOVÁ, M. (2006): Kvalitativní ukazatelé pšenice a pšeničných mouk  
[http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/grant\\_TRP/dokumenty/06.pdf](http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/grant_TRP/dokumenty/06.pdf)
- 35) ŠKARDA, M.- JOKEŠOVÁ, J. (1982): Hospodaření s organickými hnojivy. Praha, SZN, 324 s
- 36) ŠNOBL, J.- PULKRÁBEK, J. (2002): Základy rostlinné produkce. 2.vydání. Praha: ČZU, 153 s. ISBN 80-213-0924-5
- 37) TRČKOVÁ, M. (2001): Regulace příjmu a využití živin ve vztahu k intenzitě růstu a vývojové fázi obilovin, Praha, VÚRV, 50 s
- 38) VELIŠEK, J. (1999): Chemie potravin 1, OSSIS, Tábor

39) ZIMOLKA, J et al. (2005): Pěstování a užití zrna. 1. vydání. Praha: Prof Press, 179 s.  
ISBN 80-86726-09-6

40) <http://www.selgen.cz/agrotsulam.php>

## **7 SEZNAM ZKRATEK**

HTZ – hmotnost tisíce zrn

HTS – hmotnost tisíce semen

PSI – Particle size index