

# Hodnocení kvality vybraných odrůd pšenice ozimé na základě reologických analýz

Bc. Zuzana Kyseláková DiS.

---

Diplomová práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zuzana KYSELÁKOVÁ, DiS.**  
Osobní číslo: **T09659**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Hodnocení kvality vybraných odrůd pšenice ozimé na základě reologických analýz**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Botanická a biologická charakteristika pšenice.
2. Hodnocení kvality pšenice ozimé.
3. Charakteristika jednotlivých odrůd.
4. Reologické vlastnosti těsta.

### II. Praktická část

1. Farinografické měření.
2. Extenzografické měření.
3. Alveografické měření.
4. Pekařský pokus.
5. Stanovení některých parametrů u vybraných odrůd pšenice ozimé.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] ZIMOLKA, J. Pšenice: Pěstování, hodnocení a užití zrna. Praha: Profi Press, s.r.o., 2005. 180s. ISBN 80-86726-09-6

[2] PRUGAR, J. a kol. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČZV, 2008. 327s. ISBN 978-80-86576-28-2

[3] HORÁKOVÁ, V., DVOŘÁČKOVÁ O., MEZLÍK T. Seznam doporučených odrůd 2010 a přehled odrůd 2010. Brno: ÚKZÚZ, 2010. 227S. ISBN 978-80-7401-027-9

[4] KHALIL K. and SHEWRY P. Wheat chemistry and technology, 4. vyd., Minnesota: AACC International, 2009. 453s. ISBN 978-1-891127-55-7

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Zuzana Lazárková, Ph.D.**

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

**25. února 2011**

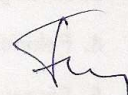
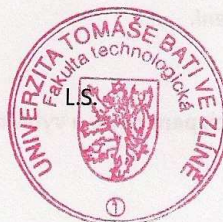
Termín odevzdání diplomové práce:

**20. května 2011**

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: ..... Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením kvality 18 odrůd pšenice ozimé ze sklizně 2010. Teoretická část se zabývá botanickou charakteristikou pšenice a nejdůležitějšími kvalitativními parametry. Dále jsou charakterizovány vybrané odrůdy pšenice analyzované v této práci a v neposlední řadě pak přístroje a metody používané při reologické analýze těsta. Praktická část práce byla provedena ve společnosti Agrotest fyto, s.r.o. a Penam, a.s. Kroměříž. Z výsledků získaných analýzou jakostních parametrů a dále z farinografu, alveografu, extenzografu a pekařského pokusu bylo zjištěno, že mezi nejkvalitnější odrůdy patří Bohemia a Bakfis. Za nejméně kvalitní lze považovat odrůdy Citrus a Baletka.

**Klíčová slova:** pšenice, jakostní parametry, reologie, farinograf, extenzograf, alveograf, pekařský pokus

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the evaluation of the quality of 18 varieties of winter wheat harvested in 2010. The theoretical part is concerned with the botanical characteristic of wheat and the most important quality parameters. Furthermore, selected wheat varieties analysed in this work are described, and the instruments and methods used for analysing dough rheology are characterised. The practical part of work was realised in companies Agrotest fyto, Ltd. and Penam, Inc. Kromeriz. It follows from the results obtained by analysis of quality parameters and from the farinograph, alveograph, extenzograph and test baking that the highest quality varieties are Bohemia and Bakfis. Citrus and Baletka are considered to be the least quality varieties .

**Keywords:** wheat, quality parameters, rheology, farinograph, extenzograph, alveograph, test baking

Děkuji za odborné vedení, trpělivost, cenné rady, konzultace a připomínky své vedoucí diplomové práce Ing. Zuzaně Lazárkové, Ph.D. a konzultantce Ing. Ivě Burešové, Ph.D.

Poděkování také patří paní RNDr. Ivaně Polišenské, Ph.D. za umožnění měření v laboratoři ve firmě Agrotest fyto s.r.o. v Kroměříži. Dále bych ráda poděkovala panu Ing. Ondřeji Jirsovi, Ph.D., za odborné vedení práce a za pomoc při zpracovávání výsledků. V neposlední řadě bych ráda poděkovala laborantkám zmíněné firmy, Věře Korbélyiové a Blance Kalivodové.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 BOTANICKÁ A BIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PŠENICE</b> .....	<b>12</b>
1.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA PŠENICE .....	12
1.2 MORFOLOGICKÝ POPIS PŠENICE A ANATOMICKÁ STAVBA OBILKY.....	13
<b>2 JAKOSTNÍ PARAMETRY PŠENICE OZIMÉ</b> .....	<b>15</b>
2.1 LEPEK.....	15
2.2 KVALITA JAKO ODRŮDOVÝ ZNAK .....	16
2.3 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH JAKOSTNÍCH PARAMETRŮ .....	19
<b>3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH ODRŮD</b> .....	<b>25</b>
<b>4 ANALÝZA REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ TĚSTA</b> .....	<b>29</b>
4.1 FARINOGRAF .....	30
4.2 EXTENZOGRAF.....	32
4.3 ALVEOGRAF .....	35
4.4 PEKAŘSKÝ POKUS.....	39
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>40</b>
<b>5 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>41</b>
<b>6 METODIKA</b> .....	<b>42</b>
6.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE, PŘÍSTROJE A POMŮCKY.....	42
6.2 ANALYZOVANÉ ODRŮDY .....	43
6.3 POUŽITÉ METODY .....	43
6.3.1 Stanovení analytických ukazatelů .....	43
6.3.2 Stanovení reologických ukazatelů.....	45
6.3.3 Pekařský pokus:.....	46
<b>7 VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>47</b>



7.1	VLHKOST.....	48
7.2	OBJEMOVÁ HMOTNOST (OH).....	48
7.3	DUSÍKATÉ LÁTKY (N-LÁTKY).....	49
7.4	SEDIMENTAČNÍ INDEX (SEDI).....	49
7.5	ČÍSLO POKLESU (ČP).....	49
7.6	MOKRÝ LEPEK A LEPKOVÝ INDEX (GI).....	50
7.7	FARINOGRAF.....	50
7.8	EXTENZOGRAF.....	52
7.9	ALVEOGRAF.....	55
7.10	PEKAŘSKÝ POKUS.....	57
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>69</b>

## ÚVOD

Obiloviny patří k nejstarším zdrojům potravy pro lidstvo. Jsou zdrojem energie ve formě sacharidů, ale i jiných životně důležitých látek (lipidů, vitaminů a minerálních látek).

Pšenice je celosvětově nejvýznamnější obilovinou zajišťující výživu lidské populace. Je nejrozšířenější obilovinou pro pekařské využití. Její roční produkce se pohybuje kolem 580 mil. tun. Je současně nejvýznamnější obchodní komoditou na úseku potravin. K největším producentům se řadí země ES, Čína, Indie, Rusko, USA. Hlavními vývozci jsou USA, země EU, Austrálie, Kanada a Argentina.

Pšenice poskytuje zrno, které se používá jako potravina, krmivo a jako surovina. Zpracovávají se také stébla (sláma) a otruby (semenné slupky a mouka). Výhodou pšenice, tak jako u jiných obilovin, je poměrně jednoduchá skladovatelnost a dlouhá trvanlivost. Pšenice má vysokou výživnou hodnotu. V Evropě je základní potravinářskou surovinou pro výrobu pečiva, těstovin a rozmanitých pokrmů.

Průmyslově se využívá jako surovina k výrobě škrobu, lihu nebo piva, uvažuje se o energetickém využití pšeničné biomasy jako obnovitelného zdroje energie.

U pšenice se zjišťují základní kvalitativní parametry jako: vlhkost, objemová hmotnost, obsah dusíkatých látek, sedimentační index a číslo poklesu. Podle těchto parametrů se pšenice pak zařazuje do jakostních tříd E, A, B a C. Kromě těchto základních parametrů se mohou stanovovat další parametry, které jsou důležité pro pekařskou kvalitu (lepek a gluten index, vaznost a objemová výtěžnost).

Teoretická část práce pojednává o botanickém zařazení rodu Pšenice do systému. Dále popisuje morfologii rostliny a anatomickou stavbu obilky. Další kapitoly obsahují jednotlivé jakostní parametry a popisují stručně vybrané charakteristiky vybraných odrůd. Poslední kapitola v teoretické části je věnována problematice reologie a reologických přístrojů.

Praktická část práce se zabývá zjišťováním kvalitativních parametrů u vybraných pekařských odrůd. Tyto odrůdy byly podrobeny analýze na vybraných typech reologických přístrojů, konkrétně se měření prováděla na farinografu, extenzografu a alveografu a dále byl proveden pekařský pokus.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 BOTANICKÁ A BIOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PŠENICE

Pšenice (*Triticum*) je rod jednoděložných rostlin z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) s přibližně 20 druhy. Zahrnuje jak šlechtěné, tak planě rostoucí druhy. Pšenice jsou jedny z nejstarších rostlin pocházejících z jihozápadní Asie [1]. Zařazení pšenice do rostlinné říše je uvedeno v Tab. 1.

Tab. 1. Vědecká klasifikace (Linné, 1753) [2]

Říše	rostliny ( <i>Plantae</i> )
Podříše	cévnaté rostliny ( <i>Tracheobionta</i> )
Oddělení	krytosemenné ( <i>Magnoliophyta</i> )
Třída	jednoděložné ( <i>Liliopsida</i> )
Čeleď	lipnicovité ( <i>Poaceae</i> )
Rod	Pšenice ( <i>Triticum</i> )

### 1.1 Botanická charakteristika pšenice

Nejvíce ve světě i u nás pěstovaným druhem je pšenice setá (*Triticum aestivum* L.). Pšenice setá má ozimou i jarní formu. V ČR se více pěstuje forma ozimá (cca 94 % ploch). Pšenice setá vznikla pravděpodobně ze špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách: *lutescens*, *millurum*, *ferrugineum* a *erythrospermum*. V České republice převažují odrůdy patřící do variety *lutescens* [1].

Podle počtu chromozomů se pšenice dělí do tří skupin:

- 1) Diploidní pšenice ( $2n = 14$ ): pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum* Scheim), pšenice kulturní jednozrnka (*Triticum monococum* L.)
- 2) Tetraploidní pšenice ( $2n = 28$ ): pšenice planá dvouzrnka (*Tritium dicocoides* L.), pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoceum* Schrank), pšenice Timofejevova (*Triticum timopheevi*), pšenice naduřelá (*Triticum turgidum* L.), pšenice polská (*Triticum polonicum*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum*)
- 3) Hexaploidní pšenice ( $2n = 42$ ): pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) a pšenice setá (*Triticum aestivum* L) [2]

## 1.2 Morfologický popis pšenice a anatomická stavba obilky

Pšenice setá má nelámaný klas, osinatý nebo bezosinatý, různě hustý. Pšenice mají duté kolénkaté stéblo, které je tvořeno z kolének (nodů) a článků (internodií) [3]. Počet kolének udává i počet listů, které jsou na stéble spirálovitě rozloženy. List pšenice je přisedlý a svou pochvou objímá stéblo. Na přechodu mezi pochvou a čepelí je jazýček a po obou stranách listové pochvy jsou ouška. Podle čepele a pochvy prvního listu lze morfologicky určovat odrůdy již při rozvoji prvního listu na klíčící rostlině. Barva vzcházejících rostlin je zelená [4].

Květenstvím pšenice je složený klas, jehož osou je větveno, na něž svou bází přisedají jednotlivé klásky. U pšenice na každý článek klasového větene přísluší jeden vícekvětný klásek. Klásek tvoří dvě bezosinné plevy a příslušný počet (2 až 5 i více) kvítků, které obaluje z vnější strany plucha, z vnitřní pluška [5]. U osinatých klasů z pluchy vyrůstá osina. Dalšími součástmi kvítků jsou pestíky a tyčinky. Pestík sestává ze dvou péřovitých blizen, pod nimi se nachází semeník. Otvírání kvítku pro jeho opylení zajišťují dvě pleny (lodikuly), které jsou umístěny na spodní straně semeníku z jeho vnější strany. Ze semeníku vyrůstají tyčinky složené z nitek a prašníků, každý se dvěma pouzdry vyplněnými pylem [3].

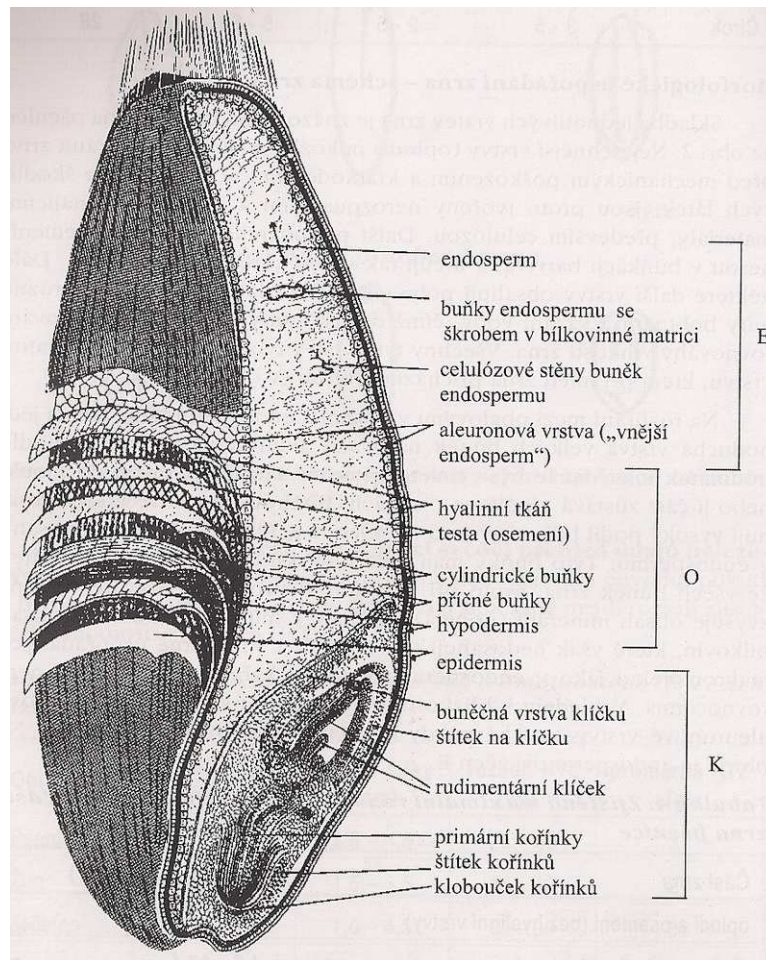
Plodem je obilka, která má tři části: obaly tvoří 8 – 14 % hmotnosti zrna, endosperm (jádro) představuje 84 – 86 % hmot. zrna a klíček (zárodek) tvoří 3 % hmot. zrna [6]. Obilky jsou nahé, buclaté, na řezu oblé, s mírně vystouplým klíčkem, na protilehlé straně ochmýřené. Obilka u nahých pšenic zůstává až do zralosti volná a nesrůstá s pluchou a pluškou. Pšenice, u kterých přirůstá obilka k pluše a plušce, jsou nazývány pšenicemi pluchatými (plevnatými) [2].

Obaly obilky tvoří oplodí (perikarp) a osemení (perisperm) [7], které k sobě těsně přiléhají. Oplodí tvoří pokožka (epidermis), buňky podélné (epikarp), buňky příčné (mesokarp) a buňky hadicové (endokarp) [4]. Osemení je tvořeno vrstvou barevnou a hyalinní (skelnou) [5].

Buňky endospermu na příčném řezu mají tvar nepravidelného trojúhelníku až mnohoúhelníku, jsou vyplněny škrobem [8]. Škrobová zrna jsou různé velikosti, čočkovitého tvaru, soustředěně vrstvená. Mezi endospermem a obaly je vrstva aleuronových buněk, obsahujících bílkoviny, minerální látky, tuky a vitamíny [1]. Endosperm zajišťuje výživu zárodka a

při zpracování tvoří podstatnou složku finálního výrobku (mouky, škroby) a při výživě a krmení je hlavním zdrojem energie a bílkovin [9].

Klíček je oddělen od endospermu štítkem, který obsahuje až 33 % bílkovin. Obsahuje mnoho živin, protože slouží jako zárodek nové rostliny [7]. V klíčku je obsažen tuk, proto se musí před mletím z obilky odstranit, aby v získané mouce nebyl tuk hydrolyzován a nevznikla žluklá chuť [9]. Složení pšeničného zrna je zobrazeno na Obr. 1.

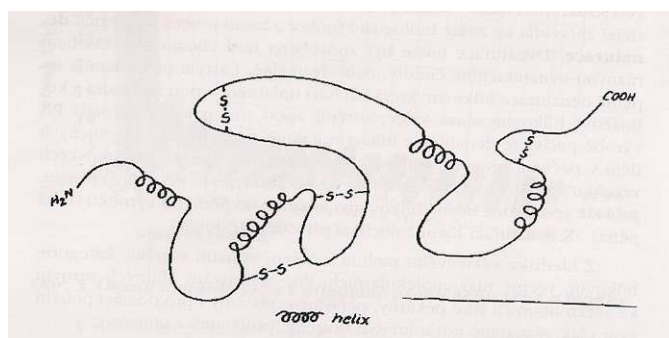


*Obr. 1. Podélný řez pšeničným zrnem. (O – vrstva přicházející při mletí do otrub, E – vrstva přicházející při mletí do mouky, K – vrstva odstraňované s klíčkem) [1]*

## 2 JAKOSTNÍ PARAMETRY PŠENICE OZIMÉ

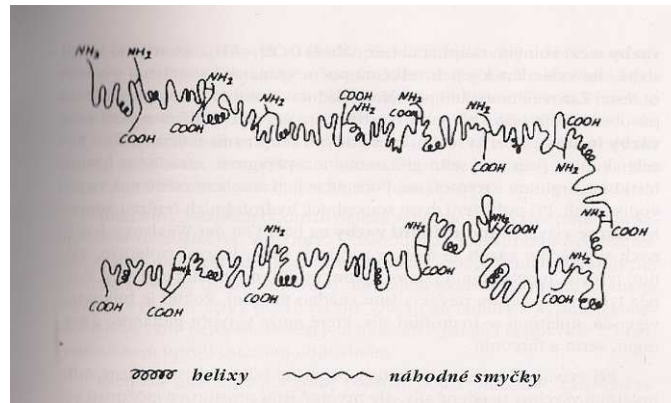
### 2.1 Lepek

Bílkoviny u pšenice se výrazně liší od ostatních rostlinných bílkovin svou schopností tvorby pružného gelu – lepku [10]. Hlavními složkami lepku jsou lepkové bílkoviny gliadin a glutenin [11,12]. Gliadin (viz Obr. 2) je rozpustný ve zředěném etanolu a glutenin v 0,2 % roztoku KOH [13]. Moderními metodami byl gliadin frakcionován pomocí gelové elektroforézy. Získané frakce jsou charakteristické pro každou odrůdu pšenice. Tato metoda proto také slouží k identifikaci jednotlivých odrůd [14]. Lepková bílkovina je charakterizována vysokým obsahem kyseliny glutamové a prolinu. Na druhé straně má lepková bílkovina velmi nízký obsah esenciální aminokyseliny lyzinu [15]. Gluteninová frakce (viz Obr. 3) představuje asi 40 % celkového obsahu bílkovin a je považována za klíčový faktor při výrobě těsta a pečiva. Chemické složení lepku a koloidně chemický stav bílkovin ovlivňují jeho fyzikální vlastnosti a to jsou: bobtnavost, pružnost, tažnost a plasticita [16]. Množství a vlastnosti lepku patří mezi základní ukazatele pekařské jakosti pšenice a jeho stanovení jako tzv. „mokrý lepek“ se provádí ručně vypíráním těsta pod studenou vodou nebo automaticky pomocí přístroje Glutomatic. Vypraný lepek obsahuje průměrně 90 % proteinů, 8 % lipidů a 2 % sacharidů v sušině [14].



Obr. 2. Představa struktury gliadinu [14]

Při zrání a technologickém zpracování mouky podléhá lepek značným změnám, z nichž nejdůležitější je denaturace [17]. Jde o zásadní proměnu bílkovin, kdy globulární struktura se mění na fibrilární a s tím je spojena ztráta pružnosti [12].



Obr. 3. Schematické znázornění modelu propojení složek gluteninu [14]

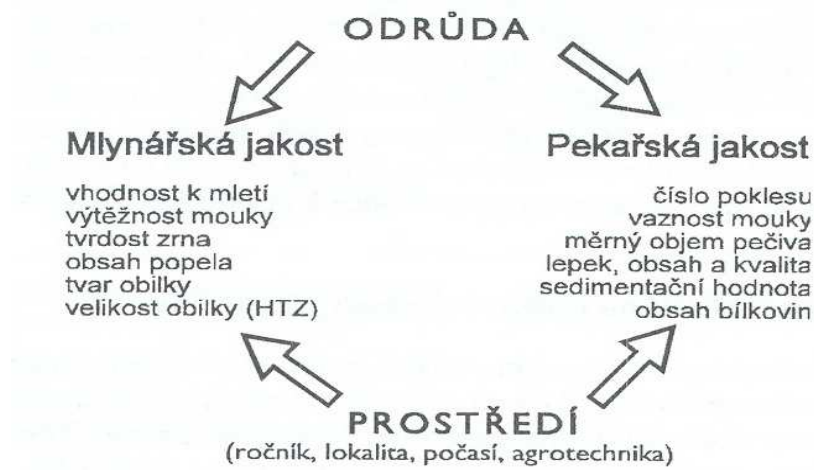
Struktura lepku je tvořena trojrozměrnou sítí peptidických řetězců [10], různým způsobem zřasených a propojených navzájem různými můstky a vazbami, kde určitý význam má i vrstvička lipidů. Rozdíly v uspořádání této struktury se pak považují za příčiny různých vlastností lepku. Největší pozornost byla věnována oxidačně-redukčnímu systému tiol-disulfidu, kdy se při oxidaci tvoří můstky [11].

## 2.2 Kvalita jako odrůdový znak

Kvalita zrna pekárenské pšenice je souhrnem fyzikálních a chemických vlastností zrna [18]. Odrůda patří mezi základní faktory ovlivňující technologickou jakost zrna pšenice jako suroviny pro potravinářskou výrobu. Cílem je zařadit každou odrůdu do přesně definované jakostní kategorie a tím umožnit pěstiteli a spotřebiteli zvolit optimální odrůdu pro daný užitkový směr [19]. Seznam pěstovaných odrůd je zapsán ve Státní odrůdové knize ČR [1].

V mnoha znacích se jednotlivé odrůdy výrazně liší, proto je nutno respektovat jejich užitkový směr, požadavky na agrotechniku a pěstitelské podmínky. Rozhodujícím kritériem při výběru odrůdy je užitný směr [1]. Na Obr. 4 je znázorněn vliv prostředí a odrůdy na mlynářskou a pekařskou jakost pšenice.





Obr. 4. Vliv prostředí a odrůdy na mlynářskou a pekařskou jakost pšenice [21]

Z hlediska možnosti využití lze pšenici rozdělit do následujících skupin:

- pro pečivářenské využití: výroba sušenek a keksů
- pro pekárenské využití: výroba kynutých těst
- pro produkci škrobu
- pro produkci ethanolu
- pro krmné účely [18]

V Tab. 2 jsou uvedeny základní rozdíly v požadavcích na jakost pšenice určené k pekařským a pečivářským účelům.

Tab. 2. Srovnání ukazatelů jakosti pro pekařské a pečivářské účely podle požadavků ČSN 46 1100-2 [1]

ukazatel jakosti	pekařské účely	pečivářské účely
vlhkost (%)	max.14	max.14
objemová hmotnost ( $\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ )	min.76	min.76
příměsi a nečistoty (%)	max.6	max.6
z toho nečistoty	max.0,5	max.0,5
Zeleného test (ml)	min.30	max.25
číslo poklesu (s)	min.220	min.220
obsah N-látek v sušině	min.11,5	max.11,5

Základní užitkový směr, který se sleduje u všech registrovaných odrůd, je jejich pekárenská jakost. Pro zařazení odrůdy do jakostní skupiny je rozhodujících šest základních parametrů.

- objemová hmotnost
- obsah bílkovin
- hodnota sedimentačního testu podle Zelenyho
- číslo poklesu
- měrný objem pečiva
- vaznost mouky [20]

Podle těchto parametrů se pšenice dělí do 4 jakostních skupin:

- E (elitní pšenice) – nejlepší, ve všech znacích vynikající, obecně by měly sloužit k vylepšování jakosti suroviny
- A (kvalitní pšenice) – ve všech parametrech vyhovují
- B (chlebová pšenice) – některý z parametrů může být na hranici, v méně příznivých ročnících se očekává, že nesplní požadavky pro pekárenskou pšenici
- C (odrůdy nevhodné pro pekárenské využití) [21]

V Tab. 3 jsou uvedeny minimální hodnoty nejdůležitějších jakostních parametrů, které slouží k zařazení odrůd do jednotlivých jakostních skupin.

*Tab. 3. Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do jakostní skupiny [18]*

parametr	E	A	B	C
objemová výtěžnost (ml)	530	500	470	-
obsah N-látek (%)	12,6	11,8	11,0	11,0
Zelenyho test (ml)	49	35	21	20
číslo poklesu (s)	286	226	196	170
objemová hmotnost (g.l <sup>-1</sup> )	790	780	760	740
vaznost mouky (%)	55,4	53,2	52,1	-

### 2.3 Charakteristika jednotlivých jakostních parametrů

Parametry, které jsou požadovány u surovin určené k pekárenskému zpracování, upravují normy, případně Nařízení komise EU [20].

#### **Objemová hmotnost:**

Dle normy ČSN ISO 7971-2 je objemová hmotnost, vyjádřená v gramech, definována jako hmotnost jednoho litru zrna nasypaného za podmínek zkoušky vyjádřená v gramech [22]. Objemová hmotnost je ukazatelem mlynářské jakosti a souvisí s výtěžností mouky [21]. Závisí na pěstitelských podmínkách, ročníku, zdravotním stavu, polehlosti a odrůdě [20]. Důležitý je termín včasné sklizně, po deštivém počasí objemová hmotnost zralého zrna rychle klesá. V takových ročnících bývá jedním z nejdůležitějších ukazatelů při výkupu potravinářské pšenice [1]. Množství vzorku potřebné pro stanovení objemové hmotnosti v obilním zkoušeči (viz Obr. 5) je asi 1 l [23].



*Obr. 5. Obilní zkoušeč*

*[vlastní foto]*

#### **Objemová výtěžnost (měrný objem pečiva):**

Objemová výtěžnost je stanovena Rapid Mix Testem (pekařský pokus) [24,25]. Představuje hlavní a nejdůležitější kritérium kvality a odpovídá ve velké míře svým významem zařazení odrůd pšenice do kvalitativních skupin pro pekárenské zpracování. Součástí pekařského pokusu je komplexní hodnocení pečiva. Boduje se pružnost, vzhled povrchu a lepidlost

těsta, hnědnutí pečiva, křehkost kůrky, stejnosměrnost pórů, pružnost střídy a chuť pečiva [19].

### **Hrubá bílkovina (HB):**

Obsah hrubé bílkoviny je ovlivněn dusíkatým hnojením, teplotními podmínkami pěstování (v teplejších oblastech je obsah HB vyšší) a ročníkem. Stoupající obsah HB pozitivně působí na chování pečiva při pečení, má vliv na povahu (jakost) těsta a objem pečiva [19]. Nízkým obsahem HB se snižuje tažnost lepku a tím i těsta. Tento efekt má význam při kombinaci schopnosti odrůd a rozdílných vlastnostech těsta [1].

Hodnotu hrubé bílkoviny lze získat pomocí NIR spektrometrie na přístroji Inframatic 8600 (viz Obr. 6).



*Obr. 6. Inframatic 8600*

*[vlastní foto]*

### **Sedimentační index (SEDI):**

Sedimentační index se stanovuje tzv. Zelenyho testem dle ČSN EN ISO 5529 a charakterizuje kvalitu lepkové bílkoviny, pozitivně koreluje s obsahem HB a objemem pečiva [26,27]. Je to výrazně geneticky založený znak, umožňující selektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny [19]. Hodnota sedimentačního indexu udává v mililitrech objem sedimentu, který vznikne za specifických podmínek ze suspenze

zkoušené mouky v roztoku kyseliny mléčné. Z roztoku kyseliny mléčné s přídavkem brom-fenolové modři a zkoušené pšeničné mouky se připraví suspenze. Po určené době protřepávání a klidu se stanoví objem sedimentu vzniklého sedimentací částiček mouky [27].

Hodnotu sedimentačního indexu lze získat pomocí NIR spektrometrie na přístroji Inframatic 8600 (viz Obr. 6).

### Obsah mokrého lepku:

V normě ČSN 46 1011-9 [28] je mokrý lepek charakterizován jako hlavní podíl pšeničné bílkoviny ve vodě nerozpustný, získaný vypíráním zadělaného těsta a zbavený přebytečné vlhkosti ručním nebo mechanickým způsobem.

V současnosti je mokrý lepek jedním z hlavních parametrů hodnocení pšenice [21]. Obsah mokrého lepku lze stanovit na přístroji Glutomatic 2200 (viz Obr. 7) dle ICC Standard No. 155 [29]. Metoda je nenáročná na potřebu chemikálií a je velmi rychlá. Ke stanovení mokrého lepku je potřeba navážit 2 x 10 g pšeničného šrotu nebo mouky, protože přístroj Glutomatic má pravou a levou komoru. Tento přístroj je dvoumístný automatický vypírač lepku, řízený elektronikou, která po vložení vzorků a zapnutí analýzy provede zadělání těsta (20 s.) a vypírání lepku (5 min.) 2 % roztokem NaCl, který odstraňuje vliv různé tvrdosti vody mezi jednotlivými laboratořemi. 30 sekund před ukončením vypírání oznámí Glutomatic 2200 obsluze akustickým signálem blížící se konec vypírání. V případě potřeby je délka vypírání i zadělání těsta nastavitelná [21].



Obr. 7. Přístroj Glutomatic a Centrifuga  
2015 [vlastní foto]

**Lepkový index (GI):**

Lepkový index je definován jako poměr množství lepku, které zůstalo na standardním kovovém síti za přesně definovaných podmínek odstředování, k celkovému množství lepku vloženého na sítko před odstředováním na Centrifuze 2015 (viz Obr. 7). K odstředování se použije celá kulička lepku, tak jak byla vyprána na přístroji Glutomatic (viz Obr. 7). Stanovením lepkového indexu se má posoudit, zda je lepek slabý, střední nebo silný [29].

Metoda stanovení lepkového indexu patří mezi novější metody a dává výbornou možnost velmi rychlé kontroly při přejímce suroviny do mlýna [21].

Podle praktických zkušeností koreluje GI s tažností těsta stanoveného na extenzografu a výsledky do značné míry souhlasí s ručně zjišťovanou tažností lepku. Ani GI ani extenzografická tažnost nevykazují průměrnou lineární korelaci s objemem pečiva. Průměrné hodnoty GI se u hladké mouky pohybují v rozmezí 85 – 95 % [14].

**Číslo poklesu (ČP):**

Podle normy ČSN EN ISO 3093 [30] je číslo poklesu definováno jako celkový čas v sekundách od ponoření viskozimetrické zkumavky do vroucí vody, včetně času potřebného na míchání viskozimetrickým míchadlem specifikovaným způsobem potřebný k poklesu míchadla o určenou vzdálenost ve vodném gelu, připraveného z mouky nebo celozrnného mletého výrobku (šrotu), který je obsažen ve viskozimetrické zkumavce, a kde dochází ke ztekucení [21].

ČP se stalo v Evropě používaným kritériem pro odhalování poškození zásobních látek endospermu pšeničného zrna hydrolytickými enzymy, syntetizovanými v zrně v důsledku startu procesu klíčení zrna v klasu před sklizní vlivem nadměrného příjmu vlhkosti [30]. Je tedy významně ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně, ale také odrůdou [1]. Číslo poklesu u potravinářské pšenice by nemělo klesnout pod hranici 220 s. Hodnota ČP je závislá na činnosti  $\alpha$  amylázy, která svojí činností způsobuje snížení viskozity suspenze šrotu. Mouky s velmi nízkým ČP (100 s a méně) mají velmi vysokou aktivitu  $\alpha$ -amylázy, a tím sklon vytvářet lepkavé a mazlavé těsto. Žádoucí není ani příliš vysoké ČP (350 – 400 s), protože mouky s nízkou aktivitou  $\alpha$ -amylázy mají sklon vytvářet suché těsto i malý objem výrobku [19]. Porostlé zrna má nízké ČP. Nízké ČP snižuje pekařskou kvalitu zeslabením pružnosti střídy pečiva, snižuje schopnost těsta vázat vodu.

Pečivo má obvykle malý objem, nevhodnou vyvázanost, těsto je lepivé a těžko zpracovatelné. Zpravidla bývá poškozena i lepková struktura. ČP patří mezi nejdůležitější znaky kvality při obchodní činnosti. Snížení ČP způsobuje chladno a deště zhruba 14 dnů před sklizní [1]. V Tab. 4 jsou uvedeny hodnoty čísla poklesu a jejich interpretace pro pekařské účely.

V současné době se ke stanovení čísla poklesu používají dva typy přístroje od švédské firmy Perten Instruments – Falling Number 1500 a 1700 (viz Obr. 8). Typ 1700 umožňuje stanovení čísla poklesu současně u dvou vzorků najednou [21].

Tab. 4. Interpretace hodnot čísla poklesu [18]

hodnota čísla poklesu	interpretace pro pekařské účely
pod 150	vysoká aktivita $\alpha$ -amylázy, obilí poškozeno porostlostí. Střída chleba bude mazlavá.
220	limit pro EU intervenční pšenici.
200 – 300	optimální aktivita $\alpha$ -amylázy, neporostlé obilí. Střída chleba bude pravděpodobně velmi dobrá.
300 a více	nízká aktivita $\alpha$ -amylázy. Střída chleba bude drobivá, objem bochníku snížený.



Obr. 8. Falling Number 1700 [vlastní foto]

### Vaznost mouky:

Vaznost mouky je závislá na celkovém obsahu bílkovin a bobtnavosti mokrého lepku. Ovlivňuje výtěžnost a stabilitu těsta. Souvisí s tvrdostí zrna (mouka z tvrdozrnných odrůd vykazuje větší mechanické poškození škrobu a v důsledku toho váže větší množství vody

než měkké pšenice). Vaznost mouky je měřítkem výtěžnosti a stability těsta. Patří mezi důležitá kritéria z pekařského hlediska. Vaznost se stanovuje na přístroji farinograf [19].



### 3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH ODRŮD

Pšenice je naší nejrozšířenější obilninou, tomu odpovídá i vysoký počet registrovaných odrůd. Odrůdy jsou považovány za významný intenzifikační faktor. Správná volba odrůd umožňuje zvýšit ekonomickou efektivnost pěstování obilnin. Při výběru odrůd je nutno brát v úvahu následující kritéria:

- Kvalitu odpovídající záměru uplatnění produkce
- Adaptaci na dané půdně-klimatické podmínky
- Vhodnost pro daný způsob hospodaření na půdě (způsob zpracování půdy a zakládání porostů, termín setí, intenzita hnojení atd.)
- Odolnost proti škodlivým činitelům [31]

Vysoký počet registrovaných odrůd dává možnost sestavení vhodné odrůdové skladby pro konkrétní podmínky zemědělského podniku. Orientace na výsev domácích odrůd spočívá v jejich dobré adaptaci pro podmínky České republiky, výnosové stabilitě a převaze odrůd s dobrou potravinářskou kvalitou [18].

V ČR existuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ), který je pověřen Ministerstvem zemědělství provádět u vybraných plodin pokusy a následně je zařadit podle výsledků do Seznamu doporučených odrůd. Odrůdy jsou nejprve hodnoceny v rámci zkoušek pro registraci ÚKZÚZ. Po registraci odrůdy může udržovatel nebo zmocněný zástupce podat žádost o zařazení do zkoušek pro Seznam doporučených odrůd. Podle délky zkoušení a dosažených výsledků ve zkouškách je pak odrůdě na základě výchozích kritérií pro doporučování přidělena kategorie doporučení [32].

Z hlediska doporučování jsou odrůdy rozděleny do několika kategorií:

- Odrůdy předběžně doporučené – odrůdy nově zařazené do zkoušek pro doporučování s nejméně tříletými výsledky zkoušení
- Odrůdy doporučené – odrůdy zkoušené nejméně čtyři roky a splňující výchozí kritéria pro doporučení
- Odrůdy ostatní – odrůdy nesplňující některé z výchozích kritérií pro doporučení [33]

Dále v textu je uvedena charakteristika odrůd, které byly analyzovány v rámci diplomové práce.

### **Akteur**

Pozdní odrůda středního vzrůstu, vhodná do všech oblastí. Vysoce výnosná především v kukuřičné a řepašské oblasti. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno středně velké.

Riziko: náchylnost k napadení plísní sněžnou, menší odolnost proti napadení padlím travním.

### **Bakfis**

Poloraná odrůda nižšího vzrůstu, vhodná do všech pěstitelských oblastí. Velmi dobře odnožuje, zrno středně velké až malé.

Riziko: menší odolnost proti napadení listovými skvrnitostmi.

### **Baletka**

Poloraná odrůda, vhodná do všech pěstitelských oblastí. Rostliny jsou nízké, velmi dobře odnožují, zrno je středně velké až malé.

Riziko: menší odolnost proti napadení listovými skvrnitostmi a nestabilní číslo poklesu.

### **Bardotka**

Poloraná odrůda, doporučena pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, velmi dobře odnožují, zrno je velké.

Riziko: náchylnost k napadení plísní sněžnou a k poléhání

### **Bohemia**

Poloraná odrůda, doporučena pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou vysoké až velmi vysoké, méně odnožující, zrno je velké.

Riziko: náchylnost k napadení plísní sněžnou.

### **Brilliant**

Polopozdní až pozdní odrůda předběžně doporučená pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou nízké, středně odnožující, zrno je malé.

Riziko: není známo

**Citrus**

Polopozdní odrůda středního vzrůstu, vhodná do všech pěstitelských oblastí. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké.

Riziko: není známo

**Cubus**

Polopozdní odrůda nízkého vzrůstu, vhodná do všech pěstitelských oblastí. Rostliny jsou nízké, středně odnožující, zrno je středně velké.

Riziko: menší odolnost proti napadení komplexem chorob, listovými skvrnitostmi a rzi pšeničnou, náchylnost k napadení fuzariózami klasů.

**Ebi**

Pozdní odrůda vyššího vzrůstu, vhodná do všech pěstitelských oblastí, především do středních a vyšších poloh. Odolná vůči vyzimování a středně k poléhání. Střední odnoživost.

Riziko: menší odolnost ke rzi travní a padlí na listu.

**Eurofit**

Středně raná odrůda vhodná do všech pěstitelských oblastí. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké.

Riziko: menší odolnost proti poléhání.

**Ludwig**

Středně raná odrůda, doporučena pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou velmi vysoké, méně odnožující, zrno je velké.

Riziko: není známo.

**Magister**

Pozdní odrůda. Rostliny jsou vysoké, zrno středně velké až velké.

Riziko: menší odolnost k padlí travnímu.

**Meritto**

Středně raná odrůda. Rostliny jsou vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké.

Riziko: menší odolnost proti poléhání, napadení listovými skvrnitostmi a rzí pšeničnou, náchylnost k napadení plísní sněžnou, nízký obsah dusíkatých látek a nízká stabilita čísla poklesu.

### **Mulan**

Polopozdní odrůda, doporučena ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, velmi dobře odnožující, zrno je středně velké.

Riziko: nestabilní číslo poklesu a objemová hmotnost.

### **Orlando**

Pozdní odrůda, doporučena pro pěstování ve všech oblastech. Rostliny jsou středně vysoké, středně odnožující, zrno je středně velké.

Riziko: náchylnost k vymrzání a nízký obsah dusíkatých látek.

### **Potenzial**

Středně raná odrůda. Rostliny jsou nízkého až středního vzrůstu s vysokou odnožovací schopností. Rostliny vykazují dobrou až velmi dobrou odolnost ke všem významným chorobám pšenice ozimé.

Riziko: není známo

### **Preciosa**

Polopozdní odrůda, vhodná ve všech výrobních oblastech. Rostliny jsou středního vzrůstu s dobrou odnožovací schopností. Středně velké zrno.

Riziko: není známo

### **Rheia**

Středně raná odrůda. Rostliny jsou středně vysoké, méně odnožující, zrno velké.

Riziko: náchylnost k napadení plísní sněžnou, menší odolnost proti napadení padlím travním na listu a poléhání [20, 32].

## 4 ANALÝZA REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ TĚSTA

Reologie je poměrně nové odvětví koloidní chemie, které zkoumá tok vysokomolekulárních látek, jejich plasticitu, viskozitu a elasticitu [19]. Na principu měření reologických vlastností těsta je založena celá řada přístrojů [34]. Některé z nich mají skutečně sledovat jen reologické chování těsta, event. z výsledků usuzovat na vlastnosti mouky nebo zrna. Jiné mají do jisté míry simulovat určité technologické pochody. Cílem těchto měření je na základě reologických měření těsta předvídat chování materiálu v průběhu technologického procesu nebo při operativním řízení výroby, získat podklady k provádění včasných provozních zásahů [14].

Rozdělení přístrojů podle účelu:

- Simulace procesu hnětení a zjišťování chování těsta během hnětení
  - Farinograf
  - Do-Corder
  - Konzistograf
  - Promylograf T 6
  - Mixograf
  - Flourograph E6
- Zjišťování uzančních charakteristik reologického chování těsta
  - Extenzograf
  - Flourograph E7
  - Alveograf
  - Alveokonzistograf
- Zjišťování pekařské kvality přímo pokusným pečením [35,36,37,38]

Dále je uvedena pouze charakteristika přístrojů farinografu, extenzografu a alveografu a pekařského pokusu, které byly v diplomové práci využity.

## 4.1 Farinograf

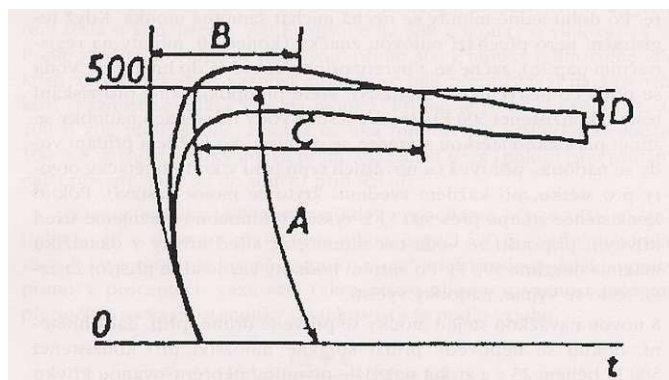
Farinograf (viz Obr. 9) byl vyvinut už na počátku 30. let 20. století spoluprací německého elektrotechnika a fyzika Carla Wilhelma Brabendera s maďarským chemikem Eugenem Hankoczym. Přístroj zaznamenává odpor těsta (změnu konzistence) při hnětení za definovaných podmínek, kterými jsou velikost hnětačky, počet otáček lopatek a teplota [39].



Obr. 9. Přístroj Farinograf [vlastní foto]

Měření na farinografu se provádí dle ČSN ISO 5530-1 [40]. K pšeničné mouce se přidává destilovaná voda ze speciální skleněné byrety s dvojitým cejchováním a automatickým nastavováním nuly do vytvoření těsta maximální konzistence – 500 F.j. (Farinografických jednotek) a těsto se dále hněte po stanovenou dobu. Měří se zásadně v nádobce vytemperované na 30 °C. Objem hnětačky je 50 g nebo 300 g mouky. V hnětací nádobce jsou dvě protisměrně se otáčející lopatky ve tvaru písmene Z s poměrem otáček 3:2 [14,39]. Průběh hnětení se registruje v podobě farinografické křivky [19], která je uvedena na Obr. 10.

Množství vody přidané k mouce, potřebné k dosažení maximální konzistence, se označuje jako farinografická vaznost mouky. Vyjadřuje se v procentech, vztažených na hmotnost mouky, a má přímý vztah k výtěžnosti těsta a výtěžnosti pečiva. Silné pekařské mouky mají vaznost kolem 58 % a více. Mouky vyrobené z měkkých pšeníc vykazují vaznost mírně nad 50 %. Mouky vyrobené z pšeníc nevhodných pro pekařské účely mohou mít vaznost jak velmi nízkou, tak velmi vysokou – nad 60 %, v závislosti na tvrdosti zrna pšenice [21].



Obr. 10. Farinografická křivka [41]

Ze záznamu farinografické křivky se odvozují následující znaky:

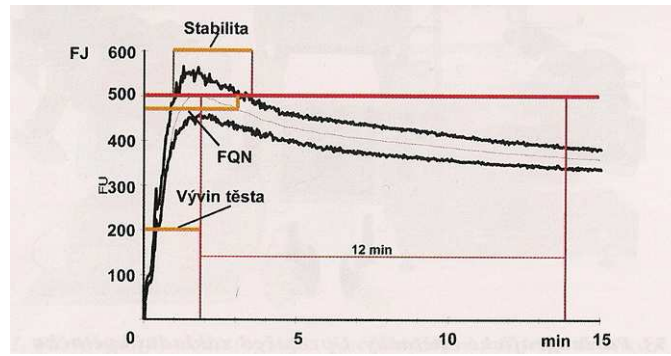
**Vývin těsta:** udává dobu v minutách, od počátku přidávání vody až po první známku měknutí těsta, potřebnou k vyhnětení těsta do maximální konzistence. Silné mouky vyžadují dobu hnětení kolem 5 minut a více, středně silné mouky 2 až 3 minuty a slabé mouky, které jsou velmi citlivé ke hnětení, mají dobu vývinu 1 až 1,5 minuty [42].

**Pokles konzistence** (stupeň změknutí těsta): určuje se z rozdílu mezi středem křivky na konci doby vývinu a středem křivky po 12 minutách od konce doby vývinu těsta. Z tohoto údaje lze usuzovat na chování těsta při hnětení a zrání. U středně silných mouk se pokles konzistence pohybuje v rozmezí 60 až 100 F.j. Pekařsky silné mouky vykazují pokles jen mírný, do 50 B.j. Obecně platí, že čím vyšší je hodnota, tím slabší je mouka [39]. S vyšším obsahem bílkovin se tedy snižuje stupeň změknutí těsta. Bylo prokázáno, jak se profil farinografické křivky zvýšil, když se zvýšil obsah bílkovin [43].

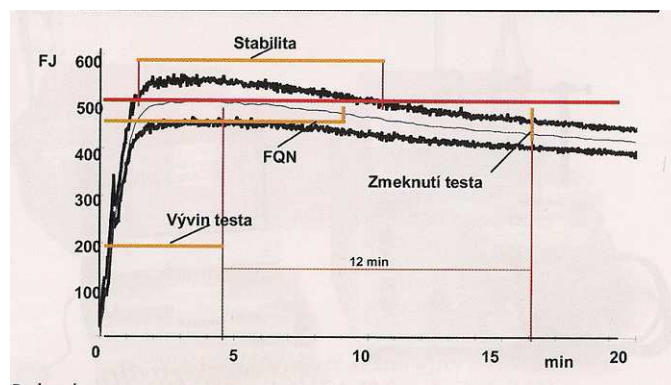
**Stabilita těsta:** čas v minutách od doby, kdy horní linie křivky poprvé překročí konzistenci 500 F.j., do doby, kdy ji překročí naposledy. Kvalitní pekařské mouky se vyznačují dobrou stabilitou, někdy až po celou dobu hnětení, středně jakostní mouky mají stabilitu kolem 5 minut [21].

**Farinografické číslo kvality:** je měřítkem pro kvalitu mouky. Vyjadřuje tvar farinogramu v jediném čísle [44]. Slabá mouka slábne brzy a rychle a vykazuje nízké číslo kvality, zatímco silná mouka slábne později a pomalu a vykazuje vysoké číslo kvality [45].

Na Obr. 11 je farinogram pro slabou mouku a na Obr. 12 pak pro srovnání farinogram pro mouku silnou.



Obr. 11. Farinogram pro slabou mouku [14]



Obr. 12. Farinogram pro silnou mouku [14]

## 4.2 Extenzograf

Princip měření na extenzografu a interpretace výsledků je uvedena v ČSN ISO 5530-2 [46]. Extenzograf (viz Obr. 13) se používá k měření odporu těsta a tažnosti těsta. Extenzograf je vhodný pro posuzování pekařské kvality mouky, nachází široké uplatnění ve mlýnech, pekárnách, při zkoušení zlepšovacích prostředků atd. [21].

Ze získané křivky se vyhodnotí tažnost, odpor a extenzografická energie při třech dobách odležení (45, 90, 135 min) [47]. Čím vyšší je odpor, tím silnější je lepek mouky a tím pevnější a mechanicky odolnější těsto se získá. Mouky s nízkou extenzografickou energií a dostatečnou tažností jsou vhodné pro pečivářskou výrobu [19].

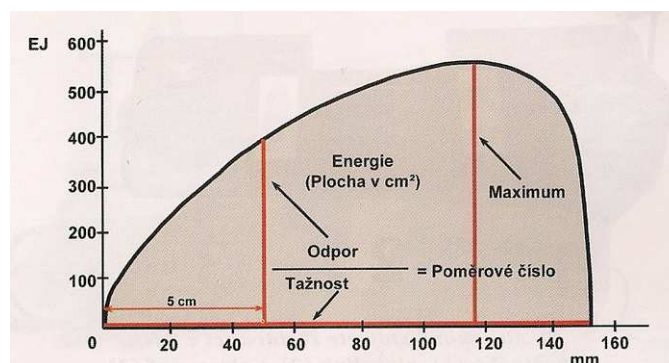




Obr. 13. Příklad Extenzograf [vlastní foto]

Těsto připravené ve farinografické hnětače z mouky, vody, soli a případně dalších přísad se předepsaným způsobem vytvaruje v tvarovacím zařízení, které je součástí extenzografu, do tvaru válečku. Po stanovené době odležení se těsto natahuje hákem přístroje až do přetržení. Poté se těsto znovu spojí, vytvaruje a nechá odležet. Zkouška natahování se opakuje ještě dvakrát [21].

Odpor, který těsto háku klade při natahování, se zaznamenává registračním zařízením přístroje. Výsledný záznam se nazývá extenzografická křivka [39], která je znázorněna na Obr. 14.



Obr. 14. Extenzografická křivka [48]

Z grafického záznamu se určují tyto charakteristiky:

**Extenzografické maximum:** výška křivky v nejvyšším bodě udávaná v E.j. (extenzografických jednotkách). Nízké maximum je typické pro velmi slabé mouky.

Těsto připravené z takové mouky je roztékavé a lepivé. Vytvarovaný těstový kus špatně drží tvar. Vysoké maximum svědčí o pevném, málo tažném lepku. Kvalitní mouky vykazují maximum kolem 450 až 600 E.j. Výrazného zvýšení maxima se dosáhne přidávkem oxidačních látek [42].

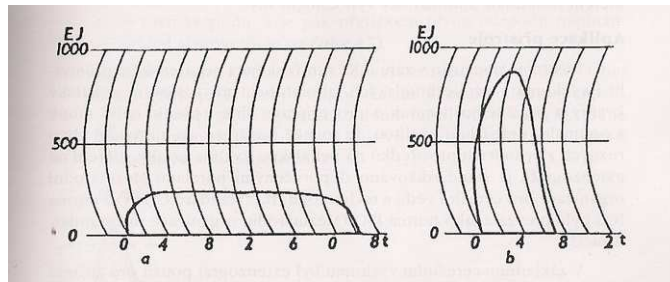
**Odpor těsta:** výška křivky po 5 cm od počátku natahování těsta, udává se v E.j. Představuje sílu, kterou těsto působí proti natahování. Jeho význam je obdobný maximu s tím, že rozdíly u vzorků různé jakosti nejsou tak výrazné jako u maxima [49].

**Tažnost těsta:** délka křivky od počátku natahování do přetržení těsta, měřená na nulové základně. Udává se v mm. Optimální tažnost u neupravených mouk pro pekařské užití se pohybuje kolem hodnot 160 až 170 mm. Přidávkem oxidačních látek dochází ke snížení tažnosti [19].

**Extenzografický poměr:** vypočítá se z poměru odporu těsta k tažnosti. Charakterizuje spolu s energií chování a stabilitu těsta a dále předpokládaný objem výrobku [50]. Pro pekařské mouky se udává jako optimální hodnota 2 až 2,5; u speciálních mouk může být poměr vyšší nebo výrazně nižší. Mouky s nízkým poměrovým číslem mají obvykle vyšší tažnost a nízký odpor. Těsta z takových mouk snadno povolují a mají sklon k roztékavosti. Mouky průměrné jakosti dávají ext. poměr většinou mírně pod hodnotu 2 [21].

**Extenzografická energie:** plocha, která je ohraničena křivkou a nulovou základnou, udává se v  $\text{cm}^2$ . Energie je měřítkem zpracovatelnosti mouky. Ukazuje, zda těsto bude během zrání a kynutí měknout (povolovat) rychle, nebo zda bude elastické s dobrými zpracovatelskými vlastnostmi. Čím nižší je energie, tím je těsto citlivější k podmínkám zpracování a výsledný objem výrobku je malý. Za pekařsky dobré jsou označovány mouky s energií nad  $110 \text{ cm}^2$ , za limitní se považuje hodnota  $90 \text{ cm}^2$ . Mouky průměrné jakosti se pohybují na této limitní hodnotě [46].

Na Obr. 15 jsou uvedeny extenzografické křivky pro silnou a slabou mouku.



Obr. 15. Ukázka extenzografických křivek pro slabou (a) a silnou (b) mouku [14]

### 4.3 Alveograf

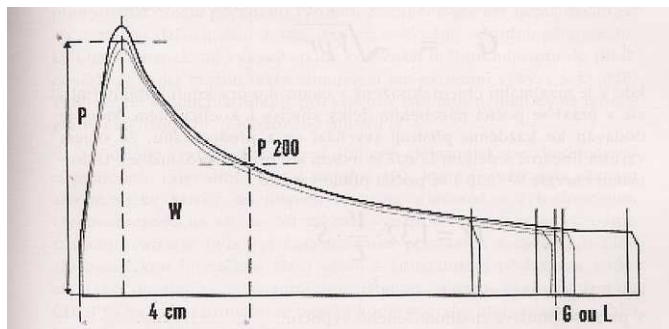
Princip měření na alveografu a průběh zkoušky popisuje ICC č. 121 [51]. Přístroj alveograf (viz Obr. 16) hodnotí změny těsta s konstantním obsahem vody při tzv. biaxiální deformaci (deformace ve dvou směrech) plátku těsta napínaného tlakem plynu. Moderní varianta označená jako alveokonzistograf umožňuje stanovit v části označené jako konzistograf vaznost mouky a následně se připravuje těsto s tzv. adaptovanou hydratací. Tímto postupem získané výsledky deformace lépe odpovídají měření vlastností pšenice na extenzografu [14].



Obr. 16. Přístroj Alveograf  
[vlastní foto]

Alveograf má zabudovanou vlastní hnětačku, která má jednu otáčivou Z-lopátku. Těsto se připravuje s konstantním množstvím vody, bez ohledu na vaznost mouky. Po vyhnětení těsta (po 8 min.) se začne vytlačet tenký plátek z úzké štěrbině ve hnětačce, který se rozválí a vykrojí se z něj kolečko. Takovým způsobem se získá celkem pět koleček, která se umístí do kynárny.

Po uplynutí 20 min. se začnou z jednotlivých plátků těsta nafukovat „bubliny“, a výsledky jsou zaznamenány na monitoru alveografu [19]. Průběh alveografické křivky je znázorněn na Obr. 17.



Obr. 17. Alveografická křivka [14]

Z alveografické křivky se vyhodnocují následující ukazatele:

**Přetlak (P):** charakterizuje pevnost či pružnost lepkové struktury pšeničného těsta [32].

**Délka (L):** je mírou tažnosti těsta. Znamená to, že těsto vlivem těchto viskoelastických charakteristik může odolávat deformaci, aniž by se přetrhlo. Lze předpokládat, že se uvedené vlastnosti lepkových bílkovin uplatní při udržení optimálního objemu kypřících plynů a umožní vznik požadovaného objemu pekařského výrobku [39].

**Deformační energie (W):** plocha pod alveografickou křivkou, která je charakteristikou pekařské síly mouky. Čím nižší je energie, tím je těsto méně odolné a stabilní při zpracování, tzn. citlivější na předávkování vody, přehnětení, nesprávnou dobu fermentace, apod. [21]. Nízkou hodnotu může mít těsto s tuhým, krátkým lepem, které je pekařsky obtížně zpracovatelné a dává malý objem pečiva. Lze předpokládat, že mouky s nízkou hodnotou W a s dostatečnou tažností jsou vhodnější pro výrobu trvanlivého pečiva. Pro výrobu kynutých výrobků je požadovaná pšeničná mouka s alveografickou křivkou současně vysokou i dlouhou [52].

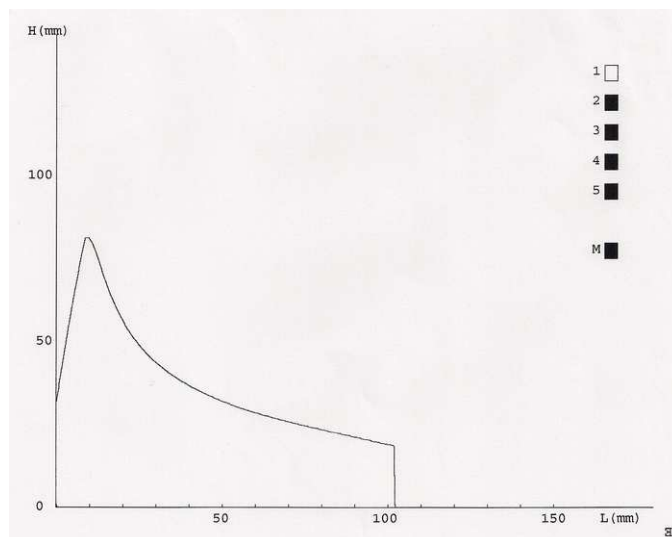
**Poměrové číslo (P/L):** je měřítkem vztahu mezi pružností a tažností těsta. Požadovaná hodnota je závislá na způsobu užití mouky. Za optimální pro pekárenské použití je považováno poměrové číslo v rozsahu 0,4 – 0,9 [53]. Zvyšování P/L je spojeno obvykle s nízkou tažností, zmenšuje se objem a pečivo má hutnou kůrku.

Naopak nízké poměrové číslo charakterizuje příliš tažné nebo naopak pevné těsto s negativním dopadem na zpracovatelnost a spotřebitelskou jakost finálních výrobků [32].

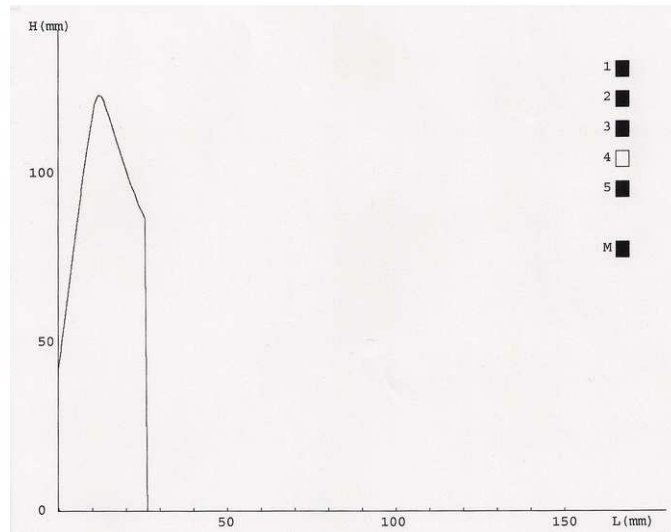
Předností alveografu je rychlost stanovení. Dále se alveograf jeví jako velmi vhodný pro posuzování kvality mouky, používané pro výrobky, u kterých je vyžadována nižší výtěžnost těsta, receptura předepisuje konstantní množství přidané vody – jako jsou těsta pro výrobu krekrů, oplatků, slaných tyčinek apod. [21].

Podle alveografické energie lze odlišit pekařsky silné a slabé mouky a zajistit požadované úpravy těchto charakteristik zlepšujícími přípravky např. přidavkem enzymů nebo kyseliny askorbové [39].

Na Obr. 18 a 19 jsou zobrazeny ukázkové alveografické křivky pro silnou a slabou mouku.



*Obr. 18. Alveografická křivka pro silnou mouku  
[vlastní protokol z alveografu]*



Obr. 19. Alveografická křivka pro slabou mouku  
[vlastní protokol z alveografu]

#### Srovnání alveografu a extenzografu:

I když jsou tyto metody na první pohled podobné, přece zde najdeme rozdílné podmínky přípravy těsta, rozdílné doby odležení a též rozdílné tvary těstových kousků použitých k měření. Vyšší přídavek vody k mouce při extenzografické zkoušce dává předpoklad pro získání volnějšiho těsta. Avšak zároveň vyšší přídavek soli do těsta a kratší doba hnětení způsobují, že výsledné těsto je naopak pevnější, než těsto získané na alveografu. Svoji roli zde hraje i teplota těsta a teplota prostředí.

V dalším kroku se na vlastnostech těsta projevuje i doba odležení, která je v případě alveografu výrazně kratší. Při delší době odležení je těsto více elastické. Výsledkem těchto protichůdných podmínek je praktická nemožnost přímého srovnání získaných záznamů křivek [39]. Srovnání těchto dvou přístrojů je shrnuto v Tab. 5.

Tab. 5. Srovnání přístrojů Extenzograf a Alveograf [21]

	<b>Extenzograf</b>	<b>Alveograf</b>
<b>Přídavek vody</b>	proměnlivý	konstantní
<b>Výtěžnost těsta</b>	proměnlivá (154 – 160)	konstantní
<b>Konzistence těsta</b>	konstantní (500 P.J.)	proměnlivá (600 – 900 P.J.)
<b>Přídavek NaCl na hmotnost mouky</b>	2 %	1,25 %
<b>Doba hnětení</b>	1+3 (3 min. pauza)	1+6 (1 min. pauza)
<b>Tvarování těsta</b>	skulování a vyvalování	vytlačování těstového plátku
<b>Doba odležení těsta</b>	25 min. a 60 min.	21 min. (měření po 28 min. od hnětení)

#### 4.4 Pekařský pokus

Pokusné pečení za definovaných podmínek poskytuje nejúplnější přehled o pekařské síle mouky a dává objektivní možnost posouzení vlivu recepturních složek na charakteristiky finálního výrobku. Pro pokusné pečení musí být obecně definována receptura, použité zařízení a podmínky vedení technologického procesu [53, 54].

Podle metodiky firmy Agrotest fyto s.r.o. se za standardních podmínek připraví těsto ve farinografické míchačce, které se následně rozdělí na tři hmotnostně stejné klonky. Tyto klonky se vloží na 30 min do termostatu (30 °C), kde zrají a poté se na extenzografickém skulovači převálají znovu do klonků a uloží na 50 min do termostatu, kde kynou. Po této době se klonky vsadí do laboratorní pece a pečou se po dobu 20 min při teplotě 220 °C. Po vychladnutí se hodnotí tvar a hmotnost bochníku, barva kůrky, pružnost střídky, výška a šířka bochníku [25].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 5 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo vyhodnotit vybrané kvalitativní parametry 18 odrůd pšenice ozimé.

Pro dosažení tohoto cíle byly stanoveny tyto úkoly:

- Teoreticky popsat vybrané jakostní parametry
- Prakticky stanovit tyto jakostní parametry u vybraných odrůd
- Porovnat získané hodnoty s požadavky uvedenými v ČSN 46 1100-2 či v dostupné literatuře
- Prakticky připravit jednotlivá těsta dle metodiky příslušné normy a podrobit je analýzám na přístrojích farinografu, extenzografu a alveografu
- Provést pekařský pokus

## 6 METODIKA

### 6.1 Použité chemikálie, přístroje a pomůcky

#### Chemikálie:

Chlorid sodný p.a. (Lach-Ner, s.r.o., Neratovice)

Sacharóza p.a. (Lach-Ner, s.r.o., Neratovice)

Kyselina askorbová (Lach-Ner, s.r.o., Neratovice)

Instantní droždí (S.I. Lesaffre, Francie)

Slad z pšenice

#### Přístroje, pomůcky a software:

Falling Numer 1700 (Perten Instruments, Švédsko)

Obilní zkoušeč OS – 1 (Mezos, spol. s.r.o., Česká republika)

Laboratorní mlýnek na šrot Laboratory mill 3100 (Perten Instruments, Švédsko)

Laboratorní mlýnek na mouku Brabender Quadrumat Junior (Brabender, Německo)

Automatický vypírač lepku Glutomatic 2200 (Perten Instruments, Švédsko)

Odstředivka na lepek Centrifuga 2015 (Perten Instruments, Švédsko)

Inframatic 8600 (Mezos, spol. s.r.o., Česká republika)

Farinograf (Brabender, Německo)

Extenzograf-E (Brabender, Německo)

Alveograf (Chopin, Francie)

Vodní lázeň typ W 16 (Brabender, Německo)

Laboratorní pec (Labor Műszeripari Művek Esztergom, Maďarsko)

Termostat (Chirana, Československo)

Sušárna Venticell (Brněnská medicínská technika a.s., Česká republika)

Software: Brabender® Farinograph (Brabender, Německo)

Farinograph Data Correlation (Brabender, Německo)

Brabender® Extensograph (Brabender, Německo)

Extensograph Data Correlation (Brabender, Německo)

## 6.2 Analyzované odrůdy

V této práci bylo použito 18 odrůd pšenice ozimé ze sklizně 2010. Vzorky byly získány od firmy Agrotest fyto, s.r.o. a od firmy Oseva Ivanovice na Hané. Testovaný soubor 18 odrůd zahrnoval následující odrůdy pšenice ozimé: Akteur, Bakfis, Baletka, Bardotka, Bohemia, Brilliant, Citrus, Cubus, Ebi, Eurofit, Ludwig, Magister, Meritto, Mulan, Orlando, Potenzial, Preciosa a Rheia.

Veškeré analýzy byly prováděny v laboratoři firmy Agrotest fyto, s.r.o., pouze stanovení alveografické křivky bylo provedeno v laboratoři firmy Penam, a.s. Kroměříž.

## 6.3 Použité metody

U všech 18 odrůd byly stanoveny vybrané základní (objemová hmotnost, vlhkost, číslo poklesu, dusíkaté látky, sedimentační index, mokrá lepek a lepkový index) a reologické (farinografická, extenzografická a alveografická křivka) charakteristiky a dále byl proveden pekařský pokus.

Před mletím na mouku byly pšenice nakrápěny na vlhkost 16 %. Po nakropení a promíchání se nechaly odležet do druhého dne a pak byly pomlety v souladu s požadavky jednotlivých metodik.

### 6.3.1 Stanovení analytických ukazatelů

#### Stanovení vlhkosti:

Postupuje se podle normy ČSN ISO 712 [23]: vzorek mouky odvážený s přesností na 0,001 g se suší v kovových miskách s víčkem při teplotě  $130 \pm 3$  °C po dobu  $90 \pm 5$  min.

Po skončení sušení a vychladnutí na laboratorní teplotu se vzorek zváží s přesností na 0,001 g. Stanovení bylo provedeno 2x pro každý vzorek.

#### **Stanovení objemové hmotnosti:**

Stanovení se provádí podle normy ČSN EN ISO 7971-2 [22] za pomoci obilného zkoušeče. Zařízení je složeno z odměrné nádoby s prstencem, násypky, plniče, nože, běhounu a příru-  
by. Stanovení bylo provedeno 2x pro každý vzorek.

#### **Stanovení čísla poklesu:**

Metoda se provádí podle normy ČSN EN ISO 3093 [30] na přístroji Faling Number 1700, který je dvojkomorový. Číslo poklesu je založeno na měření rychlosti ztekucení škrobu působením amylázy obsažené ve vzorku. Číslo poklesu se stanoví jako celkový čas v sekundách, který uběhne od ponoření viskozimetrické zkumavky se vzorkem do vroucí vody až do poklesu míchadla o určenou vzdálenost. Čas zahrnuje také dobu potřebnou na míchání gelu viskozimetrickým míchadlem [39]. Stanovení bylo provedeno 2x pro každý vzorek.

#### **Stanovení lepku a lepkového indexu:**

Metoda spočívá v přípravě mokrého lepku, který se získá vypíráním na přístroji Glutomatic 2200 a následně odstředováním na Centrifuze 2015 podle ICC 155 [29]. Stanovení bylo provedeno 2x pro každý vzorek.

#### **Stanovení sedimentačního indexu:**

Hodnota sedimentačního indexu byla získána metodou NIR (spektrometrie v blízké infra-  
červené oblasti) na přístroji Inframatic 8600. Stanovení bylo provedeno 1x pro každý vzorek.

#### **Stanovení N-látek:**

Hodnota N-látek byla získána metodou NIR spektrometrie na přístroji Inframatic 8600. Stanovení bylo provedeno 1x pro každý vzorek.

### 6.3.2 Stanovení reologických ukazatelů

#### Stanovení farinografické křivky:

Měření bylo provedeno podle ICC 115/1 [40] na přístroji Farinograf-E. Součástí stanovení farinografické křivky je i stanovení vaznosti. Které bylo provedeno pro každý vzorek 2x. Nejprve se stanovila vlhkost mouky dle ČSN 56 0512-7 [28]. Do vytemperované hnětačky se nasypalo ekvivalentní množství  $50 \pm 0,1$  g mouky o stanovené vlhkosti a hnětačka se uzavřela. Byreta se naplnila vodou o teplotě  $30^{\circ}\text{C}$ . Po dobu jedné minuty se nechala míchat samotná mouka, poté se začala z byrety připouštět voda do hnětačky, voda se přidala co nejrychleji v množství, které předpokládáme pro získání těsta o konzistenci 500 F.j. S novou navázkou stejné mouky se provedlo i druhé hnětení.

#### Stanovení extenzografické křivky:

Měření bylo provedeno podle ICC 114/1 [46] na přístroji Extenzograf-E. Stanovení bylo provedeno 1x pro každý vzorek. Těsto pro měření se připravilo ve farinografické míchačce. Ke stanovení extenzografické křivky se nasypalo ekvivalentní množství  $300 \pm 0,1$  g mouky a z byrety se přidávala vytemperovaná voda o teplotě  $30^{\circ}\text{C}$ . Poté se těsto rozdělilo na dva 150 g klonky, které se na extenzografickém skulovači vytvarovaly do bochánků. Poté se z bochánků na skulovači vytvořily dva válečky. Zformované válečky se umístily do podložního žlábků a na obou okrajích se shora zajistily nasazením krytu s několika zuby. Žlábek i s těstem se umístil do temperovaného prostoru extenzografu a nechal se odležet 45 min. Po této době se žlábek s těstem umístil na vahadlo extenzografu a spustil se hák, který těsto přetřhl. Poté se těsto znovu skulovalo a vyvalovalo a znovu se nechalo odležet 45 min a následně napínalo hákem. Měření probíhalo po 45 min, 90 min a 135 min. Všechny tři ex. křivky byly vyhodnoceny počítačem.

#### Stanovení alveografické křivky:

Měření bylo provedeno podle ICC 121 [51] na přístroji Alveograf. Stanovení bylo provedeno 1x pro každý vzorek. Do hnětačky alveografu se nasypalo  $250 \pm 0,1$  g mouky a z byrety se přidávala vytemperovaná voda o teplotě  $30^{\circ}\text{C}$ , dle stanovené vlhkosti mouky ČSN 56 0512-7 [28]. Po vyhnětení těsta po 8 min se přeplo na zpětný chod a vytlačilo se pět plátků těsta. Tyto plátky se vyválily válečkem a umístily do kynárny, která je součástí alveografu. Po odležení se plátek umístil nad kruhový otvor, kterým byl zesponu přiváděn přetlakový plyn. Plátek těsta byl přetlakovým plynem napínán až do prasknutí bubliny.

Celý postup napínání se prováděl pro každý plátek zvlášť. Poté se křivky zprůměrovaly do jedné výsledné.

### 6.3.3 Pekařský pokus:

Měření bylo provedeno podle ICC 131 [25]. Stanovení bylo provedeno 1x pro každý vzorek. Těsto se připravilo smícháním recepturních surovin ( $300 \pm 0,1$  g mouky, sacharózy, soli, vody, kyseliny askorbové, sušeného droždí a sladu) ve farinografické míchačce. Z těsta se vytvořily tři hmotnostně stejné klonky a vložily se na 30 min do termostatu, kde zrály. Poté se klonky pomocí extenzografického skulovače zpracovaly na bochánky a vložily se na 50 min do termostatu, kde kynuly. Poté se vložily do zapálené laboratorní pece, kde se pekly při teplotě  $240^{\circ}\text{C}$  po dobu 20 min. Po vyjmutí z pece a vychladnutí se hodnotily jednotlivé bochánky. U pekařského pokusu byla hodnocena hmotnost upečených bochníků, výška a šířka bochníků, tvar bochníku (vyklenutý, středně vyklenutý nebo plochý), barva kůrky po upečení (tmavá, normální a světlá) a struktura střídý (pružná, nepružná, lepivá, nelepivá)

## 7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Největší vliv na kvalitu pěstované pšenice má především odrůda, minerální výživa, klimatické podmínky ročníku a agrotechnika [49].

O zařazení odrůdy pšenice do kategorie pšenice potravinářské podle normy ČSN 46 1100-2 [21] rozhoduje technologická jakost. Ta je ovlivněna řadou faktorů, které je možno shrnout do dvou základních skupin:

- Odrůda, která dominantním způsobem ovlivňuje některé parametry jakosti potravinářské pšenice
- Agroekologické vlivy, které v některých ročnících a při nedodržení přesných agroekologických postupů mohou výrazně negativně ovlivnit výslednou jakost [33]

Komerční pšenice dodávané do mlýnů jsou zpravidla různorodou směsí s převažujícím zastoupením ozimých odrůd ze tříd A a B, kterých je v seznamu schválených odrůd nejvíce [49].

Výsledky stanovení vybraných analytických parametrů u jednotlivých odrůd jsou uvedeny v Tab. 6 a v Tab. 7 jsou pak vypočítány minimální, maximální a průměrné hodnoty těchto parametrů.

Tab. 6. Výsledky stanovení základních analytických ukazatelů

odrůda	vlhkost (%)	OH (kg.hl <sup>-1</sup> )	ČP (s)	Lepek (%)	GI (%)	SEDI (ml)	N-látky (%)
Akteur	13,8	69,4	404	30,1	99	48	13,4
Ebi	14,2	73,3	392	25,6	99	45	12,3
Eurofit	13,8	74,8	371	22,3	98	32	11,6
Bakfis	13,9	73,6	366	26,6	98	36	12,4
Cubus	13,9	73,8	297	24,8	89	35	12,2
Ludwig	14,1	74,7	296	21,6	99	42	13,4
Meritto	13,8	69,6	399	32,5	69	34	10,1
Rheia	14,1	72,6	353	33,6	66	36	10,5
Magister	15,0	80,4	375	30,4	97	29	12,3
Potenzial	15,1	80,4	381	29,4	98	39	11,8
Brilliant	13,0	80,9	449	23,8	96	32	11,5
Citrus	14,6	78,9	381	29,7	99	41	12,6
Baletka	14,2	75,9	353	24,0	97	23	10,3
Orlando	13,6	79,4	351	34,0	95	26	10,5
Bohemia	13,8	77,8	365	30,6	90	46	12,4
Preciosa	12,1	79,9	210	27,6	92	30	11,9
Bardotka	12,9	80,2	270	27,5	99	33	12,7
Mulan	13,3	75,9	322	28,6	72	29	11,9

Tab. 7. Minimální, maximální a průměrné hodnoty sledovaných parametrů

parametr	min.	max.	průměr
vlhkost (%)	12,1	15,1	13,8
objemová hmotnost (kg.hl <sup>-1</sup> )	69,4	80,9	75,8
N-látky (%)	10,1	13,4	9,9
Sedimentační index (ml)	23	48	32
číslo poklesu (s)	210	449	352
lepek (%)	21,6	34,0	28,4
lepkový index (%)	66	99	87

## 7.1 Vlhkost

Požadavek ČSN 46 1100-2 [21], aby zrno určené pro pekárenské zpracování mělo vlhkost max. 14 %, splnilo 11 vzorků. Zbylých 7 vzorků nevyhovovalo dané normě. Mezi vzorky, které měly nevyhovující vlhkost, patří odrůdy Ebi, Ludwig, Rheia a Baletka (které překročily požadavek daný normou pouze o 0,1 – 0,2 %, což lze považovat za chybu měření) a dále Magister, Citrus, a Potenzial (u kterých byla vlhkost vyšší o 0,6 – 1,1 %). Průměrná hodnota vlhkosti vzorků pšenice byla 13,8 % a splnila tedy požadavky uvedené v ČSN 46 1100-2 [23].

## 7.2 Objemová hmotnost (OH)

Požadavek ČSN 46 1100-2 [21], aby zrno určené pro pekárenské využití mělo objemovou hmotnost alespoň 76,0 kg.hl<sup>-1</sup>, splnilo 8 vzorků a 10 vzorků nevyhovovalo dané normě. Nejnižší hodnotu OH vykazovala odrůda Akteur (69,4 kg.hl<sup>-1</sup>), nejvyšší pak Brilliant (80,9 kg.hl<sup>-1</sup>). Mezi odrůdy, které nevyhovovaly, patří Baletka a Mulan (které nevyhověly pouze o 0,1 kg.hl<sup>-1</sup>, což lze považovat za chybu měření) a dále Akteur, Ebi, Eurofit, Bakfis, Cubus, Ludwig, Meritto a Rheia (které měly OH o 1,3 – 6,6 kg.hl<sup>-1</sup> nižší, než požaduje norma). Celkový průměr OH (75,8 kg.hl<sup>-1</sup>) všech vzorků byl jen nepatrně nižší než je limit pro pekárenskou pšenici uvedený v ČSN 46 1100-2 [21]. Metoda pro stanovení objemové hmotnosti vyžaduje značnou zručnost a z důvodu nedostatečné praxe došlo s největší pravděpodobností k určitému zkreslení výsledků.



### 7.3 Dusíkaté látky (N-látky)

Požadavek ČSN 46 1100-2 [21], aby zrno mělo obsah N-látek min. 11,5 %, splnilo 14 vzorků a 4 vzorky nevyhovovaly. Nejnižší obsah N-látek měla odrůda Meritto (10,1 %), naopak nejvyšší hodnotu odrůda Akteur (13,4 %). Odrůdy Meritto, Rheia, Baletka a Orlando nesplnily požadavek, daný v ČSN 46 1100-2, vykazovaly o 1 – 1,4 % nižší obsah N-látek. Průměrný obsah N-látek (9,9 %) u všech vzorků je sice velmi nízký, ale jak již bylo uvedeno výše, 78 % vzorků splňuje danou ČSN normu.

### 7.4 Sedimentační index (SEDI)

Podle ČSN 46 1100-2 [21], má zrno mít hodnotu SEDI minimálně 30 ml, tomuto požadavku vyhovělo 14 vzorků z 18. Odrůdy Magister, Baletka, Orlando a Mulan vykazovaly o 1 – 7 ml nižší SEDI než požaduje norma. Nejnižší hodnotu SEDI měla odrůda Baletka (23 ml) a nejvyšší Akteur (48 ml). Průměrná hodnota všech analyzovaných odrůd dosáhla 32 ml a vyhověla tedy ČSN 46 1100-2.

Podle [49] ČR v souladu s EU používá pro hodnocení kvality hodnotu SEDI a obsah N-látek místo obsahu mokrého lepku, protože mají vyšší korelační vztah k pekařské kvalitě.

### 7.5 Číslo poklesu (ČP)

Podle ČSN 46 1100-2 [21], má mít zrno hodnotu ČP minimálně 220 s, přičemž tomuto požadavku vyhovělo 17 vzorků. Jedinou odrůdou, která požadavku normy nevyhověla, byla Preciosa (210 s, což lze považovat za chybu měření). Nejvyšší hodnotu ČP vykazovala odrůda Brilliant (449 s). Průměrně dosahovaly odrůdy hodnoty 352 s, což je vysoko nad limitem uvedeným v ČSN 46 1100-2.

Číslo poklesu vyjadřuje aktivitu amylolytických enzymů přítomných v zrně. Normální amylázové aktivitě odpovídají hodnoty cca 220 – 280 s, podle praktických zkušeností se za optimální považuje užší rozmezí (mezi 220 – 250 s) [58]. Všechny odrůdy s výjimkou výše zmíněné Preciosy vykazovaly vyšší hodnotu ČP, než doporučuje [58]. Pouze odrůda Bar-dotka (270 s) splňuje širší rozmezí normální amylázové aktivity.

Zrno s vysokým ČP (nad 300 s) má nízkou aktivitu amylolytických enzymů a jak uvádí [57], aktivitu enzymů zrna je třeba před pekařským využitím zvýšit přidávkem zlepšujících látek. Vysoká hodnota ČP vede k tvorbě suchého těsta, drobné střídy a nízkého objemu bochníku [19].

## 7.6 Mokrý lepek a lepkový index (GI)

Analyzované odrůdy ze sklizně 2010 měly průměrný obsah mokrého lepku 28,4 %. Nejnižší hodnotu vykazovala odrůda Ludwig (21,6 %), nejvyšší odrůda Orlando (34,0 %).

Průměrná hodnota GI byla u analyzovaných vzorků 87 %, což odpovídá publikovaným údajům, které uvádí průměrnou hodnotu GI 85 – 95 % [14]. Nejnižší hodnotu GI vykazovala odrůda Rheia (66 %) a nejvyšší pak odrůdy Akteur, Ebi, Ludwig, Citrus a Bardotka (shodně 99 %). [29] uvádí, že stanovením GI lze zjistit, zda je lepek silný či slabý.

Při stanovení mokrého lepku bohužel docházelo k zaplavování analytické komory a s velkou pravděpodobností tedy byly získány nepřesné výsledky jak při stanovení mokrého lepku, tak i následně GI.

## 7.7 Farinograf

Podle [21] je minimální vaznost pro chlebovou pšenici 52,1 %, což splnily všechny analyzované odrůdy. Průměrná hodnota vaznosti všech vzorků byla 60,2 %. Nejnižší vaznost vykazovala odrůda Akteur (57,8 %) a naopak nejvyšší odrůda Bohemia (64,0 %).

Dále se posuzuje silná a slabá mouka podle doby vývinu těsta [41]. Silné mouky mají vývin 5 min a více. Nejvyšší hodnoty dosáhla opět Bohemia (5,7 min), následovala ji odrůda Meritto (4,3 min). Středně silné mouky mají vývin těsta v rozmezí 2 – 3 min. Do této kategorie patřily zbylé odrůdy. Slabé mouky mají vývin v rozmezí 1 – 1,5 min. Nejnižší dobu vývinu těsta vykazovala odrůda Orlando (1,6 min).

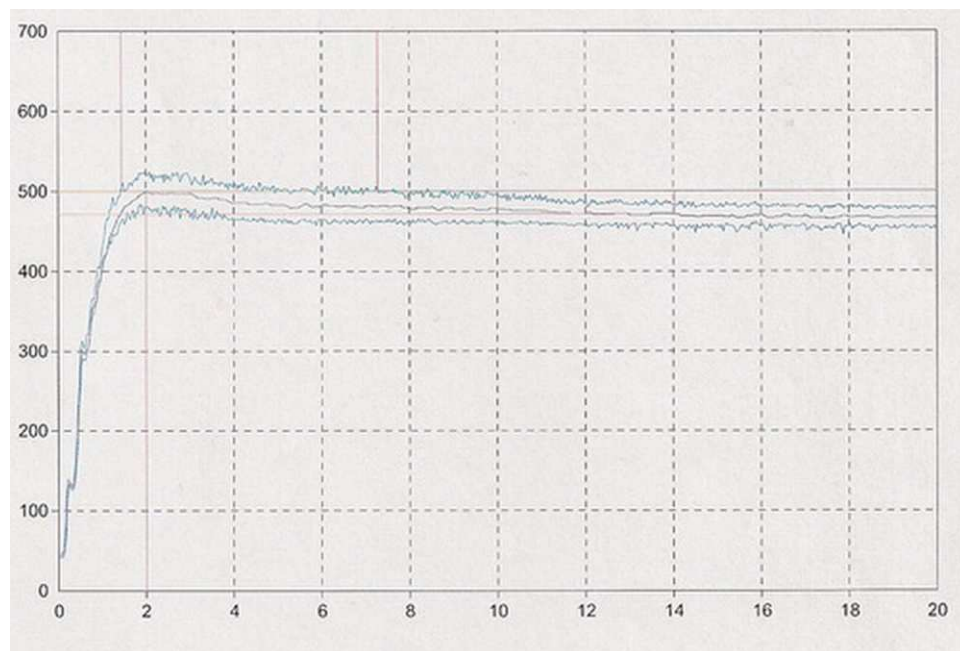
Stupeň změknutí u silných mouk je do 50 F.j. [34]. Tomuto hodnocení vyhověla polovina vzorků (Akteur, Bakfis, Meritto, Rheia, Magister, Potenzial, Brilliant, Citrus a Bohemia). Nejnižší hodnota byla u odrůdy Brilliant (26 F.j.).

Zbylé odrůdy jsou označeny podle stupně změknutí za středně silné. Hodnoty se pohybují v rozmezí 60 – 131 F.j. Nejvyšší hodnotu stupně změknutí měla odrůda Preciosa (131 F.j.).

Farinografické číslo kvality je měřítkem pro kvalitu mouky. Vyjadřuje tvar farinogramu v jediném čísle. Slabá mouka slábne brzy a rychle a vykazuje nízké číslo kvality, zatímco silná mouka slábne později a vykazuje vysoké číslo kvality [45]. Nejnižší hodnotu měla odrůda Orlando (26), naopak nejvyšší hodnotu měly odrůdy Magister a Potenzial (200). Souhrnné výsledky, vyjádřené farinografickým číslem kvality ukázaly, že za pekařsky silnou mouku lze považovat mouky odrůd Bakfis, Meritto, Rheia, Brilliant, Magister, Bohe-mia, Potenzial, Akteur a Mulan. Naopak za slabé mouky lze považovat odrůdy Ebi, Euro-fit, Cubus, Ludwig, Baletka, Orlando, Preciosa a Bardotka.

V Tab. 8 jsou uvedeny výsledky z farinografického měření pro jednotlivé odrůdy.

Na Obr. 20 je ukázka farinografické křivky pro silnou mouku odrůdy Potenzial.



*Obr. 20. Farinogram odrůdy Potenzial*

Tab. 8 Výsledky z farinografického měření

odrůda	vlhkost mouky [%]	vaznost vody [%]	doba vývinu těsta [min]	stabilita [min]	SZ10 [F.j.]	SZ12 [F.j.]	far. číslo kvality
Akteur	13,8	57,8	2,5	9,9	34	50	58
Ebi	14,2	59,2	2,2	2,7	63	75	38
Eurofit	13,8	60,7	1,8	1,4	83	96	28
Bakfis	13,9	60,4	3,0	8,3	29	41	83
Cubus	13,9	60,6	1,9	1,2	87	99	27
Ludwig	14,1	58,2	1,7	1,6	93	105	27
Meritto	13,8	61,4	4,3	3,9	25	46	116
Rheia	14,1	62,0	3,8	4,4	42	59	86
Magister	15,0	60,6	2,2	18,4	18	17	200
Potenzial	14,7	61,7	2,4	17,9	18	15	200
Brilliant	13,2	61,3	2,0	18,4	26	12	159
Citrus	14,6	59,2	1,9	1,9	44	37	36
Baletka	14,2	60,2	2,0	1,6	64	74	39
Orlando	13,6	58,4	1,6	0,9	74	86	26
Bohemia	13,9	64,0	5,7	10,0	12	28	186
Preciosa	12,2	58,0	2,0	1,5	102	131	31
Bardotka	13,0	61,8	2,6	2,0	60	84	54
Mulan	13,3	61,6	2,2	2,6	56	83	60

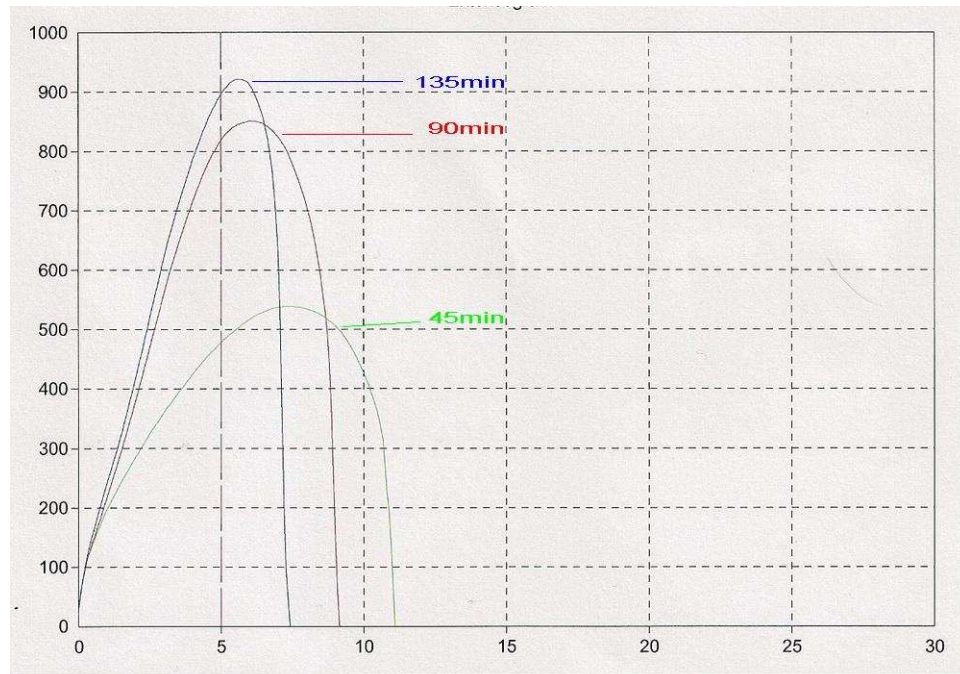
Protokol z farinografického měření odrůdy Potenzial je součástí přílohy P XVIII .

## 7.8 Extenzograf

Pomocí extenzografické křivky lze předem velmi dobře charakterizovat pekařskou kvalitu mouky a těsta. Obecně lze předpokládat, že čím vyšší je extenzografický odpor, tím silnější je lepek mouky, a tím pevnější a mechanicky odolnější těsto získáme. Těsta s vysokým odporem jsou příliš tuhá a v extrémních případech neumožní nakypření výrobku tlakem plynů. U těchto těst je extenzografická křivka krátká a vysoká [14]. Mezi takové odrůdy patří Bardotka, Ebi, Eurofit, Baletka, Citrus, Magister, Potenzial a Brilliant. Odrůdy s nejvyšší hodnotou odporu (Potenzial, Brilliant, Magister a Citrus) při třech dobách odležení (45, 90 a 135 min) měly hodnoty odporu v rozmezí 392 – 932 E.j. Při příliš nízkém odporu je naopak třeba očekávat, že těsto bude rozplývavé a neudrží tvar výrobku a klenutí bochníku. Mezi odrůdy s velmi nízkým odporem patří Preciosa, Rheia a Bakfis, jejichž hodnoty se pohybovaly v rozmezí 224 – 251 E.j.

Obdobně, čím je vyšší extenzografická tažnost, tím tažnější a povolnější těsto získáme. V obou případech však nejsou žádoucí extrémně vysoké hodnoty [14].

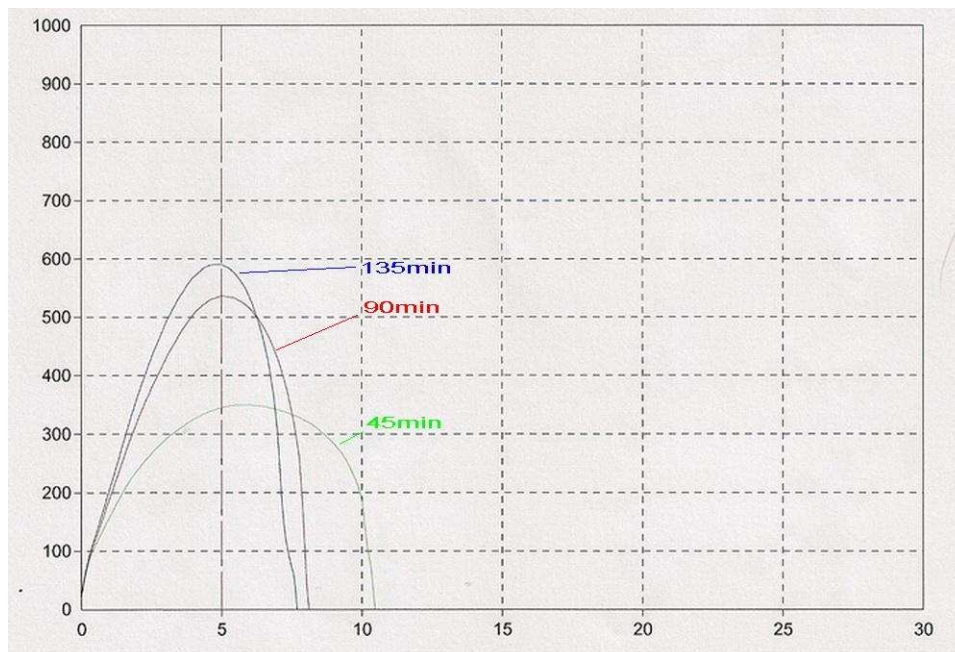
Na Obr. 21 je ukázka vysoké a současně krátké extenzografické křivky odrůdy Brilliant.



Obr. 21. Extenzogram odrůdy Brilliant

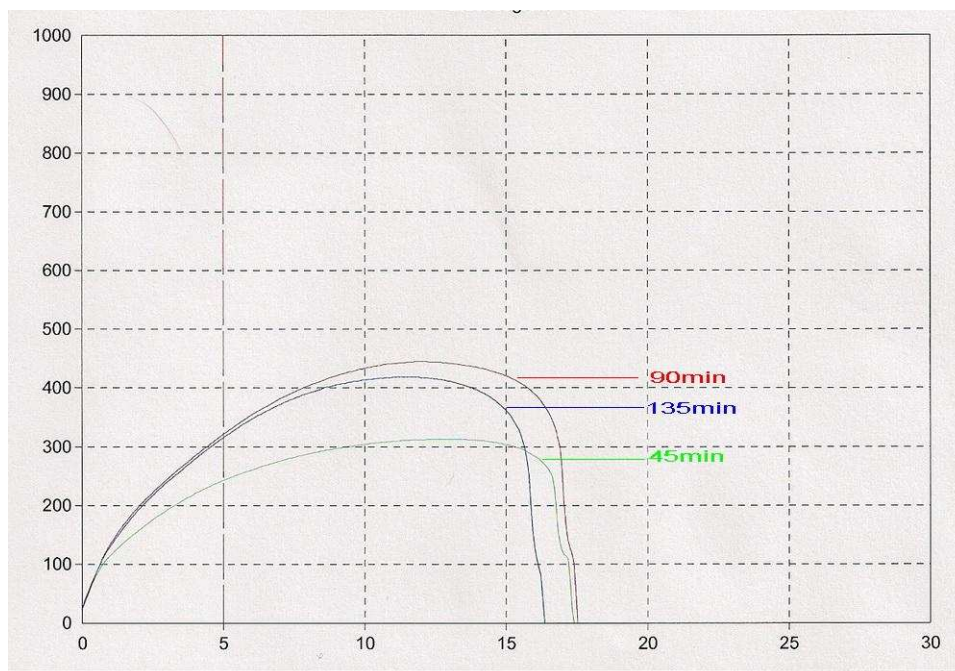
Plocha pod křivkou (energie) je považována za měřítko pekařské zpracovatelnosti těsta. Čím je energie menší, tím je těsto méně odolné a méně stabilní při zpracování. Těsto může být choulostivější na přehnětení a předávkování vody. Nízkou hodnotu energie také může mít těsto z mouky s velice tuhým a krátkým lepkem, který se brzy přetrhne. Takové těsto je rovněž obtížné pekařsky zpracovat a dává malý objem pečiva. U těchto těst je extenzografická křivka nízká a krátká [14]. Mezi takové odrůdy patří Cubus, Ludwig a Orlando. Všeobecně lze předpokládat, že mouky s nízkou plochou pod křivkou (energií) a s dostatečnou tažností jsou vhodnější pro výrobu sušenek a podobných výrobků. Mouky pro výrobu kynutého pečiva (silné mouky) by měly mít křivku současně vysokou i dlouhou, takovou křivku lze považovat za optimální. Těsto je dobře tažné a elastické [48]. Mezi takové odrůdy s optimální křivkou patří Preciosa, Bohemia, Akteur, Bakfis, Mulan, Rheia a Meritto. Těsta s křivkou velmi krátkou dávají menší objem pečiva, neboť buď neudrží kypřící  $\text{CO}_2$  (nízká křivka) nebo jsou tak tuhá, že vzniklý  $\text{CO}_2$  nemá dostatečný přetlak ke zvětšování dutinek v těstě (extrémně vysoká křivka) [14].

Na Obr. 22 je ukázka nízké a současně krátké extenzografické křivky odrůdy Orlando.



Obr. 22. Extenzogram odrůdy Orlando

Na Obr. 23 je ukázka vysoké a současně dlouhé (tzn. optimální) extenzografické křivky odrůdy Bohemia.



Obr. 23. Extenzogram odrůdy Bohemia

V Tab. 9 jsou uvedeny výsledky z extenzografického měření pro jednotlivé odrůdy.

Tab. 9. Výsledky z extenzografického měření

odrůda	energie [cm <sup>2</sup> ]			R50 [BU]			tažnost [mm]			Rmax [BU]			poměr			poměr (Max.)		
Akteur	142	147	157	305	376	422	206	190	180	524	630	656	1,48	1,98	2,35	2,54	3,31	3,65
Ebi	100	132	143	344	474	565	156	152	166	491	676	795	2,20	3,12	3,41	3,15	4,45	4,79
Eurofit	72	98	121	319	509	651	137	125	136	377	616	782	2,33	4,08	4,79	2,76	4,93	5,75
Bakfis	102	112	112	251	295	317	198	205	185	365	423	427	1,27	1,44	1,71	1,84	2,06	2,31
Cubus	69	80	69	317	431	465	153	140	119	353	484	493	2,08	3,09	3,90	2,31	3,47	4,13
Ludwig	58	88	87	263	458	506	144	149	159	300	562	589	1,82	3,07	3,18	2,08	3,77	3,71
Meritto	116	131	129	303	360	410	203	194	172	437	521	554	1,50	1,85	2,38	2,16	2,68	3,22
Rheia	77	107	94	243	323	317	174	176	164	312	445	418	1,40	1,84	1,94	1,79	2,53	2,55
Magister	122	144	184	398	577	706	156	160	151	605	799	967	2,55	3,60	4,69	3,88	4,98	6,43
Potenzial	144	176	174	491	762	932	154	135	117	761	1059	1333	3,19	5,63	7,99	4,94	7,83	11,4
Brilliant	79	95	78	480	823	901	111	92	74	538	852	921	4,32	8,98	12,1	4,84	9,29	12,4
Citrus	136	232	227	392	553	629	165	188	177	653	985	1023	2,37	2,94	3,56	3,95	5,24	5,78
Baletka	74	96	81	442	630	689	119	115	93	485	695	701	3,72	5,50	7,41	4,09	6,07	7,53
Orlando	50	55	54	345	536	589	105	81	77	349	536	591	3,29	6,60	7,64	3,33	6,60	7,66
Bohemia	109	146	141	255	332	366	189	198	185	442	570	589	1,35	1,68	1,98	2,33	2,88	3,19
Preciosa	69	103	88	224	320	306	162	173	165	312	456	407	1,38	1,85	1,85	1,92	2,63	2,47
Bardotka	87	128	131	282	441	577	158	159	142	409	628	733	1,78	2,78	4,06	2,58	3,95	5,16
Mulan	85	85	80	281	329	327	162	149	144	382	424	411	1,73	2,22	2,28	2,36	2,85	2,86

Protokol z extenzografického měření odrůdy Rheia je součástí přílohy P XIX .

## 7.9 Alveograf

Deformační energie  $W$  je charakteristikou pekařské síly mouky, statisticky koreluje s obsahem lepku a s farinografickou vazností. Čím je deformační energie nižší, tím je těsto méně stabilní [14]. Nejnižší hodnotu def. energie měla odrůda Orlando (127 cm<sup>2</sup>), naopak nejvyšší def. energie byla u odrůdy Bohemia (396 cm<sup>2</sup>). Průměrná hodnota def. energie byla 232 cm<sup>2</sup>.

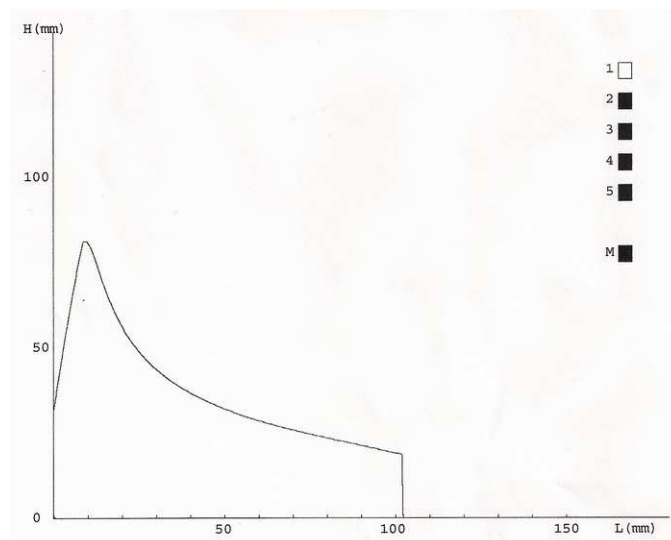
Podle [32] měla odrůda Akteur v období 2006-2009 hodnotu  $W$  270 cm<sup>2</sup>, analyzovaná odrůda Akteur ze sklizně 2010 měla hodnotu  $W$  267 cm<sup>2</sup>, což se téměř shoduje. Odrůda Eurofit v období 2006 – 2009 hodnotu  $W$  239 cm<sup>2</sup>, analyzovaná odrůda Eurofit ze sklizně 2010 měla hodnotu  $W$  204 cm<sup>2</sup>, což je mírný pokles oproti předešlému období.

Mulan v období 2006-2009 měl hodnotu  $W$   $196 \text{ cm}^2$ , analyzovaná odrůda Mulan ze sklizně 2010 měla hodnotu  $W$   $183 \text{ cm}^2$ , což je mírný pokles.

Obecně pro hodnoty přetlaku  $P$  a délky  $L$  platí, že je-li hodnota přetlaku nízká a zároveň hodnota délky vysoká, jedná se o slabé mouky [52]. Do této kategorie patří odrůdy Akteur, Meritto, Rheia, Citrus a Preciosa. Bohužel tyto výsledky moc neodpovídají výsledkům z farinografu a extenzografu. U extenzografu a farinografu byly odrůdy Akteur, Meritto a Rheia stanoveny jako silné mouky. Je-li hodnota přetlaku vysoká a zároveň hodnota délky nízká, pak se jedná o silné mouky [52]. Do této skupiny patří zbylé odrůdy. Nejnižší hodnota přetlaku byla stanovena u odrůdy Preciosa ( $75 \text{ mm H}_2\text{O}$ ) a nejvyšší hodnota u odrůdy Magister ( $142 \text{ mm H}_2\text{O}$ ). Průměrná hodnota přetlaku je  $108 \text{ mm H}_2\text{O}$ . Nejnižší hodnotu délky měla odrůda Cubus ( $28 \text{ mm}$ ) a nejvyšší odrůda Rheia ( $103 \text{ mm}$ ). Průměrná hodnota délky je  $59 \text{ mm}$ .

Optimální hodnota pro poměrové číslo  $P/L$  je v rozmezí  $0,4 - 0,9$  [52]. Do tohoto rozmezí se vešla pouze odrůda Rheia ( $0,87$ ). Zbylé odrůdy byly v rozmezí  $0,93 - 5,04$ .

Na Obr. 24 je ukázka alveografické křivky odrůdy Rheia a v Tab. 10 jsou uvedeny výsledky z alveografického měření pro jednotlivé odrůdy.



Obr. 24. Alveogram odrůdy Rheia



Tab. 10. Výsledky z alveografického měření

odrůda	def. energie W [cm <sup>2</sup> ]	přetlak P [mm H <sub>2</sub> O]	délka L [mm]	poměr. číslo P/L
Akteur	267	79	85	0,93
Ebi	202	117	39	3,00
Eurofit	204	102	51	2,00
Bakfis	238	101	68	1,49
Cubus	141	112	28	4,00
Ludwig	164	99	37	2,68
Meritto	232	94	84	1,12
Rheia	249	90	103	0,87
Magister	284	142	50	2,84
Potenzial	388	138	82	1,68
Brilliant	208	122	42	2,90
Citrus	214	80	70	1,14
Baletka	163	136	27	5,04
Orlando	127	98	30	3,27
Bohemia	396	128	87	1,47
Preciosa	207	75	76	0,99
Bardotka	305	132	56	2,36
Mulan	183	95	52	1,83

Protokol z alveografického měření odrůdy Rheia je součástí přílohy P XX.

## 7.10 Pekařský pokus

Pekařský pokus nám určuje, jaké vlastnosti bude mít z hlediska technologického procesu hotový výrobek. Z tohoto pohledu je tedy metoda pekařského pečení nejvýznamnější ze souboru metod, používaných k hodnocení obilí určeného ke zpracování na mlýnské a následně na pekárenské výrobky. Výsledky pekařského pokusu je obtížné jednoduše kvantifikovat, pro popis se využívá více ukazatelů s různou objektivní mírou přesnosti stanovení [14]. Již při přípravě těsta ve hnětače bylo sledováno chování pšeničného těsta. Pouze u dvou odrůd Meritto a Rheia mělo těsto lepivou konzistenci, zbylé odrůdy byly vyhodnoceny jako nelepivé. Po upečení klonků a následném vychladnutí byly klonky zváženy a nejmenší hmotnost měla odrůda Preciosa (131 g), naopak největší hmotnost měla odrůda Eurofit (141 g). Průměrná hmotnost všech upečených klonků byla 136 g. Dále byla hodnocena výška upečeného klonku, nejmenší hodnotu měla odrůda Potenzial (48 mm), naopak největší hodnotu měla odrůda Meritto (68 mm). Průměrná výška všech klonků byla 58 mm.

Dalším důležitým parametrem byla šířka klonku, zde měla nejnižší hodnotu odrůda Ludwig (105 mm), naopak nejvyšší hodnotu měla odrůda Mulan a Rheia shodně (123 mm). Průměrná hodnota šířky u všech klonků byla 115 mm. Podle tvaru upečeného klonku lze rozdělit odrůdy do dvou skupin na vyklenuté (Akteur, Ebi, Bakfis, Cubus, Ludwig, Meritto, Rheia, Brilliant) a na středně vyklenuté (Eurofit, Magister, Potenzial, Citrus, Baletka, Bohemia, Preciosa, Bardotka, Orlando a Mulan).

Podle barvy kůrky byly odrůdy rozděleny na skupinu s barvou kůrky tmavou (Akteur, Meritto a Rheia), skupinu s normální barvou kůrky (Ebi, Bakfis, Potenzial, Brilliant, Citrus, Bohemia, Preciosa, Bardotka a Mulan), a skupinu s barvou kůrky světlou (Eurofit, Cubus, Ludwig, Magister, Baletka a Orlando). Posledním hodnotícím kritériem byla struktura střídy, kdy všechny odrůdy byly vyhodnoceny jako pružné a nelepivé.

Fotografie upečených klonků z jednotlivých odrůd při pekařském pokusu jsou součástí příloh P I – P XVII. Fotografii klonku z odrůdy Rheia se z technických důvodů nepodařilo pořádit.

V Tab. 11 jsou uvedeny výsledky z pekařského pokusu pro jednotlivé odrůdy.

Tab. 11. Hodnocení pekařského pokusu

odrůda	hnětení	M bochník [g]	výška	šířka	tvar	barva kůrky	struktura střídy
Akteur	nelepivé	139	60	108	vyklenutý	tmavá	pružná nelepivá
Ebi	nelepivé	140	67	115	vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Eurofit	nelepivé	141	57	110	středně vyklenutý	světlá	pružná nelepivá
Bakfis	nelepivé	139	65	107	vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Cubus	nelepivé	140	63	110	vyklenutý	světlá	pružná nelepivá
Ludwig	nelepivé	139	60	105	vyklenutý	světlá	pružná nelepivá
Meritto	lepivé	134	68	120	vyklenutý	tmavá	pružná nelepivá
Rheia	lepivé	136	64	123	vyklenutý	tmavá	pružná nelepivá
Magister	nelepivé	140	52	112	středně vyklenutý	světlá	pružná nelepivá
Potenzial	nelepivé	136	48	118	středně vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Brilliant	nelepivé	132	60	122	vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Citrus	nelepivé	135	56	112	středně vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Baletka	nelepivé	132	54	112	středně vyklenutý	světlá	pružná nelepivá
Orlando	nelepivé	133	55	108	středně vyklenutý	světlá	pružná nelepivá
Bohemia	nelepivé	137	56	116	středně vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Preciosa	nelepivé	131	50	121	středně vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Bardotka	nelepivé	135	53	120	středně vyklenutý	normální	pružná nelepivá
Mulan	nelepivé	136	50	123	středně vyklenutý	normální	pružná nelepivá

## ZÁVĚR

Pšenice je naší nejvýznamnější obilninou. Zaujímá zhruba polovinu plochy obilnin (51 až 52 %) a díky vysoké úrovni i stabilitě výnosů představuje produkční jistotu ve všech výrobních oblastech ČR. Díky obecnému pokroku ve šlechtění a aplikaci moderních pěstitelských technologií poskytuje každoročně kolem 55 % české produkce obilovin.

V této práci byly analyzovány tyto odrůdy: Akteur, Ebi, Eurofit, Bakfis, Cubus, Ludwig, Meritto, Rheia, Magister, Potenzial, Brilliant, Citrus, Baletka, Orlando, Bohemia, Preciosa, Bardotka a Mulan. Všechny sledované odrůdy pocházely ze sklizně 2010. U uvedených odrůd pšenice ozimé byly stanoveny tyto kvalitativní parametry: vlhkost, objemová hmotnost, číslo poklesu, lepek, lepkový index, sedimentační index a dusíkaté látky. Dále byly všechny odrůdy podrobeny analýze na reologických přístrojích, konkrétně na farinografu, extenzografu a alveografu. V závěru práce bylo provedeno pokusné pečení u výše jmenovaných odrůd.

Hodnoty vlhkosti analyzovaných odrůd se pohybovaly v intervalu od 12,1 % do 15,1 %. Nejnižší hodnotu měla odrůda Preciosa, naopak nejvyšší hodnoty dosáhla odrůda Potenzial. U objemové hmotnosti se výsledky pohybovaly v intervalu od 69,4 kg.hl<sup>-1</sup> do 80,9 kg.hl<sup>-1</sup>, přičemž nejnižší hodnoty dosáhla odrůda Akteur a nejvyšší hodnoty odrůda Brilliant. U hodnot čísla poklesu se stanovené výsledky pohybovaly v rozmezí od 210 s do 449 s. Nejnižší hodnotu měla odrůda Preciosa a nejvyšší hodnoty dosáhla odrůda Brilliant. Obsah mokrého lepku u analyzovaných odrůd se pohyboval v intervalu od 21,6 do 34,0 %. Nejnižší hodnotu mokrého lepku měla odrůda Ludwig a nejvyšší odrůda Orlando. U lepkového indexu se hodnoty pohybovaly od 66 do 99 %, přičemž nejnižší hodnota byla u odrůdy Rheia a nejvyšší u odrůd Akteur, Ebi, Ludwig, Citrus a Bardotka. Hodnota SEDI u analyzovaných odrůd se pohybovala v rozmezí od 23 ml do 48 ml, přičemž nejnižší hodnota byla stanovena u odrůdy Baletka a nejvyšší u odrůdy Akteur. U dusíkatých látek se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 10,1 % do 13,4 %, přičemž nejnižší hodnotu měla odrůda Meritto a nejvyšší odrůda Akteur.

Podle základních kvalitativních parametrů lze považovat odrůdy Akteur, Bardotka, Magister i Ludwig za pekařsky velmi dobré odrůdy. Naopak mezi méně kvalitní odrůdy patří Meritto, Rheia a Baletka.

Podle farinografického hodnocení patří mezi silné odrůdy Bohemia, Potenzial, Magister, Meritto a Brilliant, naopak ke slabším odrůdám patří Bardotka, Ebi, Eurofit, Cubus, Ludwig, Baletka.

Podle průběhu extenzografické křivky byly odrůdy Preciosa, Bohemia, Akteur, Bakfis, Mulan, Rheia a Meritto vyhodnoceny jako nejlepší a jsou vhodné pro výrobu kynutých výrobků. U odrůd Cubus, Ludwig a Orlando byla ex. křivka nízká a krátká, což by mělo odpovídat u pekařského pokusu bochníkům s malým objemem a těsto by mělo být tekoucí, ale naopak tyto odrůdy u pekařského pokusu měly tvar vyklenutý a vysoké hodnoty pro výšku upečeného bochníku. U odrůd Citrus, Baletka, Eurofit, Ebi, Bardotka, Magister, Brilliant a Potenzial byla ex. křivka vysoká a krátká, těsto by mělo být tuhé. Přesto odrůdy Brilliant a Ebi podle pekařského pokusu byly hodnoceny jako vyklenuté, vysoké až středně vysoké. U odrůd Bardotka, Eurofit, Baletka, Potenzial, Citrus a Magister odpovídal extenzograf pekařskému pokusu, bochníky byly středně vyklenuté a nízké.

Podle alveografického hodnocení mezi silné odrůdy patří Bakfis, Magister, Potenzial, Bohemia a Bardotka a ke slabším odrůdám patří např. Preciosa, Citrus a Mulan.

Odrůdy Bakfis i Bohemia odpovídají pekařskému pokusu, alveografu, extenzografu i farinografu, byly hodnoceny jako silné mouky. U ostatních odrůd docházelo k menším odchylkám při reologickém měření, např. odrůda Akteur byla silná u extenzografu a pekařského pokusu, ale méně vyhovující u alveografu a farinografického stanovení. Odrůdy Citrus a Baletka byly považovány za nejslabší odrůdy.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ZIMOLKA, J. a kol. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Praha: Profi Press, s.r.o., 2005, 180 s. ISBN 80-86726-09-6
- [2] KOPÁČOVÁ, J. *Anatomie obilky*. [online]. [cit. 2011-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://agronavigator.cz/UserFiles/file/Agronavigator/Kopacova/htm>>
- [3] ANONYM *Morfologie obilnin*. [online]. [cit. 2011-01-12]. Dostupný z WWW: <<http://old.mendelu.cz/~upsr/prezentace/obilniny/contents/morf>>
- [4] ROVENSKÁ, B. *Anatomický atlas pšenice*. Praha: Academia, Nakladatelství československé akademie věd, 1968, 160 s.
- [5] FOLTÝN, J. a kol. *Pšenice*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970, 441 s.
- [6] KUČEROVÁ, J. *Technologie cereálií*. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, 141 s. ISBN 978-80-7157-811-6
- [7] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 189 s. ISBN 978-80-7318-520-6
- [8] PELIKÁN, M. *Zpracování obilnin a olejnin*. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1996, 148 s. ISBN 80-7157-195-4
- [9] ČEPIČKA, J. a kol. *Obecná potravinářská technologie*. Praha: VŠCHT, 1995, 246 s. ISBN 80-7080-239-1
- [10] FABRIANI, G. *Wheat: Chemistry and Technology*. Vol. 1. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1988, 514 s. ISBN 0-913250-65-1
- [11] POMERANZ, Y. *Wheat: Chemistry and Technology*. Vol 2. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1988, 562 s. ISBN 0-913250-73-2
- [12] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Tábor OSSIS, 1999, 352 s. ISBN 978-80-86659-15-2
- [13] VARMAN, A., SUTHERLAND, J. M. *Beverages: Technology, Chemistry, and Microbiology*, Amsterdam: Springer, 1994, 464 s.
- [14] PŘÍHODA, J., HRUŠKOVÁ, M. *Mlynářská technologie (svazek 1) Hodnocení kvality*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2007, 187 s. ISBN 978-80-239-9475-9

- [15] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. 2. vyd. Praha: Academia, 1996. 192 s.
- [16] MURRAY, K., GRANNER, K. D., MAYES, P. A., RODWELL, V. W. *Harperova biochemie*. 23. vyd. Jinočany: Nakladatelství H+H, 2002. 872 s.
- [17] DUCHOŇ, J. *Lékařská chemie a biochemie*. Praha: Avicenum, 1985. 716 s.
- [18] PALÍK, S. a kol. *Metodika pěstování ozimé pečárenské pšenice*. Kroměříž: Agrotest fyto, 2009, 68 s. ISBN 978-80-86888-07-1
- [19] PRUGAR, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2
- [20] AYKROYD, W.R., DOUGHTY, J. *Wheat in human nutrition*. Rome: Food and agriculture organization of the UN, 1970, 163 s.
- [21] HUBÍK, K. *Mlynářská ročenka 1997*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 1997, 224 s.
- [22] ČSN ISO 7971-2 – *Obiloviny – Stanovení objemové hmotnosti – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2010. 14 s.
- [23] ČSN ISO 950 – *Obiloviny (vzorkování) jako zrno – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2010. 12 s.
- [24] EEC 2062/81 – *Rapid Mix Test – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2010. 10 s.
- [25] ICC Standard No. 131 – *Pečárenský pokus*. International Association for Cereal Science and Technology, 2010. 13 s.
- [26] ČSN ISO 5529 – *Pšenice – Stanovení sedimentačního indexu – Zeleného testu – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2000. 9 s.
- [27] DENDY, D.A., DOBRASZCZYK, B.J. *Cereals and Cereal Products. Chemistry and technology*. Gaithersburg: Aspen Publisher, 2001, 429 s.
- [28] ČSN 46 1011-9 – *Obiloviny – Stanovení mokrého lepku – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 1993. 5 s.
- [29] ICC Standard No. 155 – *Stanovení obsahu mokrého lepku a lepkového indexu na přístroji Glutomatic*. International Association for Cereal Science and Technology, 2010. 10 s.

- [30] ČSN EN ISO 3093 – *Pšenice, žito a pšeničná a žitná mouka – Stanovení čísla poklesu – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2010. s. 13
- [31] KŘEN, J. a kol. *Pěstování ozimých obilnin*. Brno: Zemědělský výzkumný ústav KM, s.r.o., Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998, 143 s. ISBN 80-902545-2-7
- [32] HORÁKOVÁ, V., KOPŘIVA, R., MEZLÍK, T. *Seznam doporučených odrůd 2010 a Přehled odrůd 2010*. Brno: ÚKZÚZ, 2010, 227 s. ISBN 978-80-7401-027-9
- [33] HORÁKOVÁ, V., KOPŘIVA, R., MEZLÍK, T. *Seznam doporučených odrůd 2008 a Přehled odrůd 2008*. Brno: ÚKZÚZ, 2008, 213 s. ISBN 978-80-7401-004-0
- [34] HUY, Y.H., CORKE, H., DELEYN, I. *Bakery products: science and technology*. Ames: Blackwell Publishing, 2006, 575 s. ISBN 0-8138-0187-7
- [35] EDWARDS, W.P. *The science of bakery products*. Cambridge: The Royal Society of chemistry, 2007, 259 s. ISBN 978-0-85404-486-3
- [36] AMEMIYA, J. I., MENJIVAR, J.A. Comparison of small and large deformation measurements to characterize the rheology of wheat flour doughs. *Journal of Food Engineering*, 1992, 16, s. 91–108
- [37] STOJCESKA, V., BUTLER, F., GALLAGHER, E., KEEHAM, D. A comparison of the ability of several small and large deformation rheological measurements of wheat dough to predict baking behaviour. *Journal of Food Engineering*, 2007, 83, s. 457–482
- [38] INRANI, D., VENKATESWARA, R.G. Rheological characteristics of wheat flour dough as influenced by ingredients of parotta. *Journal of Food Engineering*, 2007, 79, s. 100–105
- [39] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. *Základy pekárenské technologie*. Praha: Pekař a cukrář s.r.o., 2003, 363 s. ISBN 80-902922-1-6
- [40] ICC Standard No. 115/1 – *Stanovení vaznosti vody a reologických vlastností na přístroji Farinografu*. International Association for Cereal Science and Technology, 2000. 11 s.
- [41] ANONYM, *Popis přístroje farinograf*. [online]. [cit. 2011-04-03]. Dostupný z WWW: <<http://brabender.com/~upsr/prezentace/obilniny/contents/morf>>

- [42] PALÍK, S. *Mlynářská ročenka 2001*. Praha: Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2001, 271 s.
- [43] MIRALBÉS, C. Quality control in the milling industry using near-infrared transmittance spectroscopy. *Food Chemistry*, 2004, 88, s. 621–628
- [44] FU, L., TIAN, J., SUN, C., LI, CH. RUA and Farinograph properties study on blends of resistant starch and wheat flour. *Agricultural Science in China*, 2008, 7, s. 812–822
- [45] JIRSA, O. *Predikce vlastností cereálních surovin, meziproductů a výrobků* (disertační práce), Praha: VŠCHT, 2007, 175 s.
- [46] ICC Standard No. 114/1 – *Stanovení reologických vlastností na přístroji Extenzografu*. International Association for Cereal Science and Technology, 2000. 11 s.
- [47] NOVOTNÁ, A., NOVOTNÝ, R. *Chemické kontrolní metody*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1987, 248 s.
- [48] YOUNG, L.S. *The ICC Handbook of cereals, flour, dough & produkt testing: methods and applications*. Lancaster: DEStech Publication, Inc. 2009, 498 s. ISBN 978-1-932078-99-2
- [49] JUREČKA, D. *Mlynářská ročenka 2005*. Svaz průmyslových mlýnů České republiky, 2005, 240 s. ISBN 80-239-4655-2
- [50] SAHIN, S., SUMNV, S.G. *Physical properties of foods*. New York: Springer Science, 2006, 257 s., ISBN 976-0387-30780-0
- [51] ICC č. 121 – *Stanovení reologických vlastností na přístroji Alveograf - Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 1995. 10 s.
- [52] ANONYM. *Wheat and flour testing method: A Guide to understanding wheat and flour quality, Version 2*. Kansas: Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 2008, 80 s.
- [53] KHALIL, K., P.R. SHEWRY. *Wheat chemistry and technology*. 4. vyd.. Minnesota: AACC International, 2009, 453 s. ISBN 978-1-891127-55-7
- [54] STEFFE, J.F. *Rheological methods in food process engineering*. Michigan: Freeman Press, 1996, 418 s. ISBN 0-9632036-1-4



- [55] PŘÍHODA, J., KREJČÍŘOVÁ L. Uživatelské charakteristiky pšenice a žita ze sklizně 2009. *Obilnářské listy*, 2010, 18, s.17–18
- [56] KULP, K.A, PONTE, J.G. *Handbook of Cereals Science and Technology*. 2. vyd. New York: vydavatelství, 2000, 790 s. ISBN 0-8541-2365-54
- [57] BELDEROK, B., MESDAG, J.A, DONNER, D.A. *Brad-Making. Quality of Wheat: A century of breeding in Europe*. Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, 2000, 416 s. ISBN 0-7923-6383-3
- [58] VACULOVÁ, K., JIRSA, O. Hodnocení kvality zrna vybraných vzorků netradiční pšenice a bezpluchého ječmene. *Obilnářské listy*, 2010, 18, 3, s.71–76

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ČSN	česká technická norma
ČP	číslo poklesu
E.j.	Extenzografické jednotky
F.j.	Farinografické jednotky
GI	Gluten index, lepkový index
HB	hrubá bílkovina
L	délka
NIR	spektrometrie v blízké infračervené oblasti
OH	objemová hmotnost
OV	objemová výtěžnost
P	přetlak
P/L	poměrové číslo
PN	podniková norma
SEDI	Sedimentační index
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
W	deformační energie

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Podélný řez pšeničným zrnem. (O – vrstva přicházející při mletí do otrub, E – vrstva přicházející při mletí do mouky, K – vrstva odstraňované s klíčkem) [1].....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 2. Představa struktury gliadinu [14].....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 3. Schematické znázornění modelu propojení složek gluteninu [14].....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 4. Vliv prostředí a odrůdy na mlynářskou a pekařskou jakost pšenice [21].....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 5. Obilní zkoušeč [vlastní foto].....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 6. Inframatic 8600 [vlastní foto].....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 7. Příklad Glutomatic a Centrifuga 2015 [vlastní foto].....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 8. Falling Number 1700 [vlastní foto].....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 9. Příklad Farinograf [vlastní foto].....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 10. Farinografická křivka [41].....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 11. Farinogram pro slabou mouku [14].....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 12. Farinogram pro silnou mouku [14].....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 13. Příklad Extenzograf [vlastní foto].....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 14. Extenzografická křivka [48].....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 15. Ukázka extenzografických křivek pro slabou (a) a silnou (b) mouku [14].....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 16. Příklad Alveograf.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 17. Alveografická křivka [14].....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 18. Alveografická křivka pro silnou mouku.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 19. Alveografická křivka pro slabou mouku.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 20. Farinogram odrůdy Potenzial.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 21. Extenzogram odrůdy Brilliant.....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 22. Extenzogram odrůdy Orlando.....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 23. Extenzogram odrůdy Bohemia.....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 24. Alveogram odrůdy Rheia.....</i>	<i>56</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Vědecká klasifikace (Linné, 1753) [2].....</i>	12
<i>Tab. 2. Srovnání ukazatelů jakosti pro pekařské a pečivářenské účely podle požadavků ČSN 46 1100-2 [1] .....</i>	17
<i>Tab. 3. Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do jakostní skupiny [18].....</i>	18
<i>Tab. 4. Interpretace hodnot čísla poklesu [18] .....</i>	23
<i>Tab. 5. Srovnání přístrojů Extenzograf a Alveograf [21] .....</i>	39
<i>Tab. 6. Výsledky stanovení základních analytických ukazatelů .....</i>	47
<i>Tab. 7. Minimální, maximální a průměrné hodnoty sledovaných parametrů.....</i>	48
<i>Tab. 8 Výsledky z farinografického měření.....</i>	52
<i>Tab. 9. Výsledky z extenzografického měření .....</i>	55
<i>Tab. 10. Výsledky z alveografického měření.....</i>	57
<i>Tab. 11. Hodnocení pekařského pokusu .....</i>	58

**SEZNAM PŘÍLOH**

- P I Pekařský pokus – Magister
- P II Pekařský pokus – Potenzial
- P III Pekařský pokus – Brilliant
- P IV Pekařský pokus – Citrus
- P V Pekařský pokus – Baletka
- P VI Pekařský pokus – Orlando
- P VII Pekařský pokus – Bohemia
- P VIII Pekařský pokus – Preciosa
- P IX Pekařský pokus – Bardotka
- P X Pekařský pokus – Mulan
- P XI Pekařský pokus – Akteur
- P XII Pekařský pokus – Bakfis
- P XIII Pekařský pokus – Cubus
- P XIV Pekařský pokus – Ebi
- P XV Pekařský pokus – Eurofit
- P XVI Pekařský pokus – Ludwig
- P XVII Pekařský pokus – Meritto
- P XVIII Protokol z farinografu pro odrůdu Potenzial
- P XIX Protokol z extenzografu pro odrůdu Rheia
- P XX Protokol z alveografu pro odrůdu Rheia

**PŘÍLOHA P I: MAGISTER**



## PŘÍLOHA P II: POTENZIAL



**PŘÍLOHA P III: BRILLIANT**





## PŘÍLOHA P IV: CITRUS



**PŘÍLOHA P V: BALETKA**



**PŘÍLOHA P VI: ORLANDO**



**PŘÍLOHA P VII: BOHEMIA**



**PŘÍLOHA P VIII: PRECIOSA**



**PŘÍLOHA P IX: BARDOTKA**



**PŘÍLOHA P X: MULAN**



**PŘÍLOHA P XI: AKTEUR**





**PŘÍLOHA P XII: BAKFIS**



**PŘÍLOHA P XIII: CUBUS**



**PŘÍLOHA P XIV: EBI**



**PŘÍLOHA P XV: EUROFIT**



**PŘÍLOHA P XVI: LUDWIG**



**PŘÍLOHA P XVII: MERITTO**

