

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra agroekosystémů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ROZDÍLY V REOLOGICKÝCH VLASTNOSTECH
RŮZNÝCH DRUHŮ PŠENICE

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Lenka Jordáková

ČESKÉ BUDĚJOVICE, 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka JORDÁKOVÁ**
Osobní číslo: **Z17526**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Rozdíly v reologických vlastnostech různých druhů pšenice**
Zadávající katedra: **Katedra agroekosystémů**

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

Cíl práce: Vyhodnocení rozdílů v reologických vlastnostech různých druhů pšenice na základě protokolů přístroje Mixolab II.. Využití nástroje "profler" pro posouzení vhodnosti jednotlivých druhů pšenice pro vhodné potravinářské výrobky.

- 1. Úvod** - úvod do problematiky
- 2. Literární přehled** - kvalitativní hodnocení zrna pšenice. Požadavky na jakost zrna pro výrobu nejběžnějších cereálních výrobků. Druhy pšenice a jejich aktuální pěstitelský význam.
- 3. Metodický postup** - studium doporučené literatury a zpracování rešerše, vyhodnocení kompletní reologické analýzy na přístroji Mixolab II., simulace vhodnosti zrna jednotlivých druhů pšenice pro různé potravinářské výrobky na základě nástroje "profler". Statistické vyhodnocení dat.
- 4. Výsledková část** - zpracování experimentálních dat získaných při analýzách reologických vlastností různých druhů pšenice. Kritické zhodnocení výsledků nástroje "profler" pro přípravu vhodných výrobků. Definice silných a slabých míst z hlediska možností zpracování zrna jednotlivých druhů pšenice pro potravinářské výrobky.
- 5. Diskuze** - Srovnání výsledků s údaji dostupnými v literatuře
- 6. Závěr** - Shrnutí výsledků
- 7. Seznam citované literatury.**

Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)

Rozsah pracovní zprávy: 50-60 stran včetně příloh

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

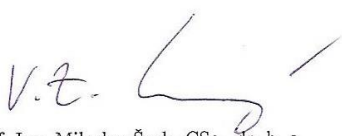
1. Prugar, J. (Ed.) (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha, 327 s.
2. Abdel-Aal, E., Wood, P. (Eds.) (2005): Speciality grains for food and feed. AACCC, St. Paul, Minnesota, USA, 414 s.
3. Databáze orgprints.org
4. Konvalina, P. (Ed.): Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. JU, České Budějovice, 174 s.
5. Moudrý, J., Bárta, J., Bártová, V., Bubeník, J., Diviš, J., Dostálová, R., Hýbl, M., Konvalina, P., Ondřej, M., Peterka, J., Pexová Kalinová, J., Ponížil, A., Seidenglanz, M., Stražil, Z., Šmirouz, P., Štolcová, M., Vaculík, A. (2011): Alternativní plodiny. Profi Press, Praha, 144 s.
6. Příhoda J., Skřivan P., Hrušková M.: Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2004. Str. 121. ISBN 80-7080-530-7
7. Databáze WoS, SCOPUS
8. Aplikační manuál k přístroji Mixolab II.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.


Katedra agroekosystémů

Datum zadání bakalářské práce: 15. března 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2019


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentů 1688, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2018

Prohlášení

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

.....

Datum

.....

Podpis studenta

Poděkování

Mé poděkování patří vedoucímu této bakalářské práce, panu doc. Ing. Petru Konvalinovi, Ph.D., za odborné rady, které mi poskytl, za ochotu zodpovědět veškeré mé otázky, vstřícnost se kterou vystupoval, a především za možnost výběru této práce. Dále mnohokrát děkuji mé kamarádce Karolíně, že mě obrovsky inspirovala a pomohla mi v nejtěžších začátcích. V neposlední řadě bych ráda poděkovala celé mé rodině a lidem žijícím v mé blízkosti za trpělivost a podporu.

Abstrakt

V této bakalářské práci (Rozdíly v reologických vlastnostech různých druhů pšenice) byly porovnány čtyři druhy potravinářské pšenice, jedné z nejpěstovanějších plodin na celém světě. Posouzena byla známá pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) a dále pluchaté pšenice, které jsou pěstovány především v ekologickém zemědělství. Těmi jsou pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.), pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl) a pšenice špalda (*Triticum spelta* L.). Hodnoceno bylo celkem osm odrůd těchto pšenic. Pomocí přístroje Mixolab II a samostatných měřících metod u nich byly zaznamenány reologické vlastnosti a parametry pekařské jakosti. Celkem byla provedena dvě pozorování stejných odrůd obilnin, z nichž každé proběhlo v jiném roce (2014 a 2015). I při takovém měření byly pozorovány určité rozdíly v hodnocených parametrech. Systém Profiler zanesl výsledky do grafu a umožnil porovnat důležité souvislosti a odlišnosti. Na základě těchto skutečností byla vyhodnocena data, která nám potvrdila několik výroků známých autorů. Nejvhodnějším druhem pro pekárenské využití je z hlediska naměřených hodnot pšenice setá. Pšenice špalda nedosahuje tak dobrých výsledků pekařské jakosti, ale mohla by být pro tyto účely využita v určitém poměru ve směsích s pšenicí setou. Současně by došlo k navýšení nutriční jakosti takových výrobků díky vyššímu podílu kvalitních bílkovin obsažených v zrně špaldy. K dosažení lepší jakosti pšenice jednozrnky a dvouzrnky pro výrobu sušenek, oplatků a keksů je vhodné snížit intenzitu pěstování.

Klíčová slova:

jakost obilovin, pšenice setá, pluchaté pšenice, pekárenská pšenice, reologické vlastnosti, Mixolab II

Summary

In this bachelor thesis (Differences in rheological characters of different kinds of wheat) I compared four kinds of the most grown wheat all over the world which is food wheat. I compared as well as common wheat (*Triticum aestivum L.*) and hulled wheats which are primarily planted in ecological farming. Hulled wheats are einkorn (*Triticum monococcum L.*), emmer (*Triticum dicoccum (Schrack) Schuebl*) and spelt (*Triticum spelta L.*). In the end I compared 8 kinds of wheat. I was helped by the device Mixolab II to record rheological characters and bakery quality parameters of these wheat kinds. Researching was done twice with the same variety of samples, but it was planted in different years (2014 and 2015). During the measurement some differences of rated parameters appeared. System Profiler recorded results into graph and was able to compare important context and differences. According to these data a few quotations of known authors were confirmed. The best kind of wheat for bakery is common wheat, Spelt wheat haven't got as good bakery quality as the first one, but it could be used in certain proportion in the mix of common wheat for bakery. At the same time there could be higher nutrition of products like biscuits, wafers and crackers. It would be good to decrease the intensity of planting when using einkorn or emmer wheat to get better quality in that way.

Keywords:

quality of cereals, common wheat, hulled wheats, wheat of bread – making quality, rheological properties, Mixolab II

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Úvod | 10 |
| 2. Literární přehled..... | 11 |
| 2.1. Druhy pšenice a jejich aktuální pěstitelský význam | 11 |
| 2.1.1. Základní druhy | 11 |
| 2.1.2. Další druhy | 13 |
| 2.1.3. Barevné odrůdy pšenice seté | 16 |
| 2.2. Kvalitativní hodnocení zrna pšenice | 18 |
| 2.2.1. Kvalita a její hodnocení..... | 18 |
| 2.2.2. Nutriční jakost..... | 19 |
| 2.2.3. Technologická jakost | 20 |
| 2.3. Požadavky na jakost zrna pšenice pro její další zpracování 21 | |
| 2.3.1. Potravinářská pšenice s pekárenskou jakostí | 22 |
| 2.3.2. Potravinářská pšenice s pečivářskou jakostí..... | 24 |
| 2.3.3. Těstářská pšenice..... | 25 |
| 2.3.4. Krmná pšenice..... | 25 |
| 2.3.5. Pšenice jako surovina pro výrobu škrobu..... | 25 |
| 2.3.6. Pšenice jako surovina pro výrobu bioethanolu | 26 |
| 2.4. Reologie..... | 26 |
| 2.4.1. Definice | 26 |
| 2.4.2. Základní rozdělení | 27 |
| 2.4.3. Struktura moučného těsta..... | 27 |
| 3. Cíle práce | 28 |
| 4. Metodika | 29 |
| 4.1. Mixolab II..... | 29 |
| 4.1.1. Popis přístroje..... | 29 |
| 4.1.2. Funkce..... | 29 |
| 4.1.3. Ovlivnění pomocí přísad, enzymů a přidaných ingrediencí | 31 |
| 4.2. Mixolab Profiler | 31 |
| 4.3. Kompletní reologická analýza..... | 32 |

| | |
|--|----|
| 4.3.1. Pomůcky..... | 32 |
| 4.3.2. Postup práce | 32 |
| 4.3.3. Důležité reologické parametry | 33 |
| 4.3.4. Důležité parametry pekařské jakosti | 34 |
| 4.3.5. Související parametry | 35 |
| 5. Výsledky a diskuse | 36 |
| 5.1. Vyhodnocení parametrů měřených Mixolabem II..... | 36 |
| 5.1.1. Vyhodnocení pekařské jakosti pšeničných druhů..... | 40 |
| 5.1.2. Zhodnocení grafického výkladu nástroje Profiler | 42 |
| 5.1.3. Pšenice jednozrnka | 42 |
| 5.1.4. Pšenice dvouzrnka | 43 |
| 5.1.5. Pšenice špalda | 45 |
| 5.1.6. Pšenice setá..... | 46 |
| 6. Závěr | 49 |
| 7. Seznam použité literatury | 50 |
| 8. Přílohy | 55 |

1. Úvod

Obilniny patří mezi nejvýznamnější plodiny na světě a jejich produkce se stále zvyšuje. V České republice se v současné době pěstují na 1,6 milionech ha ploch, z toho více jak polovinu zaujímá pšenice. Mezi základní obilniny můžeme zařadit pšenici, ječmen, oves, žito, triticales a do vedlejší skupiny patří kukuřice, rýže, proso, čirok, mohár a čumíza. Za zmínku stojí také pseudoobilniny, které se v dnešní době opět navrací na lidské jídelníčky. Patří mezi ně amarant, quinoa a pohanka.

Pšenice se pěstuje ve všech výrobních oblastech mimo horských poloh a zaujímá zhruba 65 % osevních ploch u nás pěstovaných obilnin. Pro člověka představuje z výživového hlediska nejcennější obilninu. Zabezpečuje výživu převážné části lidstva a částečně i hospodářských zvířat. Mimo to je hojně využívána i v průmyslové výrobě například ke zpracování na škrob, ze kterého se vyrábí papír, plasty, lepidla a spousta dalších věcí, se kterými se v běžném životě setkáme.

Díky rozvoji ekologického zemědělství v posledních letech dochází také k navracení se k téměř opomenutým druhům. Pluchaté druhy pšenice jako jsou pšenice jednozrnka, dvouzrnka a špalda, se v tomto směru těší stále se zvětšujícímu zájmu. A to především kvůli nenáročnosti ekologického zemědělství na výši výnosu, snaze o nárůst biologické diverzity a vhodnosti těchto druhů k výživě člověka pro své příznivé složení. Tyto druhy pšenice jsou spolu s ovsem nejčastějšími druhy pěstovanými v ekologickém zemědělství.

Aby bylo možné co nejpřesněji stanovit možnosti využití daných druhů, je třeba dokázat dokonale poznat jejich klady i nedostatky, změřit a porovnat jejich vlastnosti jako je například obsah živin, vzhled, vůně, nebo množství výskytu sledované látky. Dle hodnocených parametrů rozlišujeme různá kritéria kvality. Dělí se na jakost hygienickou, nutriční, sensorickou, technologickou a užitnou. Velmi důležitá je nutriční jakost, pomocí které zjistíme, jakou výživovou hodnotu má vybraný druh pro člověka. Měří obsah sacharidů, bílkovin, tuků, minerálních látek a vitamínů. Význam technologické jakosti spočívá ve zpracovatelnosti produktu a je důležitým prekurzorem pekařské a mlynářské jakosti.

2. Literární přehled

2.1. Druhy pšenice a jejich aktuální pěstitelský význam

Obvykle jsou druhy rozděleny dle počtu chromozomů na:

- diploidní se 14 chromozomy: pšenice jednozrnka planá a kulturní;
- tetraploidní s 28 chromozomy: pšenice dvouzrnka planá a kulturní, pšenice Timofejevova, pšenice tvrdá, pšenice naduřelá, pšenice polská;
- hexaploidní se 42 chromozomy: pšenice špalda, pšenice setá, pšenice nahloučená (Petr a kol., 1997; Moudrý, Jůza, 1998; Graman, 1998).

Dále tyto druhy můžeme rozdělit na pluchaté: pšenice špalda, pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka a nahé: pšenice polská, pšenice setá, pšenice tvrdá, pšenice naduřelá, pšenice nahloučená (Petr, Húska, 1997).

2.1.1. Základní druhy

Pšenice setá (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.)

Pšenice setá má nelámavý, osinatý i bezosinný, různě hustý klas (Petr, Húska, 1997). Ve světě je po kukuřici druhým nejpěstovanějším druhem, u nás činí nejvíce pěstovaný druh, který dosahuje 64,9 % produkce obilnin (Kůst, 2017). Vznikla pravděpodobně ze špaldy, nebo různým křížením a mutacemi (Petr, Húska, 1997). Z hlediska vývoje u pšenice seté rozlišujeme jarní, ozimé a přesívkové formy (Graham, Čurn, 1998; Škeříková a kol., 2009). Přesívky jsou formy, které můžeme vysévat na podzim i na jaře. Tyto formy se od sebe odlišují požadavky na výši teploty a dobu jejího působení v tepelném období (jarovizace) (Graham, Čurn, 1998). Ambrozová (2011) díky své práci zjistila větší výnosový potenciál ozimé pšenice, oproti pšenici jarní. Zapříčiňuje to delší vegetační období, které má pozitivní vliv na jednotlivé výnosové prvky. Ozimé pšenice je na našem území pěstováno 97,5 % z celkové produkce pšenice a u jarních forem je zaznamenáván trvalý pokles (Kůst, 2017).

Pšenice setá je vedle kukuřice nejnáročnější obilninou na živiny a je také velmi náročná na předplodinu. Vyhovují jí teplejší a převážně sušší agroklimatické podmínky. V případě většího množství srážek v období tvorby obilky může dojít ke snížení obsahu lepku a k ovlivnění mlynářské a pekařské jakosti pšenice. Proto máme větší jistotu dosažení požadované jakosti při pěstování v kukuřičné a sušší řepařské oblasti (Petr, Húska, 1997). Vhodnými předplodinami pro pšenici jsou: jeteloviny, luskoviny, olejoviny a okopaniny (včas sklizené – pozdější výsev snižuje výnosnost). Zařazení po nevhodné předplodině (obilnině) zvyšuje riziko vzniku chorob, výskyt škůdců a snížení výnosů (Faměra, 1993 in Slovácová, 2018). Bušo, Hašana, a Bezáková (2018) z Výzkumného ústavu rostlinné výroby na Slovensku ve svém dvanáctiletém pokusu zjistili, že pšenice ozimá dosáhla největšího výnosu při bezorebné technologii v pátém roce pěstování. Zároveň ale udávají fakt, že v závislosti na působících faktorech nelze zcela přesně určit, jaká technologie

pěstování může být nevhodnější (Vedecké práce katedry rostlinnej výroby, 2018). Dle práce Machovcové (2011) u pšenice rozlišujeme tři hlavní užitkové směry, a to pšenici potravinářskou, krmnou a průmyslovou.

Srovnání z let 2015–2017 dokazuje, že v České republice dosahujeme při pěstování ozimé pšenice nižších hektarových výnosů než ve vybraných evropských zemích, což může být způsobeno zhoršením agroklimatických podmínek pro pěstování této plodiny v uplynulých letech. I přes to má ČR lepší ekonomický zisk, než například Dánsko a Polsko, a to především díky nízkým nájemním cenám osevních ploch. Ještě lépe na tom je Francie. Bez dotací by ale ovšem řada zemí nevykazovala vůbec žádný pozitivní ekonomický a účetní zisk (Náglová, Remešová, 2019).

Pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.)

Pšenice tvrdá je druhým nejvýznamnějším druhem rodu *Triticum*. Většina odrůd je jarní formy, jež je odolnější a má vyšší jakost než formy ozimé. Clarke a kol. in Sissons a kol. (2012) uvádí, že nejvíce limitujícími faktory jsou pro ni chlad a sucho, a to především v období dozrávání, a proto je zde snaha o vyšlechtění odolnějších odrůd. Nejvíce využívaná je po celém světě k výrobě těstovin, jejichž spotřeba stále roste. K přípravě chleba a běžného pečiva je méně vhodná, protože má pevný tuhý lepek a tvoří malý objem pečiva. Moudrý a kol. (2011) uvádí, že se využívá i na výrobu kuskusu, nebo sušenek a oplatek. Je odvozena od kulturní pšenice dvouzrnky a její vznik byl velkým pokrokem v nerozpadavosti klasu a v nahosti obilek. Jarní odrůdy se vyznačují nízkou odnožovací schopností a nemají takovou autoregulační a kompenzační schopnost ve srovnání s dalšími odrůdami pšenice obecné. Z toho důvodu musíme věnovat vyšší pozornost velikosti výsevu (Petr, Húska a kol., 1997). V osevním postupu ji zařazujeme po zlepšujících předplodinách, podobně jako pšenici setou. Není vhodné zařadit ji po obilninách kvůli možnému zhoršení kvality semoliny. Semolina je hrubá mouka z pšenice tvrdé, která má mít nažloutlou barvu. Silné zaplevelení pšenice tvrdé by vedlo především ke snížení potravinářské jakosti, z toho důvodu je nutné zajistit účinnou ochranu vůči plevelům, podobně jako u pšenice seté. Výnosy pšenice tvrdé dosahují 85 % výnosů pšenice seté (Moudrý a kol., 2011).

Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.)

Pšenice špalda se řadí mezi pluchaté pšenice. Z hlediska dostupnosti osiva a množství alternativních odrůd pšenice v ČR je na tom nejlépe oproti pšenici jednozrnce a dvouzrnce. Výnos vyčištěných klásků pšenice špaldy je v průměru 2,5 t/ha (Konvalina et al., 2014). Vyskytují se ozimé i jarní formy, ale pěstují se především formy ozimé. Špalda je méně náročná na podmínky prostředí než pšenice setá, avšak vyžaduje dostatek vláhy. Je vhodná do ekologického systému hospodaření i do méně příznivých podmínek (Moudrý a kol., 2011). Oproti pšenici seté má menší sklizňový index, z celkové produkce biomasy je zde menší podíl zrna, ačkoliv se téměř shodují produkcí nadzemní biomasy (Petr, Húska a kol., 1997).

Stoupající zájem o pěstování pšenice špaldy souvisí především s rozvojem ekologického zemědělství. Špalda se v porovnání s pšenicí setou vyznačuje vyšším obsahem bílkovin s příznivým aminokyselinovým složením, minerálních látek, tuku,

vlákniny a vitaminů (Prugar a kol., 2008), což je způsobeno větším podílem aleuronové vrstvy (Michalová, 2000 in Kypťová, 2016). Pšenice špalda je tedy díky svému složení nutričně hodnotnější než pšenice setá, ale technologicky obtížněji zpracovatelná. Její lepek má větší tažnost a menší bobtnavost. Dle Konvaliny a kol. (2017) je špalda lépe zpracovatelná než jednozrnka a dvouzrnka a má lepší pekařskou jakost. Taktéž má širokou škálu využití. Nejběžněji se z ní vyrábí různé druhy pečiva, extrudované výrobky, vločky, těstoviny (spätzle), kávovinové náhražky a piva, krupice na kaše, kroupy (kernotto), nebo zelený kaviár (grünkern = obilky pražené v mléčné zralosti) jako přísada do polévek (Moudrý a kol., 2011). Moudrý a Dvořáček (1999) zjistili u pšenice špaldy, oproti pšenici seté, lepší schopnost v příjmu a využití živin. U špaldy byl zjištěn vyšší obsah dusíkatých látek, tuku a zejména popelovin a vlákniny (Prugar a kol., 2008). Jaroslav Beránek (2017) ve své práci uvádí, že dle Grausgrubera a Konvaliny (2014) dosahuje špalda 70 % výnosu pšenice seté a udává, že náklady na její pěstování jsou podobné jako na pěstování pšenice seté.

V letech 2016 a 2017 proběhla studie, jež hodnotila odolnost pšenice špaldy vůči fuzariózám. Při opakovaných polních pokusech ve třech zemích v Evropě bylo zjištěno, že některé druhy jsou opravdu významně odolnější vůči napadení a za všech okolností vykazovaly nižší obsah deoxynivalenolu (DON). Dále byl potvrzen ochranný účinek pluchy, která přispívá k nízké akumulaci mykotoxinů v zrně špaldy (Chrpová a kol., 2018).

2.1.2. Další druhy

Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.)

Tato nenáročná pšenice se u nás pěstovala ještě před pšenicí setou. Patří k prvním druhům obilovin pěstovaných člověkem v oblasti Úrodného půlměsíce v blízkosti řek Euphrat a Tigris (Konvalina a kol., 2017). V dnešní době je však poměrně náročné sehnat kvalitní osivo. Díky dobrým nutričním hodnotám je vhodná k lidské výživě, především ve formě nekynutých potravin. Před zpracováním se obilky musí oloupat. Poté ji lze konzumovat jako rýži. Dle Moudrého (2011) je vhodná k nakličování zrn v makrobiotické stravě a k výrobě vloček. Pšenice jednozrnka obsahuje množství bílkovin, minerálních látek a některých vitaminů. Z hlediska botanického se řadí mezi pluchaté pšenice. Tato plodina je odolná vůči běžným chorobám obilnin, jako jsou rez pšeničná a padlí travní. Vzhledem k jejímu vysokému a tenkému stéblu je náchylná k poléhání, což je podpořeno i při přehnojení dusíkem. Výnos vyčištěných klásků v EZ se pohybuje okolo 1,5 t/ha. Ve srovnání s pšenicí setou vykazuje vyšší obsah bílkovin, žlutější barvu endospermu a horší reologické vlastnosti (Konvalina, 2011; Konvalina et al. 2014).

Osivo jednozrnky není v České republice dostupné pro žádnou z odrůd, protože nejsou zařazeny v druhovém seznamu zákona č. 219/2003 Sb. V sousedním Rakousku je v menší míře jednozrnka seta při využití vlastního osiva dřívějších krajových odrůd. V Kanadě byla vyšlechtěna nahá forma této pšenice, avšak osivo není v Evropě dostupné (Moudrý a kol., 2011).

Pšenice dvouzrnka [*Triticum dicoccum* (Schrank) Schueb.]

Pšenice dvouzrnka je podobně jako jednozrnka nenáročná a vhodná k produkci nekynutých výrobků. I dle Škeříkové a kol. (2009) jsou tyto druhy pšenice nevhodné pro pekařské účely kvůli horší kvalitě lepku. Jak uvádí Moudrý (2011), její bílkoviny jsou málo bobtnavé, hodí se tedy na výrobu těstovin, sušenek, pizzy, nekvašených chlebů a palačinek. Také se řadí k pšenicím, které mají pluchu. Je odolná běžným chorobám pšenice a více odolná proti poléhání než jednozrnka. Dvouzrnka je po pšenici seté, tvrdé a špaldě dalším, i když v malé míře, hospodářsky využívaným druhem pšenice. I přes její velký historický význam je v současnosti rozšíření velmi nízké, a proto také chybí přehled pravidel pro pěstování této pšenice (Stehno a kol. 2008 in Jůza, 2012). V oblibě mají dvouzrnku v Etiopii, Indii a Itálii (Harlan, 1981; Perrino a Hammer, 1982 in hort.purdue.edu, 1996).

Výnos vyčištěných klásků pšenice dvouzrnky v ekologickém zemědělství se pohybuje kolem 2,5 t/ha (Konvalina, 2011; Konvalina et al., 2014). Moudrý a kol. (2011) uvádí výnos 3 t/ha u odrůdy Rudico, která dosahuje nejvyšších výnosů v porovnání s ostatními genotypy. Rudico je jarní odrůda dvouzrnky a její osivo je v ČR k dispozici. Vznikla hromadným pozitivním výběrem z genových zdrojů. Obsahuje okolo 20 % hrubého proteinu a obsah mokrého lepku je 45 %. Hodnota sedimentace SDS se pohybuje mezi 35–40 ml. Dvouzrnka není náročná na živiny a není pro ni vhodný vysoký obsah dusíku v půdě, protože by kvůli vyššímu vzrůstu mohla začít poléhat, tudíž by se její výnos snížil. Z tohoto důvodu je třeba dbát i na předplodinu a nezařazovat ji po plodinách, které v půdě zanechávají vysoké množství dusíku (Moudrý a kol., 2011).

Obr. č. 1: Klasy pšenice jednozrnky, dvouzrnky, špaldy a kamutu (hort.purdue.edu, 1996).



Kamut (*Triticum turanicum*)

Kamut neboli pšenice khorasanská, je považován za příbuzného pšenice tvrdé. Jde o základní a starověký druh, pocházející z Mezopotámie, který nebyl po celou dobu svého pěstování křížen ani geneticky modifikován. Jeho zrna byla nalezena v egyptských hrobkách. Turkové jej nazývají velbloudí zub nebo prorokova pšenice. Traduje se totiž, že zrna kamutu vzal Noe na svou archu. Kamut má větší a žlutější zrna než běžné druhy pšenice a sklovitý vzhled s výrazným „hrbem“. Kamut je ceněn pro své nutriční hodnoty (snadná stravitelnost, sladká ořechovo – máslová chuť a pevná textura). Také je vynikajícím zdrojem bílkovin, vlákniny, vitamínů a minerálů včetně selenu. Pěstuje se v ekologickém systému hospodaření v USA a Kanadě (kamut.com, 2019; hort.purdue.edu,1996).

V jedné studii byly v chlebu vyrobeném z celozrnné kamutové mouky dokázány vyšší antioxidační schopnosti, oproti chlebu vyrobeném z celozrnné mouky pšenice tvrdé. Tento výsledek mohl být ovlivněn vyšším obsahem polyfenolů a selenu (Gianotti a kol., 2011). Práce Carnevali a kol. (2014) potvrdila vyšší antioxidační účinky v těstovinách z Kamutu oproti těstovinám z pšenice tvrdé. Zároveň má Kamut protizánětlivé účinky a je možná i proto snášen lidmi, kteří jsou citliví ke konzumaci pšenice.

Obr. č. 2: Pšenice khorasanská (*Triticum turanicum*) – Kamut (<https://www.kamut.com/> 2019).



2.1.3. Barevné odrůdy pšenice seté

Barevné odrůdy pšenice obsahují antokyany a xantofyly, které mají antioxidační vlastnosti. Ty fungují jako ochrana proti vzniku některých chorob (vukrom.cz, 2019). Jsou umístěny buď v purpurovém osemeni, v modré aleuronové vrstvě a také ve formě karotenoidů ve žlutém endospermu (Vedecké práce katedry rastlinnej výroby, 2018).

Citrus, Luteus

Odrůda Citrus nebo Luteus se vyznačují žlutým zbarvením endospermu způsobené luteinem obsaženým v endospermu. Při zkrmování slepicím dochází k sytějšímu zbarvení žloutku (vukrom.cz, 2019). Na Slovensku mají např. odrůdy BonaDea a Bona Vita, které zde jednotlivě registrovali v letech 2006 a 2011 (Žofajová a kol., 2017 in Vedecké práce katedry rastlinnej výroby, 2018).

Obr. č. 3: Odrůda pšenice seté (*Triticum aestivum*) Citrus (Pančíková, 2016).



PS Karkulka, AF Jumiko

Odrůdy PS Karkulka či AF Jumiko mají purpurové zbarvení, které je způsobeno obsahem antokyanů v perikarpu. Purpurová barva tak zůstává v otrubách (vukrom.cz, 2019). PS Karkulka byla vyšlechtěna ve Výzkumno-šlechtitelské stanici Víglaš-Pstruša na Slovensku, kde byla roku 2013 i registrována (Hanková a kol., 2014 in Vedecké práce katedry rastlinnej výroby, 2018). AF Jumiko je naše první odrůda s purpurovým zrnem, u nás registrována v roce 2018. Mimo tradiční zpracování pro pekárenskou výrobu ji lze využít pro výrobu vloček, těstovin, nealkoholických nápojů, nebo speciálních piv (vukrom.cz, 2019).

Obr.č. 4: Odrůda pšenice seté PS Karkulka (Pančíková, 2016).



Skorpion, Oxana

Odrůdy Skorpion či Oxana jsou význačné modrou barvou zrna, způsobenou antokyany obsaženými v aleuronové vrstvě (vukrom.cz, 2019). Odrůdu Skorpion vyšlechtili čeští šlechtitelé a v roce 2011 byla registrována v Rakousku (Martinek a kol., 2012 in Vedecké práce katedry rostlinnej výroby, 2018).

Obr. č. 5: Odrůda pšenice seté Skorpion (Pančíková, 2016).



Žofajová a Havrlentová (2018) in Vedecké práce katedry rastlinnej výroby ze Slovenska hodnotí nové genotypy pšenice ozimé s barevným zrnem. Porovnávají je s domácí odrůdou Viglankou. Největší fenotypová variabilita v úrodných znacích byla zjištěna u modrých genotypů, kde byl zjištěn nižší počet zrn v klase, nižší hmotnost tisíce zrn, ale naopak i nejvyšší obsah antokyanů. Jednotlivé genotypy dokazovaly malé rozdíly v obsahu bílkovin a v hmotnosti tisíce zrn, ale naopak prokázaly větší výšku rostlin, především oproti Viglance. Významné rozdíly byly také zaznamenány v obsahu antokyanů, kde už dle předpokladu dosahovaly nejvyšších hodnot odrůdy modré a fialové. Toto hodnocení proběhlo v důsledku zlepšování úrody zrna a její stability.

Obr. č. 6: Barvy zrna pšenice – porovnání

(<https://www.vukrom.cz/cz/naseodrudy.html#Nab%C3%ADdka%20osiv>).



2.2. Kvalitativní hodnocení zrna pšenice

2.2.1. Kvalita a její hodnocení

Kvalita je soubor několika vlastností, které informují výrobce, zpracovatele či uživatele např. o obsahu živin, výskytu mikroorganismů, vzhledu, vůni, zpracovatelnosti nebo množství výskytu sledované látky – např. obsah bílkovin. (Vavreiová, 2014).

Kvalita se dělí na:

- Hygienickou – zdravotní nezávadnost, nebo závadnost,
- Nutriční – udává, jak vyhovuje nutričním požadavkům, kritériem jsou výživová doporučení,
- Senzorickou – je základním kritériem spotřebitele pro volbu (křupavost, vzhled),
- Technologickou – důležitým ukazatelem pro výrobce (ovlivnění nákladů a ceny), je založena na obsahu účinné látky a zpracovatelnosti,

- Užitečnou – směr a způsob využití, rychlá příprava, trvanlivost (Zimolka a kol., 2005).

Genetická diverzita planě rostoucích druhů kulturních plodin nebo druhů příbuzných by mohla znamenat zlepšení kvality pěstovaných plodin (Hanák, Pecharová a kol., 1996 in Konvalina a kol., 2009). Hildermann a Isabell (2010) ve své práci zjistili, že parametry pekařské kvality vzrostly s využíváním moderních druhů pšenice v ekologickém i konvenčním systému hospodaření. Dále také popisují, že ekologicky pěstované druhy nedosahují výnosů konvenčně pěstovaných druhů v konvenčním i ekologickém zemědělství. Naopak ale, pokud se jedná o okrajové (= tzv. marginální) oblasti, byl v pokuse z roku 2008 zjištěn vyšší obsah živin u ekologicky pěstovaných kultivarů než u kultivarů pěstovaných konvenčním způsobem.

2.2.2. Nutriční jakost

Nutriční jakost udává výživovou hodnotu dané potraviny/krmiva (Vavreinová, 2014). Tedy obsah sacharidů, bílkovin, tuků, minerálních látek a vitamínů. U pšeničného zrna se sacharidy vyskytují ve formě škrobu. Tvoří největší podíl zrna a jeho množství je závislé na odrůdě a klimatických podmínkách daného roku. Množství se pohybuje od 50 % do 70 %. Škrob je důležitý hlavně z hlediska pekárského, kde se využívá jeho schopnosti bobtnat ve vodě. Co se týče obsahu tuků neboli lipidů, je tento obsah poměrně nízký (1,5–3 %). Tuky se nacházejí převážně v klíčku. Jeho obsah ovlivňuje skladovatelnost obilí a mouky.

Prugar a kol. (2008) uvádí, že nejdůležitější z hlediska nutričního, ale i technologického je obsah bílkovin. V sušině zrna se nachází 8–20 % bílkovin. Obsah bílkovin je v zrně nerovnoměrně rozložen. Nejvíce se jich vyskytují v aleuronové vrstvě a v klíčku. V endospermu směrem do středu bílkovin ubývá. Bílkoviny se dělí na rozpustné (albuminy a globuliny) a nerozpustné (gliadiny a gluteliny). Nerozpustné bílkoviny – bílkoviny lepku – tvoří přibližně 80 % bílkovin pšeničného zrna. Určují pružnost a tažnost těsta.

Vitamíny se v pšenici vyskytují ve stopovém množství, a to hlavně v klíčku a aleuronové vrstvě. To znamená, že ve světlé mouce se téměř nevyskytují, jelikož při mlýnském zpracování jsou tyto části odstraněny. Nejvíce je v zrnech obsažen (ve 100 g sušiny) vitamín B3 (niacin) 5 mg, poté 3 mg vitamínu E (tokoferolu) a 1 mg vitamínu B5 (kyseliny panthotenové). Dále pak v menším množství vitamín B6 (pyridoxin), B2 (riboflavin), B1 (thiamin), kyselinu listovou, biotin a provitamin A karoten (Prugar a kol., 2008).

Zrno pšenice dále obsahuje 1,4–3 % minerálních látek. Výskyt minerálních látek v zrně je ovlivněn odrůdou, klimatickými podmínkami daného vegetačního období a jejich obsahem v půdě. Nejvíce zastoupenou minerální látkou je fosfor (450 mg/100 g suš.), dále pak draslík (380 mg/100 g suš.), síra (160 mg/100 g suš.) a hořčík (140 mg/100 g suš.). V pšenici se také nachází Ca, Na, Fe, Mn, Zn, B, Cu. Dále pak nepatrná množství dalších ML. Minerální látky se koncentrují především v klíčku a obalových vrstvách. Podle množství popelovin pak lze stanovit stupeň vymletí mouky (Prugar a kol. 2008).

2.2.3. Technologická jakost

Technologická jakost je souhrnem znaků a vlastností, jež jsou důležité pro průmyslové zpracování ovlivňující technologický výrobní proces i výsledek výroby, který můžeme pozorovat na jakosti finálního výrobku, anebo v jeho množství. Zpracovatelský průmysl rostlinné výroby můžeme rozdělit:

- podle zpracované suroviny – obiloviny, olejiny, okopaniny, ovoce a zelenina;
- podle charakteru technologického procesu – mechanický (mlynářství, olejnářství, škrobářství), chemický (cukrovarství, chemie škrobu) a biochemický (sladařství, pivovarnictví, lihovarství, vinařství, pekařská výroba);
- podle charakteru produktu – přímo konzumovatelné výrobky (pekařství, pivovarnictví, cukrovarství, konzervářství) a výrobky, které nejsou přímo konzumovatelné (mlynářství, škrobářství, sladařství).

Toto členění je odvozeno jednotným zemědělsko-potravinářským komplexem (Pelikán a Sáková, 2001).

Zvlášť se posuzují vlastnosti mlynářské a pekařské. Mlynářské vlastnosti jsou založeny na strukturně mechanických vlastnostech zrna, které se projevují při mletí a přípravě obchodních mouk. Pekařské vlastnosti se uplatňují až při zpracování mouky v pekárenské technologii a jsou vyjádřeny především objemem a vlastnostmi pekařského výrobku (Pelikán a Sáková, 2001). Technologická jakost určuje, do jaké jakostní kategorie zařadíme vyšlechtěné odrůdy. Je to komplexní veličina, která souvisí s chemickým složením zrna a je součástí prověrky užitné hodnoty odrůd v rámci registračních zkoušek (zákon č. 92/1996 Sb.). Rozhodujícím kritériem pro posouzení pekařské hodnoty je výsledek Rapid mix testu (RMT), neboli pekařského pokusu. Posuzují se hlavní kritéria, mezi které patří obsah hrubých bílkovin, SDS-test, číslo poklesu, objemová hmotnost zrna a vaznost mouky. Doplňkovými kritérii jsou obsah mokrého lepku, farinografické údaje (vývin, stálost a stupeň změknutí těsta), obsah popela v zrně, HTS a výtěžnost mouky (Graman a Čurn, 1998). Mezní hodnotou pro vyřazení odrůdy z kategorie pekárenská pšenice je hodnota sedimentačního testu (SDS sedimentační test) ve výši 47 ml. Optimální hodnota viskózního testu (umožní zjistit skrytou porostlost zrna v klase) pro pekárenské zpracování je v intervalu 200–300 sec. Při hodnotách 300 sec. a výše je nutné použít přísady sladové moučky pro zvýšení aktivity amyláz (Hubík a Mareček, 2002). Detailnější požadavky pro různé směry využití jsou popsány níže v části 2.3.

Jak uvádí Hubík s Marečkem (2002) a Zimolka a kolektiv (2005), technologická jakost je geneticky determinována, ale má na ni silný vliv průběh počasí a agrotechnická opatření, zejména úroveň minerální výživy a komplexní ochrana rostlin.

V případě kynutých a prokypřovaných výrobků má velmi důležitou roli bílkovinný komplex, zejména potom prolaminové bílkoviny (cca 70–75 % celkového obsahu bílkovin v zrně pšenice), jež v procesu hnětení těsta vytváří lepkový bílkovinný komplex, sehrávající pro své viskoelastické vlastnosti nezastupitelnou roli v technologické jakosti zrna pšenice. Lepek je složitá heterogenní fáze zásobních

endospermálních prolaminových bílkovin, vázaných do makropolymerů pomocí chemických a elektrostatických vazeb, dále zbytků membrán a lipidů. Tvoří se v procesu hnětení těsta z mouky a vody. Z polysacharidů má v zrně největší zastoupení škrob (jeho obsah kolísá mezi 63–72 %) a po něm celulóza, jež se vyskytuje především v obalových vrstvách. Existuje negativní korelace mezi obsahem škrobu a bílkovin v zrně pšenice. Měkké odrůdy pšenice s nižším obsahem bílkovin obsahují hodně škrobu, a naopak v tvrdších odrůdách s vysokým obsahem bílkovin se vyskytuje méně škrobu. Dalšími polysacharidy jsou pentosany, které jsou neškrobové a pravděpodobně kladně ovlivňují objem upečeného pečiva (Hubík a Mareček, 2002).

2.3. Požadavky na jakost zrna pšenice pro její další zpracování

Správná agrotechnika a zdravé osivo je základním předpokladem kvalitní produkce (Machovcová, 2011). Velmi důležitá je i zdravotní bezpečnost potravin. Ta je závislá na obsahu mikroorganismů, především patogenních, a chemických cizorodých látek, jež můžeme rozdělit na aditiva, kontaminanty a rezidua pesticidů a biologicky aktivních látek (Pelikán a Sáková, 2001).

V ČR vyhodnocuje vhodnost odrůdy pro dané účely na základě Rapid Mix testu pouze ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský), jehož hodnocení je objektivní a nestranné (Zimolka a kol., 2005). Dle Prugara a kol. (2008) mezi základní faktory ovlivňující technologickou jakost zrna pšenice jako suroviny pro potravinářskou výrobu patří odrůda.

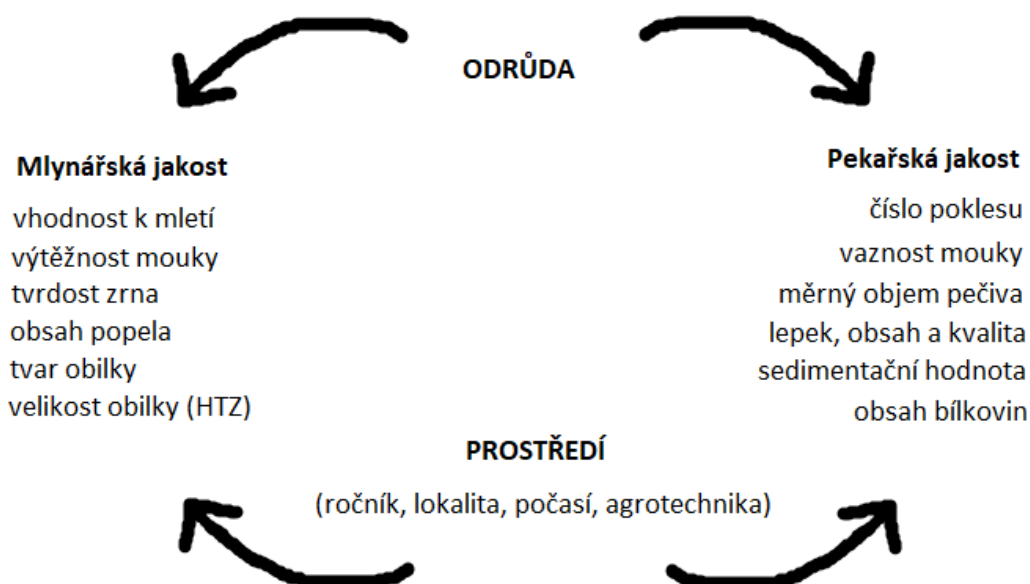
V zemích EU dosud neexistuje jednotný systém hodnocení kvality odrůdy. Pšenice je naší nejrozšířenější obilninou, z toho důvodu můžeme vybírat z velkého počtu registrovaných odrůd. Jednotlivé odrůdy se mohou výrazně lišit, proto je třeba dbát při jejich výběru na užitiný směr, požadavky na agrotechniku a pěstitelské podmínky. Nejdůležitější je užitiný směr. Můžeme realizovat několik směrů využití:

- potravinářská pšenice s pekárenskou jakostí (výroba kynutých těst),
- potravinářská pšenice s pečivářskou jakostí (výroba sušenek a keksů),
- krmná pšenice,
- surovina pro výrobu škrobu,
- surovina pro výrobu bioethanolu (Graman a Čurn, 1998).

Dle Zimolky a kol. (2005) sem patří i pšenice pro výrobu těstovin.

Úroveň jakostních znaků pšeničného zrna je určena jeho využitím, z něhož vycházejí užitkové směry ve šlechtění. O vhodnosti šlechtěného materiálu pro potravinářské využití rozhodují mlynářská a pekařská jakost. Jsou vyjádřeny souborem znaků a vlastností, jejichž úroveň je ovlivněna geneticky a modifikací podmínkami prostředí, jak lze vidět na obrázku číslo 8 (Graman a Čurn, 1998).

Obr.č. 7: Vyjádření mlynářské a pekařské jakosti (vlastní tvorba dle Petr a kol., 1997 in Graham a Čurn, 1998).



2.3.1. Potravinářská pšenice s pekárenskou jakostí

Z celosvětového hlediska je pšenice nejrozšířenější obilninou pro pekařské využití. Lze ji označit za strategickou surovinu, jelikož má zcela mimořádnou kvalitu bílkovin, které jsou schopny vytvořit nakypřenější strukturu a vyšší klenbu pečeného výrobku, na rozdíl od bílkovin dalších obilnin. V jiných částech světa se využívají i různé další obiloviny jako například kukuřice, rýže, proso a čirok. U nás na výrobky z nich nejsme zvyklí, tak je využíváme alespoň ve směsích s pšenicí (Příhoda a kol., 2004). Pekárenské výrobky můžeme rozdělit do hlavní skupiny, kam patří chléb, běžné pečivo a jemné pečivo a do speciální skupiny, kam patří tyčinky a preclíky (Pelikán a Sáková, 2001).

Jakost zrna pšenice seté je hodnocena podle ČSN 461100-2. V té jsou uvedeny požadavky pro pekárenskou pšenici, mezi které patří: maximální přípustná vlhkost 14 %, podíl příměsí a nečistot max. 6 %, objemová hmotnost minimálně 76 kg/hl, číslo poklesu min. 220 s, obsah dusíkatých látek minimálně 11,5 % a sedimentační index stanovený podle Zelenyho testu má být min. 30 ml (Polišenská a Jirsa, 2019; Jirsa a kol, 2019). Vlhkost zrna v roce 2018 vyšla v průměru 11,8 % (Polišenská a Jirsa, 2019). Pokud by převýšila 14 %, mohlo by být zrno vystaveno zvýšenému riziku napadení nežádoucími mikroorganismy a plísněmi (Pelikán a Sáková, 2001). Hodnota sedimentace je především ovlivněna geneticky. Výsledek sedimentačního testu ukazuje, jaké je množství a kvalita lepku obsaženého v daném vzorku. Zelenyho test se provádí po navlhčení pšenice a jejím umletí v mlynku na hladkou mouku s obsahem popela 0,6 % (Polišenská a Jirsa, 2019).

Brandt a kol. (2005) upozorňuje na důležitost dosoušení a skladování pšenice v ekologickém zemědělství, kde hrozí, že bude při nesprávném zacházení napadena mykotoxiny a její pekařská jakost bude znehodnocena. Je důležité pravidelně kontrolovat vlhkost a teplotu, výskyt škůdců, nebo dalších příměsí a vůni i barvu zrna.

Capouchová a kol. (2014) ve své práci díky přístroji Mixolab a farinografu dokázali zhoršení reologických vlastností a jakosti pšenice při jejím napadením rodem Fusarium.

Tab. č. 1: Tabulka průměrných hodnot kvality pšenice od roku 2011 do roku 2018 (Kůst a Záruba, 2017; Jirsa a kol., 2019).

| Rok | Objemová hmotnost (g/l) | SDS – sedítest (ml) | Číslo poklesu (s) | N – látky (%) | Obsah příměsí (%) | Obsah nečistot (%) |
|------|-------------------------|---------------------|-------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| 2011 | 788 | 45 | 255 | 12,2 | 3,9 | 1,2 |
| 2012 | 778 | 51 | 296 | 13,7 | 4,0 | 1,9 |
| 2013 | 809 | 42 | 338 | 12,7 | 4,3 | 1,1 |
| 2014 | 789 | 42 | 306 | 12,1 | 4,5 | 1,1 |
| 2015 | 822 | 40 | 351 | 12,5 | 4,3 | 0,3 |
| 2016 | 772 | 41 | 324 | 12,7 | 6,0 | 1,1 |
| 2017 | 782 | 46 | 332 | 13,7 | 5,4 | 0,4 |
| 2018 | 802 | 45 | 328 | 13,5 | 5,2 | |

Odrůdy jsou zařazovány do kategorií:

- E= elitní pšenice (nejlepší, ve všech znacích vynikající, obecně by měly sloužit k vylepšování jakosti suroviny, toleruje se nižší výnos),
- A= kvalitní pšenice (ve všech parametrech vyhovují),
- B= chlebová pšenice (některý z parametrů může být na hranici, v méně příznivých ročních se očekává, že nesplní požadavky pro pekárenskou pšenici),
- C= odrůdy nevhodné pro pekárenské využití (Prugar a kol., 2008).

Toto rozčlenění je v naší republice platné od roku 1998 (Zimolka a kol., 2005).

Tab. č. 2: Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do kategorií (Prugar a kol., 2008).

| Kategorie | E – elitní | | A – kvalitní | | B – chlebová | |
|---|------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| | absolutně | (9-1) | absolutně | (9-1) | absolutně | (9-1) |
| Vyjádření hodnoty | | | | | | |
| Objemová výtěžnost (ml) | 530 | 8 | 500 | 6 | 470 | 4 |
| Obsah dusíkatých látek (%) | 12,6 | 6 | 11,8 | 4 | 11 | 2 |
| Zeleného test (ml) | 49 | 7 | 35 | 5 | 21 | 3 |
| Číslo poklesu (s) | 286 | 6 | 226 | 4 | 196 | 3 |
| Objemová hmotnost (g.l⁻¹) | 790 | 7 | 780 | 6 | 760 | 4 |
| Vaznost mouky (%) | 55,4 | 7 | 53,2 | 5 | 52,1 | 4 |

Minimální požadavky pro zařazení odrůd do kategorií jsou uvedeny v tabulce č. 2.

2.3.2. Potravinářská pšenice s pečivářskou jakostí

Mezi pšenice pečivářské jakosti se řadí odrůdy skupiny K (keksové pšenice), které jsou vhodné k výrobě keksů, sušenek a podobných druhů pečiva, kde jsou speciální požadavky na jakost pšenice s malým objemem pečiva, ale vyšším číslem poklesu a výtěžností mouky T 550 (Petr, Húska a kol., 1997). Dle Petra a Capouchové (1999) odběratelé pro výrobu sušenek a keksů upřednostňují odrůdy s nižším obsahem bílkovin než 12 %, měkkým endospermem, vazností vody do 51 %, s číslem poklesu v rozmezí 200-300 sekund, sedimentační hodnotou (SDS test s dodecylsulfátem sodným) nižší než 45 ml (28-45ml) a sedimentační hodnotou podle Zelenyho stanovené v mouce 23-31 ml. Na základě jejich práce lze znovu potvrdit známou skutečnost o výrazném vlivu podmínek pěstování na jakostní znaky pšenice.

Dosažení lepší jakosti pšenice pro výrobu keksů, sušenek a oplatků bylo při nižší intenzitě pěstování (u odrůd pěstovaných intenzivním způsobem se většinou odrůdový charakter vhodnosti pro pečivářské účely zachoval, ale zvyšoval se obsah bílkovin, často nad 12 % a též číslo poklesu, často nad 300 sekund). Dle Prugara a kol. (2008) hraje důležitou roli zpracovatelnost, viskozita a agregace bílkovin v těstě, která je nežádoucí, jelikož oplatková hmota nemůže obsahovat shluky lepku. Použití fungicidů, insekticidů a regulátorů růstu mělo negativní vliv na kvalitu zrna. Pro pěstování pečivářských odrůd jsou vhodné oblasti řepařské, obilnářské i bramborářské, s přiměřenou dávkou dusíku, aby nedošlo ke zvýšení obsahu bílkovin (Petr a Capouchová, 1999).

Obr. č. 8: Produkty pečivářské výroby (zdroj: <https://selgen.cz/obiloviny/psenice-ozima-2/vanessa/>).



2.3.3. Těstářská pšenice

Pro výrobu kvalitních těstovin se používá pšenice tvrdá. Je pěstována na přibližně 9 % světové plochy pšenice (Moudrý a kol., 2011) a její průměrný výnos činí 1,2 t. ha⁻¹. Většina odrůd jsou jarní formy (Prugar a kol., 2008). Obsah bílkovin by měl být 14-16 %. Jakostní požadavky v našich podmínkách jsou: objemová hmotnost nejméně 78 kg/ha, zrna se sníženou sklovitostí nejvýše 27 %, zrnové příměsi maximálně 5 %, číslo poklesu nejméně 220 s (Moudrý a kol., 2011).

2.3.4. Krmná pšenice

Obsah obilnin v krmných směsích tvoří přibližně 80-90 %. Z celkové produkce obilnin jsou dvě třetiny používány ke krmným účelům (Petr, Húska a kol., 1997). V roce 2002 uvádí Hubík a Mareček pro časopis Farmář, že už hodnoty dosahují zhruba poloviny produkce. Výkupní cena krmné pšenice v červnu roku 2018 se v průměru stanovila na 3668 Kč/t, což nepředstavovalo žádné větší vychýlení oproti předchozím měsícům téhož roku (TIS^{ČR} SZIF, 2018).

Na webu Krmné obilí je definován samostatný užitkový směr, který má své jakostní parametry, podmiňující dobrou konverzi živin, vysokou hodnotu bílkovinného produkčního indexu P.E.R. (Protein Efficiency Ratio), vysoké přírůstky a dobrý zdravotní stav zvířat. Pro krmnou pšenici je výhodný vysoký obsah rozpustných frakcí bílkovin (albuminy a globuliny), který je podmíněn především geneticky. Z toho důvodu se šlechtí speciální krmné odrůdy s potlačením lepkových frakcí (prolaminu a gluteninu). Tyto frakce se v zažívacím traktu u monogastrů nevyužijí. Pro krmnou pšenici není významné zvyšovat celkový obsah dusíkatých látek hnojením, protože se tím zvyšuje hlavně frakce nerozpustných bílkovin, kde je deficitní aminokyselinou lysin (Petr, Húska a kol., 1997). Toto tvrzení potvrzuje i Prugar a kol. (2008), ale zároveň uvádí, že doposud nemáme odrůdy určené speciálně pro krmné účely. Můžeme vybírat pouze z osiv odrůd doporučených k těmto účelům. Ne vždy jsou odrůdy nepotravinářské jakosti skupiny C vhodné jako krmné. Jak uvádí Hubík a Mareček (2002), požadavky na pšenici pro krmné použití se řídí normou ČSN 46 1200-2 Pšenice krmná.

2.3.5. Pšenice jako surovina pro výrobu škrobu

Škrob má veliký význam v potravinářském i nepotravinářském využití a jeho spotřeba každoročně narůstá. Největší podíl celosvětové produkce činí z 50 % kukuřičný škrob, dále 25 % bramborový škrob a 25 % pšeničný škrob. Právě produkce pšeničného škrobu se ve střední Evropě těší velkému rozvoji, jelikož jsou u nás podmínky pro pěstování pšenice ideální. Mezi roky 2003-2008 v EU vzrostla spotřeba pšeničného škrobu o 30 % (Prugar a kol., 2008). Rozlišujeme tři skupiny výrobků ze škrobu:

- škrobové hydrolyzáty (škrobová sladidla – glukóza, škrobové, glukózové a frukto-glukózové sirupy),
- technické dextriny (škrobová a dextrinová lepidla),

- modifikované škroby (nejvýznamnější výrobky ze škrobu s nejrozmanitějším uplatněním (Pelikán a Sáková, 2001).

Vzhledem k tomu, že je technologická jakost považována za komplexní veličinu, musíme dbát na správný výběr odrůdy. Jen díky její vhodnosti dosáhneme požadovaných výsledků. Dle velikosti škrobových zrn, kterou je ovlivněna jakost škrobu, rozlišujeme velkozrnný škrob „A“ (kvalitní, má rozhodující význam pro produkci nejrůznějších výrobků na bázi škrobu) a drobnozrnný škrob „B“, jenž se obvykle zpracovává na ethanol (Jurečka a Novotný, 1998 in Prugar a kol., 2008).

Přímý vliv hnojení a aplikace pesticidů se neprojevuje na obsahu škrobu ve sklizeném znu, avšak ovlivňuje výnos zrna a tím pádem i výnos škrobu z hektaru. Hnojení dusíkatými hnojivy zvýšilo obsah lepku a celkových dusíkatých látek, čímž se ale snížil obsah škrobu. Měla by být aplikována přiměřená dávka dusíku pro dobrou vypíratelnost lepku a jeho větší výtěžnost (Petr, 2001 in Prugar a kol., 2008).

2.3.6. Pšenice jako surovina pro výrobu bioethanolu

Ethanol představuje v dnešní době důležitý zdroj obnovitelné energie. Také je vhodným řešením pro využití marginálních oblastí (= půdy uvedené do klidu pro nepotravinářskou produkci) a při nadvýrobě obilí (Prugar a kol., 2008).

U odrůd pšenice vhodných pro výrobu ethanolu požadujeme vysoký obsah dobře zkvasitelného škrobu, minimálně 65 % v sušině a zároveň nízký obsah bílkovin. Prugar a kol. (2008) uvádí obsah bílkovin do 11 %. Šlechtění těchto speciálních odrůd u nás nebylo zahájeno (Graman a Čurn a kol., 1998).

Požadavky na kvalitu palivového ethanolu udává ČSN 65 6511. Z hlediska produkce kvasného lihu z 1 ha sklizené plochy obilovin není pšenice produktivnější než kukuřice, ale zároveň je srovnatelná s triticales a výnosnější než ječmen. Pšenice je z hlediska obsahu škrobu k výrobě bioethanolu mnohem vhodnější, než žito a ječmen a předčí i triticales, se kterým je srovnatelná (Moudrý, 2011).

2.4. Reologie

2.4.1. Definice

Společnost, jež reologii začala zkoumat a využívat, ji při svém založení roku 1929 definovala jako nauku o deformaci a tečení látek. Dala by se definovat takto:

Reologie je materiálová věda, která zkoumá vztah mezi napětím a deformací v látkách nejrůznějšího charakteru, přičemž nevytváří ostrou hranici mezi látkami převážně pevnými a převážně kapalnými. Pro charakterizaci látek vytváří modely složené z elastických, viskózních a plastických členů.

Její název je odvozen z řeckého *panta rei* – všechno teče a symbolem jsou přesýpací hodiny (Havránek, 2008).

2.4.2. Základní rozdělení

Známe tři základní reologické členy:

- Hookův (H) elastický člen,
- Newtonův (N) viskózní člen,
- Saint – Venantův (StV) plastický člen.

Tzv. binghamovská látka se vyznačuje strukturou typickou pro všechny tři členy. Tento model je využíván při tečení krve, nebo chování bahna. Existují ale i reologicky složitější látky, které kombinují všechny tři základní uvedené členy. Pro jejich vystižení byly konstruovány další modely. Například:

- Schwedofův (Schw) model – vystihuje vlastnosti želatiny,
- Schofieldův – Scott Blairův (SSB) model – přibližně představuje chování moučného těsta (Havránek, 2008).

2.4.3. Struktura moučného těsta

Reologické chování moučného těsta vystihuje Schofieldův – Scott Blairův model, patří tedy mezi binghamovské látky. Moučné těsto má velmi komplexní reologické chování, které je možné výrazně ovlivnit malou změnou poměru a kvality výchozích základních surovin (voda a mouka) a dalších přísad a též zvoleným postupem zpracování. Přes tuto variabilitu lze některé základní vlastnosti těsta alespoň přibližně zvoleným reologickým modelem vystihnout. Z něho pak mohou vycházet konstruktéři, kteří navrhují pekařské a cukrářské stroje (Havránek, 2008)

3. Cíle práce

Cílem této práce je vyhodnocení pekařské jakosti pšenice stanovené pomocí samostatných dílčích metod (číslo poklesu, gluten index, SDS test a obsah bílkovin) a rozdílů v reologických vlastnostech těsta ze čtyř druhů této obilniny na základě protokolů přístroje Mixolab II, včetně využití nástroje „Profiler“. Na základě získaných dat a jejich statistického posouzení bude porovnána vhodnost osmi vybraných odrůd pšenice k výrobě různých potravinářských výrobků.

Pracovní hypotézy:

- Pšenice setá bude vhodná pro pekárenské využití, zatímco pluchaté pšenice budou mít lepší uplatnění pro pečivářské produkty a výrobu nekynutých těst.
- Špalda i přes svou vysokou nutriční hodnotu nedosáhne tak dobré technologické jakosti jako pšenice setá.
- Vzorky budou mít vyšší stabilitu, nežli by měly vzorky celozrnných mouk, jelikož jsou z mouk bílých a ty obecně dosahují vyšší stability.
- Obiloviny pocházející z ekologického zemědělství budou pro snížený obsah bílkovin vhodnější pro pečivářskou výrobu nežli obiloviny konvenční.

4. Metodika

V laboratořích Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích proběhla na přístroji Mixolab II a s pomocí samostatných měřících metod několikrát pokusná měření napomáhající ke zjištění reologických vlastností hodnocených vzorků a jejich pekařské jakosti. Celkem byly hodnoceny 2 odrůdy pšenice seté (Vánek a SW Kadrlíj), 2 odrůdy pšenice špaldy (SP6 a SP8), 2 odrůdy jednozrnky (J1 a J2) a 2 odrůdy dvouzrnky (Rudico a D11), jež byly pěstovány v ekologickém systému hospodaření. Jednalo se o vzorky klasické bílé mouky. Veškerá měření byla uskutečněna v roce 2014 a opětovně i v roce 2015, prováděli je techničtí pracovníci z příslušné katedry Jihočeské univerzity. Celkem tedy proběhlo 16 analýz, u kterých byla odlišnost v jednotlivých měřeních stanovena s pravděpodobností na 95 %. Práce byla vyhodnocena později dle protokolu Chopinwheat+ a cílový profil byl orientován na zákazníka. Pomocí nástroje Mixolab Profiler a statistického vyhodnocení dat byly mezi sebou porovnány jednotlivé druhy pšenice, byla prokázána jejich rozdílnost nebo shoda vůči sobě samým i oproti jiným pracím a byla stanovena jejich vhodnost pro výrobu potravinářských výrobků. Profily zkoumaných druhů byly porovnány k profilům, které byly svými vlastnostmi vhodné pro konkrétní pekařské a pečivářské výrobky.

4.1. Mixolab II

4.1.1. Popis přístroje

Mixolab II je komplexní nástroj pro vývoj a kontrolu kvality. Ve své podstatě je to hnětač těsta se záznamem používaný k měření reologických vlastností těst podléhajících dvojímu namáhání, hnětení a teplotním změnám (BioPro, 2012). Jak uvádí Dubat a kol. (2013), je hnětač Mixolabu uzpůsoben vzorku o hmotnosti 50 g, jež může být v podobě mouky, nebo zrna. Přístroj se může zahřát až na 90 °C a ochlazování je zajištěno prouděním vody. Optimální hmotnost zpracovávaného těsta je 75 g, ale může se pohybovat v rozmezí 30–110 g. Práce s Mixolabem je velmi jednoduchá. Přístroj Mixolab II vystihuje obrázek číslo 10.

4.1.2. Funkce

Mixolab II je přístroj měřící vlastnosti těsta během hnětení a kvalitu škrobu a bílkovin. Nabízí bohatou škálu možností k využití pro chovatele, pekaře, mlynáře, i například šlechtitele a výzkumná centra. Perfektně se doplňuje s Alveografem v naměřených hodnotách, na jejichž základě je možné odhadnout výsledky pomocí rovnic s více neznámými (BioPro, 2012). Díky mnohostrannosti tohoto přístroje lze upravit velký počet parametrů protokolu dle potřeb zákazníka. Například množství těsta v hnětači, rychlost hnětení, teplotní gradienty a profily a další. Minimální a maximální hodnoty parametrů, které můžeme zadat do nastavení přístroje znázorňuje tabulka číslo 3 (Chopin technologies, 2018).



Tab. č. 3: Rozpětí hodnot parametrů Mixolabu (zdroj: Aplikační příručka Mixolabu).

| nastavení | minimum | maximum |
|-------------------|-----------|------------|
| Rychlost hnětení | 30 ot/min | 250 ot/min |
| Točivý moment | 0,1 Nm | 7 Nm |
| Teplota vody | 10 °C | 60 °C |
| Teplota hnětače | 10 °C | 90 °C |
| Gradient ohřevu | 2 °C/min | 12 °C/min |
| Gradient chlazení | 2 °C/min | 12 °C/min |
| Čas | 0 min | 45 min |

Mixolab může pracovat při proměnné teplotě, nebo proměnné rychlosti. Pro účely našeho měření bylo využito proměnné teploty, při které byla nastavena rychlost hnětení v průběhu zkoušky a měněna teplota.

Přístroj je možné využít pro třídění mouk na základě jejich absorpční kapacity vody, stability mazovatění (C3–C2) a rychlosti degradace škrobu, nebo k analýze použité mouky při výrobě krmiv pro domácí mazlíčky, a to dokonce i z konečného produktu, například z granulí (BioPro, 2012).

4.1.3. Ovlivnění pomocí přísad, enzymů a přidaných ingrediencí

Mnoho faktorů je odpovědných za to, jaké parametry a vlastnosti byly u daného těsta zaznamenány. Mezi ně patří například složení obilovin, ze kterých byla umleta mouka, jenž je závislé na odrůdě a agroklimatických podmínkách, dále kvalita obsaženého škrobu, poškození zrna, nebo nejrůznější přísady a přídatné látky, které můžeme do těsta v různém poměru přidávat, tedy tím i měnit jeho reologické vlastnosti (BioPro, 2012).

Mezi přísady a enzymy je řazen lepek, emulgátory, proteázy, lipázy, cystein, glukosooxidáza, amylázy, guar, karob, pektin, algináty, karagenany, xanthan a kvas. Napomáhají například zpracovatelnosti těsta, jeho objemu a nakypřenosti, zpomalují proces retrogradace, ovlivňují teplotní stabilitu bílkovin, absorpční kapacitu vody a mazovatění škrobu. Přídatnými ingrediencemi se rozumí například sůl, cukr, nebo tuk. Sůl ovlivňuje plastické vlastnosti těsta. Ale jen v určitém rozmezí. Výrobci by měli její spotřebu snížit. Tento krok by neměl mít negativní vliv na technologickou jakost výrobku (BioPro, 2012).

4.2. Mixolab Profiler

Mixolab Profiler je speciální software Mixolabu, jenž slouží ke kompletní charakterizaci mouky (bílkovinné sítě, škrobu, enzymové aktivity). Je to ideální nástroj pro kontrolu kvality suroviny. Využívá k tomu standardizovaný protokol ICC N°173, AACC 54-60.01 a NF V 03-764 a poskytuje zjednodušený grafický výklad výsledků. Tímto programem byla přeložena standardní křivka vytvořena Chopinwheat+ protokolem do sekvence šesti indexů stupňovaných od 0 do 9. Vzorky pšenice zde byly vyjádřeny šesti základními parametry, kterými jsou:

- absorpční potenciál (index absorpce vody) – čím vyšší index, tím více mouka absorbuje vodu;
- vlastnosti při hnětení (index hnětení) – čím vyšší index, tím větší stabilita těsta při hnětení;
- síla lepku (gluten+ index) – čím vyšší index, tím vyšší odolnost lepku vůči zahřívání;
- maximální viskozita (index viskozity) – čím vyšší index, tím je větší viskozita těsta při zahřívání;
- amylázová aktivita (amylázový index) – čím vyšší index, tím nižší amylázová aktivita;
- retrogradace (index retrogradace) – čím vyšší index, tím kratší trvanlivost výrobku (BioPro, 2012).

Při samotném měření bylo postupováno podle následujících klíčových kroků:

- jako cílový profil (Target profile) byl zvolen standardní profil s orientací na zákazníka,
- na Mixolabu II byly měřeny parametry mouk, které posloužily k jejich následnému srovnání s cílovými profily;
- byl vyobrazen graf s naměřenými hodnotami a graf určující Mixolab index.

4.3. Kompletní reologická analýza

V tabulce číslo 4 je pro rychlou orientaci uveden seznam použitých druhů pšenice včetně jednotlivých odrůd a jejich označení pro jednotlivé vzorky.

Tab. č. 4: Seznam odrůd

| Druh | Název vzorku | Označení | Identifikátor | Původ | Botanická klasifikace |
|-------------------------------------|----------------------------------|------------|---------------|-------|-------------------------------|
| Triticum monococcum L. | T. monococcum.. | J1 | 01C0204038 | GEO | var. hohensteinii FLAKSB. |
| | T. monococcum.. | J2 | 01C0204044 | ALB | var. vulgare KOERN. |
| Triticum dicoccum (SCHRANK) SCHUEBL | Rudico | Rudico | 01C0200948 | CZE | var. rufum SCHUEBL. |
| | Weisser Sommer | D11 | 01C0203993 | DEU | var. dicoccum |
| Triticum spelta L. | T. spelta... (VIR St.Petersburg) | SP6 | 01C0204865 | CSK | var. album (ALEF.) KOERN. |
| | T. spelta No.8930 | SP8 | 01C0204506 | DNK | var. album (ALEF.) KOERN. |
| Triticum aestivum L. | SW Kadrijl | SW Kadrijl | 01C0104877 | SWE | var. lutescens (ALEF.) MANSF. |
| | Vánek | Vánek | 01C0204800 | DEU | var. lutescens (ALEF.) MANSF. |

4.3.1. Pomůcky

Mixolab II, analytické váhy, vzorky mouk, voda

4.3.2. Postup práce

V systému byly nastaveny podmínky zkoušky, vybrán protokol s orientací na zákazníka, byla uvedena vlhkost vzorku a přibližná hydratace (55 % pro bílou mouku). Práce probíhala s doporučenou úrovní hydratace 14 %. Softwarem Mixolabu bylo stanoveno množství mouky, do přístroje byla umístěna hnětačka, zavřeno víko a poté spuštěna zkouška. Po navážení požadovaného vzorku mouky, byl následně vsypán pomocí násypky do hnětačky a byla umístěna vstřikovací tryska. Po ukončení testování byly systémem vyjádřeny veškeré potřebné parametry.

Parametry pekařské jakosti jako číslo poklesu, gluten index, obsah bílkovin a SDS test byly stanoveny samostatnými metodami.

4.3.3. Důležité reologické parametry

Bod C1 /Čas pro C1 (min)

Bod C1 je používán ke stanovení absorpce vody. Ta je dána množstvím vody, které může mouka absorbovat k dosažení správné konzistence během fáze s konstantní teplotou (BioPro, 2012). Čas pro C1 (= čas potřebný k dosažení C1) potom ukazuje dobu potřebnou pro vývin těsta. Tento parametr ovlivňuje především kvalita lepku, velikost škrobových zrn a míra degradace škrobu. Čím delší dobu vývinu těsta mouka má, tím je větší její síla (Vopátková, 2018).

Bod C2

Bod C2 měří zeslabení bílkovin jako funkci mechanické práce a teploty (BioPro, 2012). Čím déle tyto faktory zpracovávané těsto ovlivňují, tím je hodnota vyšší (Vopátková, 2018).

Bod C3

Bod C3 měří gelovatění škrobu (též mazovatění) ve vzorku mouky (BioPro, 2012), čímž je pozorována jeho kvalita.

Bod C4

Bod C4 měří stabilitu horkého gelu (BioPro, 2012)

Bod C5

Bod C5 měří retrogradaci škrobu ve fázi chlazení (BioPro, 2012).

Směrnice alfa

Směrnice alfa je směrnici křivky mezi koncem periody při 30 °C a C2. Signalizuje rychlost zeslabení při záhřevu (BioPro, 2012). Naměřené záporné hodnoty poukazují na klesající tendenci rychlosti zeslabení bílkovin v závislosti na teplotě (Vopátková, 2018; Hrdličková, 2018).

Směrnice beta

Směrnice beta je směrnici křivky C2 a C3 a udává rychlost mazovatění škrobu (BioPro, 2012).

Směrnice gama

Směrnice gama je směrnici křivky mezi C3 a C4 a udává rychlost enzymatické degradace (BioPro, 2012).

4.3.4. Důležité parametry pekařské jakosti

Absorpce vody (%)

Absorpci vody vyjadřuje množství vody potřebné k dosažení $C1 = 1,1 \text{ Nm} \pm 0,05 \text{ Nm}$. Toto množství vody musí mouka absorbovat, aby dosáhla požadovanou konzistenci během fáze s konstantní teplotou (BioPro, 2012).

Stabilita (min)

Stabilita těsta ukazuje celkovou kvalitu proteinů v mouce a toleranci mouky k míchání (Hrdličková, 2018). Udává odolnost těsta vůči přehnětení. Čím je delší doba, tím mouku považujeme za silnější (BioPro, 2012).

Amplituda (Nm)

Amplituda je šířka křivky k C1 a udává pružnost těsta. Čím vyšší je její hodnota, tím vyšší je pružnost mouky (BioPro, 2012). V našem měření není zaznamenána.

Číslo poklesu (s)

Číslo poklesu stanovuje enzymatickou aktivitu zrna podle zjištěného stavu sacharidoamylázového komplexu zrna (Pelikán a Sáková, 2001). Je závislé na obsahu poškozeného škrobu (čím je vyšší, tím rychleji je škrob hydrolyzován a tím je nižší hodnota čísla poklesu) Během analýzy na Mixolabu se projevuje jako pokles točivého momentu C4 a zvětšení rozdílu $C3 - C4$ (BioPro, 2012). Poškození zásobních látek endospermu je zapříčiněno porůstáním zrna v klasu a projevuje se nízkým číslem poklesu. Nejvíce ho ovlivňuje výběr správné odrůdy (Zimolka a kol., 2005).

Gluten index

Obsah mokrého lepku rozhoduje o vytváření lepkové mřížky, která ovlivňuje výsledný objem pečiva v době zrání těsta (Petr a Louda, 1998 in Vopátková 2018). Gluten index posuzuje mokry lepek a jeho sílu (pevnost a pružnost). Hodnota ukazuje hmotnostní potencionální podíl mokrého lepku, který zůstal na sítku po promytí solným roztokem (Bodnfil a Posner, 2012 in Vopátková 2018). Dle Zimolky a kol. (2005) je negativní závislost mezi obsahem a kvalitou lepku a obsahem N-látek. Dále uvádí, že je tento parametr ovlivněn agroekologickými opatřeními (především dusíkatým a draselným hnojením).

Obsah bílkovin (%)

Obsah bílkovin ovlivňuje dusíkaté hnojení, teplotní podmínky pěstování (v teplejších oblastech je zaznamenán vyšší obsah bílkovin) a ročník. Narůstající obsah bílkovin pozitivně působí na chování pečiva při pečení, jakost těsta a objem pečiva (Zimolka a kol., 2005).

SDS test (ml)

SDS test určuje souborně množství i kvalitu pšeničných bílkovin (Pelikán a Sáková, 2001). Charakterizuje kvalitu pšeničných bílkovin a viskoelastické vlastnosti, jež umožňují fermentační procesy v těstě, z toho důvodu je i důležitým ukazatelem kvality a množství lepku. Pozitivně koreluje s obsahem bílkovin a objemem pečiva (Zimolka a kol., 2005). Je charakterizován jako jakostní parametr poukazující na pekařskou kvalitu lepku (Škeříková a kol., 2009).

4.3.5. Související parametry

Teplota těsta a čas korespondují s výskytem proměnlivého točivého momentu. Teplota těsta je nejdůležitějším parametrem a při všech měřeních byla nastavena na stejné hodnoty. Při zpracování laboratorního pokusu byla teplota hnětače nastavena na 30 °C, zatímco mouka dosahovala laboratorní teploty (20 °C). Teplota hydratační vody nemá podstatný vliv na reologické vlastnosti těsta, ale doporučuje se sledovat teplotu hnětače a zásobníku vody (BioPro, 2012).

Všechna pokusná měření byla stanovena při stejné rychlosti hnětení, jinak by mezi různými vzorky mohly nastat výrazné odlišnosti ve všech parametrech (BioPro, 2012).

5. Výsledky a diskuse

V této části bakalářské práce jsou shrnuty veškeré výsledky kompletní reologické analýzy a pekařské jakosti pšenice, jež byly přepracovány do tabulek i grafů a následně vyhodnoceny. V následujících tabulkách (čísla 5, 6, 7) jsou uvedeny konkrétní naměřené hodnoty parametrů reologických vlastností a pekařské jakosti, které jsou zvláště rozděleny dle hodnocených druhů, odrůd a také ročníků. Malá písmena vyznačena za naměřenými hodnotami v tabulkách udávají rozdíly v měření jednotlivých parametrů s 95% pravděpodobností dle Tukeyho HSD testu. Dále je na základě grafického výkladu výsledků systému Profiler určen Target profile a vyjádřena vhodnost pro pečení různých výrobků. Sledované parametry jsou popsány v metodice, kapitoly 4.2 Mixolab Profiler i 4.3.3 Důležité parametry, a zde jsou už jen zhodnoceny a porovnány.

5.1. Vyhodnocení parametrů měřených Mixolabem II

Tab. č. 5: Vyhodnocení sledovaných parametrů u jednotlivých druhů pšenice (2 ročníky, 8 odrůd).

| Druh | C1 (Nm) | C2 (Nm) | C3 (Nm) | C4 (Nm) | C5 (Nm) | C1 (min) | Stabilita (min) |
|--|---------|---------|---------|-------------------|--------------|--------------------|-----------------|
| Jednozrnka | 0,91b | 0,29a | 1,48a | 1,40a | 1,95b | 2,01b | 2,36a |
| Dvouzrnka | 1,02a | 0,31a | 1,35a | 0,99a | 1,54a | 3,03a | 4,62b |
| Špalda | 1,06a | 0,32a | 1,50ab | 0,97a | 1,52a | 3,64a | 7,01c |
| Pšenice setá | 1,09a | 0,36a | 1,65b | 0,96a | 1,46a | 5,25c | 8,66d |
| Druh | Alfa | Beta | Gama | Číslo poklesu (s) | Gluten index | Obsah bílkovin (%) | SDS test (ml) |
| Jednozrnka | -0,05c | 0,58a | -0,05a | 343,13c | 10,00a | 15,29a | 21,38a |
| Dvouzrnka | -0,07a | 0,42b | -0,05a | 286,63b | 21,63b | 15,28a | 38,00b |
| Špalda | -0,07a | 0,58a | -0,08a | 238,75a | 44,50c | 14,53c | 46,50c |
| Pšenice setá | -0,09b | 0,61a | -0,08a | 232,13a | 96,75d | 12,55b | 64,25d |
| Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test). | | | | | | | |

Tab. č. 6: Vyhodnocení sledovaných parametrů u jednotlivých odrůd pšenice (2 ročníky, 4 druhy).

| Odrůda | C1 (Nm) | C2 (Nm) | C3 (Nm) | C4 (Nm) | C5 (Nm) | C1 (min) | Stabilita (min) |
|------------|---------|---------|---------|-------------------|--------------|--------------------|-----------------|
| J1 | 0,93ab | 0,31a | 1,50ab | 1,14a | 1,95a | 2,16a | 2,65ab |
| J2 | 0,90a | 0,28a | 1,46ab | 1,14a | 1,95a | 1,86a | 2,07a |
| D11 | 1,02ab | 0,30a | 1,34a | 0,86a | 1,32a | 3,17ab | 4,75bd |
| Rudico | 1,03ab | 0,33a | 1,35a | 1,15a | 1,76a | 2,86ab | 4,50ab |
| SP6 | 1,07ab | 0,33a | 1,52ab | 0,91a | 1,40a | 3,92bc | 8,27c |
| SP8 | 1,01ab | 0,31a | 1,54ab | 0,90a | 1,46a | 3,33abc | 7,56cd |
| Vánek | 1,09b | 0,34a | 1,61ab | 0,95a | 1,43a | 4,87cd | 8,45c |
| SW Kadrilj | 1,10ab | 0,40a | 1,72b | 0,97a | 1,51a | 5,89d | 9,01c |
| Odrůda | Alfa | Beta | Gama | Číslo poklesu (s) | Gluten index | Obsah bílkovin (%) | SDS test (ml) |
| J1 | -0,05b | 0,59ab | -0,05a | 348,50b | 11,25a | 15,11abc | 22,00b |
| J2 | -0,05b | 0,56ab | -0,06a | 337,75b | 8,75a | 15,48a | 20,75b |
| D11 | -0,07ab | 0,46ab | -0,07a | 211,50a | 20,25ab | 15,35a | 38,50c |
| Rudico | -0,06ab | 0,38a | -0,04a | 361,75b | 23,00ab | 15,22ac | 37,50c |
| SP6 | -0,07ab | 0,60ab | -0,09a | 221,00a | 51,25c | 14,76abc | 44,50a |
| SP8 | -0,09ac | 0,54ab | -0,09a | 257,50a | 37,50bc | 14,26b | 48,50a |
| Vánek | -0,08ac | 0,58ab | -0,07a | 234,40a | 96,60d | 12,14d | 63,20d |
| SW Kadrilj | -0,10c | 0,65b | -0,08a | 228,33a | 97,00d | 13,23e | 66,00d |

Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Tab. č. 7: Vyhodnocení sledovaných parametrů v ročnících 2014–2015 (4 druhy, 8 odrůd).

| Ročník | C1 (Nm) | C2 (Nm) | C3 (Nm) | C4 (Nm) | C5 (Nm) | C1 (min) | Stabilita (min) |
|--------|---------|---------|---------|-------------------|--------------|--------------------|-----------------|
| 2014 | 0,94a | 0,33a | 1,50a | 0,85a | 1,39a | 3,64a | 6,67b |
| 2015 | 1,10b | 0,31a | 1,49a | 1,19b | 1,84b | 3,33a | 4,65a |
| Ročník | Alfa | Beta | Gama | Číslo poklesu (s) | Gluten index | Obsah bílkovin (%) | SDS test (ml) |
| 2014 | -0,08a | 0,49a | -0,09a | 275,44a | 42,63a | 14,34a | 42,19a |
| 2015 | -0,06b | 0,60b | -0,04b | 274,88a | 43,81a | 14,49a | 42,88a |

Poznámka: Hodnoty označené shodným písmenem nevykazují statisticky průkaznou odlišnost na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test).

Parametr C1 (Nm) slouží ke stanovení absorpce vody. Absorpce vody je dána množstvím vody, které může mouka absorbovat k dosažení správné konzistence během fáze s konstantní teplotou. Jednozrnka absorbovala množství vody při nejnižším točivém momentu (0,91 Nm) a lišila se tím od ostatních vzorků. Dvouzrnka, špalda a pšenice setá dosahovaly podobných hodnot. S průkaznou

odlišností na hladině významnosti $P < 0,05$ podle Tukeyho HSD testu byly u vzorků z roku 2014 naměřeny rozdílné hodnoty oproti druhému pozorovanému vzorku z roku 2015, který absorboval vodu při vyšším točivém momentu. Mezi jednotlivými odrůdami v rámci druhů nenastaly žádné průkazné výkyvy.

Parametr C2 ukazuje na zeslabení bílkovin při působení mechanické práce a teploty a jeho optimální rozmezí hodnot je 0,37–0,63 Nm. Všechny druhy dosahovaly podobných hodnot točivého momentu. Nejvyšší byl naměřen u pšenice seté (0,36 Nm) a nejnižší u pšenice jednozrnky (0,29 Nm). Tento trend se shoduje s výsledky Hrdličkové (2018). Hodnoty pro pšenici setou a špaldu jsou podobné, jaké uvádí Vopátková (2018), naopak Kypťová (2016) naměřila vyšší hodnotu C2 pro špaldu. Výsledky nebyly ovlivněny ročníkem sklizně plodin a nijak významně ani odlišnými odrůdami.

Mazovatění škrobu, tedy jeho kvalitu, hodnotí **parametr C3**, jehož optimální hodnoty jsou 1,59–2,27 Nm. Z našeho měření se do stanoveného rozmezí vešla pouze pšenice setá s 1,65 Nm, což také představovalo mezní hodnotu. Ostatní vzorky se pohybují pod minimem, tedy špatně gelovatí. V práci Kypťové (2016) byla zjištěna zlepšující schopnost pro pšenici špaldu, s jejímž zvyšujícím se množstvím se zlepšovaly hodnoty C2 až C5 (silnější bílkoviny, lepší gelovatění škrobu i jeho stabilita). Hrdličková (2018) naměřila odpovídající hodnoty pro všechny druhy, pouze dvouzrnka představovala hodnotu nízkou. S 1,26 Nm představovala ještě nižší hodnotu, než byla zjištěna u naší dvouzrnky (1,35 Nm). Z našeho měření je patrné, že ani jedna z odrůd špaldy nedosáhla dostatečných výsledků. Ani ročník sklizně neměl vliv na rozdíl naměřených hodnot.

Parametr C4 poukazuje na stabilitu horkého gelu, jehož optimální hodnoty se pohybují mezi 0,95 Nm až 2,12 Nm. V tomto případě se do uvedeného rozmezí vešly všechny hodnocené vzorky, mimo odrůdu D11 dvouzrnky. Nevešly by se ani obě odrůdy špaldy, ale celkově za druh jim výrazně zvedla průměr vedle měřená odrůda SP7 s točivým momentem 1,15 Nm. Výrazný rozdíl se projevil mezi oběma ročníky. V roce 2014 se hodnota parametru C4 pohybovala v průměru na pouhých 0,85 Nm. Na základě těchto údajů a skutečnosti, že C4 koreluje s číslem poklesu při zhoršení kvality, bychom mohli vyvodit, že v roce 2014, kdy nebylo v období sklizně ideální počasí a často přšelo, došlo k porůstání zrna u dvouzrnky v případě odrůdy D11 a u odrůdy špaldy SP6, možná i SP8. Tím by došlo ke snížení pekařské kvality zeslabením pružnosti střídy pečiva a snížení schopnosti pečiva vázat vodu, jak uvádí Zimolka a kol. (2005). Oproti tomu hodnoty C4 v práci Kypťové (2016), která ve svém měření také zjistila porostlost zrna, dosahují normálních hodnot.

Hodnoty **parametru C5** se pohybují v rozmezí 1,46–3,73 Nm a určují retrogradaci škrobu ve fázi chlazení. V rámci průměrných měření druhů se všechny čtyři pšenice vešly do daného kritéria, ale při zaměření se na odrůdy byly zjištěny nedostačující hodnoty u dvouzrnky D11 a špaldy SP6, u kterých byla zjištěna porostlost před sklizní. Navíc i odrůda Vánek pšenice seté se pohybuje pod spodní hranicí stanoveného rozmezí. Při srovnání obou ročníků se ukázalo, že v roce 2014 byly zaznamenány podprůměrné hodnoty retrogradace škrobu (1,39 Nm), zatímco rok 2015 byl s hodnotou 1,84 Nm v optimu. Srovnávané měření porostlé pšenice špaldy a pšenice seté Kypťové (2016) zde dosahuje optima, pro pšenici špaldu bylo naměřeno 2,47 Nm a pro pšenici setou 2,16 Nm.

Parametr C1 (min) je ovlivněn především kvalitou lepku, velikostí škrobových zrn a stupněm degradace škrobu. Jeho ideálním rozpětím je 0,99–7,36 min. Všechny měřené vzorky se do něj bez problému vešly. Nejvyšších hodnot, a tedy i největší síly mouky dosáhla pšenice setá u odrůdy SW Kadrijl s hodnotou 5,89 min. Odrůda Vánek s 4,87 min byla druhou nejsilnější odrůdou. Velmi podobných hodnot docílila i Vopátková (2018) při měření celozrnné mouky pšenice seté. U hladké mouky byla naopak zjištěna menší síla a naměřená hodnota činila pouhých 1,24 min. Kypťová (2016) dosáhla poněkud nižších hodnot, ovšem potvrdila vyšší sílu mouky pšenice seté oproti špaldě. Rozdíl v naměřených hodnotách mezi odrůdami byl zaznamenán pouze u pšenice seté a pšenice špaldy. Mezi danými ročníky nebyl zaznamenán rozdíl v měřeních.

Z hlediska **stability** dosáhla nejvyšší hodnoty jednoznačně pšenice setá (8,66 min), což koresponduje s výsledkem Hrdličkové (2018). Můžeme tedy říci, že těsto z našeho vzorku bylo odolné vůči hnětení a mělo velkou sílu. Velmi dobrých výsledků dosáhla i špalda (7,01 min), souhlasí s Kypťovou (2016), nikoliv však s Hrdličkovou (2018) a Vopátkovou (2018), které naměřily hodnoty mnohem nižší (Hrdličková 3,73 min a Vopátková pouhých 1,49 min). Naše vzorky byly stabilní a odolné. Optimální hodnoty se pohybují v rozmezí od 4,69 min do 11,42 min. Průměr naměřených hodnot dvouzrnky byl 4,62 min a když se na ni zaměříme detailněji, zjistíme, že do stanoveného rozmezí by se vešla pouze odrůda D11 s 4,75 min. Jednozrnka dosáhla hodnot nejnižších. Pro tato těsta platí, že mají nižší sílu a odolnost při hnětení. V porovnání s prací Vopátkové (2018) je v rozporu tvrzení o nižší stabilitě těsta z celozrnných mouk, které udává BioPro (2012). Z jejích měření je zřejmé, že vzorky dosáhly podobných hodnot jako naše vzorky mouky. Zajímavá je také průkazně nižší průměrná stabilita v roce 2015 oproti roku 2014.

Směrnice alfa je charakterizována křivkou mezi koncem periody při 30 °C a C2 a představuje rychlost zeslabení bílkovin při záhřevu. Naměřené hodnoty pšenice seté (-0,09 Nm/min) a špaldy (-0,07 Nm/min) se shodují s hladkými moukami Vopátková (2018). Jednozrnka a dvouzrnka dosáhly souhlasných hodnot u všech svých měřených odrůd, nestejně hodnoty byly zaznamenány u pšenice seté a špaldy. Nejnižší hodnotou se vyznačovala pšenice setá s odrůdou SW Kadrijl (-0,10 Nm/min). Značný rozdíl byl zřetelný mezi jednotlivými ročníky, kdy v roce 2014 byla v průměru zaznamenána o něco nižší hodnota.

Směrnice beta je směrnicí křivky mezi C2 a C3 a udává rychlost mazovatění škrobu. Naměřené hodnoty jednotlivých druhů jsou si dost podobné, jen škrob v mouce dvouzrnky mazovatel pomaleji. Konkrétně nejnižší hodnota byla zjištěna u odrůdy Rudico a to 0,38 Nm/min. Srovnatelný výsledek potvrzuje i práce Hrdličkové (2018). Nejrychleji mazovatel škrob pšenice seté (SW Kadrijl – 0,65 Nm/min), těsně v závěsu je špalda s odrůdou SP6 (0,60 Nm/min). Hodnotu špaldy potvrzuje Vopátková (2018), ale s pšenicí setou by byl srovnatelný pouze výsledek její celozrnné mouky. Mezi ročníky 2014 a 2015 byl prokázán rozdíl, který lze tvrdit s 95% pravděpodobností dle Tukeyho HSD testu. V roce 2015 byla naměřena hodnota o 0,11 Nm/min vyšší.

Směrnice gama je směrnicí mezi C3 a C4 a zjišťuje rychlost enzymatické degradace neboli délku trvanlivosti. Pro pšenice jednozrnku a dvouzrnku byly naměřeny shodné hodnoty (-0,05 Nm/min), u pšenice seté a špaldy byly zjištěny

hodnoty nižší (-0,08 Nm/min). O pšenici seté a špaldě tedy můžeme říci, že jsou trvanlivější. Hrdličková (2018) naměřila mnohem nižší míru degradace u pšenice dvouzrnky (-0,54 Nm/min), což s našimi výsledky nesouhlasí. Jednotlivé odrůdy se v měřeních v rámci druhu spolu shodovaly. Měření se za oba ročníky v tomto případě výrazně lišila. Vyšší trvanlivost byla prokázána v roce 2014.

Souhrn

Na základě porovnání výsledků této části práce se vyskytlo podezření, že v prvním roce pěstování měřených vzorků (2014) došlo k porostení zrna u pšenice dvouzrnky v případě odrůdy D11 a u odrůdy špaldy SP6. Byly u nich zjištěny špatné hodnoty při stabilitě gelu (C4) a retrogradaci škrobu ve fázi chlazení (C5). Tím došlo ke snížení pekařské jakosti zeslabením pružnosti střídy pečiva a snížení schopnosti pečiva vázat vodu. Zajímavý je fakt, že v letech, kdy došlo k porůstání byla průměrně naměřena vyšší stabilita i trvanlivost těsta.

5.1.1. Vyhodnocení pekařské jakosti pšeničných druhů

Pro pekárenskou i pečivářenskou pšenici je vyžadováno **číslo poklesu** vyšší jak 220 s. Zimolka a kol. (2005) uvádí, že při nízké hodnotě může signalizovat porůstání zrna před sklizní. Patří mezi nejdůležitější znaky kvality. U všech druhů bylo naměřeno vyšší číslo, avšak špalda s pšenicí setou se pohybovaly jen těsně nad hraniční mezí. Vopátková (2018) a Hrdličková (2018) naměřily pro pšenici špaldu podobné hodnoty, avšak číslo poklesu se lišilo u pšenice seté, kde bylo naměřeno o dost více (378 s a 413 s). Stejně tak i Kúst a Záruba (2017) během několikaletého pokusu zmiňují hodnotu v průměru 316 s. V ročnících nebyly zaznamenány významné rozdíly, ale odrůdy pšenice dvouzrnky prokázaly změny. U odrůdy Rudico bylo naměřeno 362 s, zatímco u D11 jen 212 s, čímž ani nesplňovala minimální kritéria potravinářské pšenice. Oproti tomu Hrdličková (2018) naměřila u dvouzrnky vysokou hodnotu pádového čísla (426 s) a uvedla, že je díky tomu tento druh vhodný k výrobě těstovin. Vyšší hodnoty potvrdili i Škeříková a kol. (2009), kteří prováděli více měření na dvou různých lokalitách. Vzhledem k tomu, že je pšenice jednou z nejnáročnějších obilnin na výživu (Petr, 1987 in Kramolišová, 2011), možná kvůli sušším ročníkům sklizně, které nastaly, nepřijala dostatek živin. Anebo naopak kvůli deštům v období sklizně (především v roce 2014), mohlo dojít k porůstání zrna v klasu.

Gluten index v podstatě vypovídá o pevnosti a pružnosti lepku. Vyšší hodnoty charakterizují vysokou kvalitu lepku pro pekárenské využití. V naměřených hodnotách byly pozorovány velké rozdíly. Jednozrnka a dvouzrnka dosahují nízkých hodnot a z toho důvodu nejsou vhodné pro pekárenské využití. Pro pečivářenskou kvalitu pšenice je nejvyšší povolená hodnota 25, kterou obě pšenice splňují. Nejlepšího výsledku dosáhla pšenice setá s hodnotou 96,75, jež je srovnatelná s výzkumem Hrdličkové (2018). O něco méně naměřily Kypťová (2016), se kterou máme podobné výsledky špaldy, a Vopátková (2018), se kterou bychom korespondovali pouze v případě její měřené celozrnné mouky. Výsledky v jednotlivých ročnících byly dle

Tukeyho HSD testu s 95% pravděpodobností bez větších rozdílů. To samé by mohlo platit pro odrůdy všech druhů, mimo špaldu, u které se menší rozdíl vyskytl.

Protože byl u jednozrnky a dvouzrnky zjištěn nižší **obsah bílkovin**, oproti běžně uváděným hodnotám okolo 20 %, a to 15,3 %, potvrdil se díky tomu i původ vzorků. Vzorky byly pěstovány v ekologickém systému hospodaření. Druhy D11, SP6 a SP8, u kterých bylo vyjádřeno podezření z porostlosti, nevykazují změny obsahu bílkovin oproti dalším měřením. Z toho důvodu by bylo možno tvrdit, že porůstání zrna už nijak neovlivní obsah bílkovin. Moudrý a kol. (2011) uvádí standardní obsah bílkovin dvouzrnky 20 %. Hodnoty špaldy (14,53 %) naznačovaly oproti pšenici seté (12,55 %) vyšší obsah bílkovin. Tuto skutečnost potvrdily ve svých pracích i Kypťová (2016) a Vopátková (2018), což potvrzuje výrok o vyšším obsahu kvalitnějších bílkovin pšenice špaldy oproti pšenici seté (Prugar a kol., 2008). Průměry vzorků za jednotlivé ročníky nevykazovaly téměř žádný rozdíl s pravděpodobností 95 % dle Tukey HSD testu, což by mohlo znamenat podobné agroklimatické podmínky při pěstování (Hubík a Mareček, 2002). Oproti tomu odrůdy se trochu lišily a nejvyšší obsah bílkovin byl naměřen u odrůdy J2 jednozrnky (15,48 %).

Nejnižší hodnoty pro **SDS test**, který pro pečivářské výrobky musí vycházet nižší jak 45 ml (Petr a Capouchová, 1999), byly zjištěny u jednozrnky a dvouzrnky. Odrůda Rudico potvrdila hodnotu SDS testu mezi 35 až 40 ml dle Moudrého a kol. (2011). I Konvalina a kol. (2008) potvrdili u dvouzrnky slabý lepek a poukázali na její nevhodnost pro výrobu kynutých výrobků. Pšenice setá naopak hodnoty hodící se pro pekárenské využití prokázala. U vzorku Vopátkové (2018) byly zjištěny hodnoty o něco vyšší. Špalda se pohybovala okolo hranice, odrůda SP6 se hodila spíše pro pečivářské využití, zatímco odrůda SP8 by mohla být využita pro pekárenské výrobky. Ideálním řešením by mohlo být smíchání 50 % pšenice špaldy s 50 % pšenicí seté, jak ve svém pokusu provedla Vopátková (2018), což mělo za následek zvýšení hodnoty SDS testu a vhodnosti využití této kombinace v pekárenství. U vzorků z roku 2014 byly naměřeny podobné hodnoty jako u vzorků z roku 2015. Odrůdy jednozrnky a dvouzrnky vykazovaly téměř shodné hodnoty tohoto parametru, zatímco špalda s pšenicí setou se mírně lišily, ale byly vyhodnoceny také jako podobné dle Tukeyho HSD testu s pravděpodobností na 95 %.

Souhrn

Snížené pádové číslo u odrůd D11 a SP6 potvrzuje podezření porostlosti zrna. Pšenice jednozrnka ve všech ohledech splňuje požadavky na sušenkové pšenice dle BioPro (2012). Uplatnily by se obě odrůdy, ovšem nejlepších výsledků dosáhla J2. Jako silná pšeničná odrůda by se uplatnily obě odrůdy pšenice seté a částečně i špalda. Kvalitní pekárenské výrobky by vznikly při smísení určité části špaldivé mouky s moukou pšenice seté. Výrobky by si zachovaly velmi dobrou technologickou jakost a současně by se zvýšila jejich nutriční hodnota díky vyššímu obsahu kvalitních bílkovin pšenice špaldy. Podobně ve své práci uvedla Kypťová (2016).

5.1.2. Zhodnocení grafického výkladu nástroje Profiler

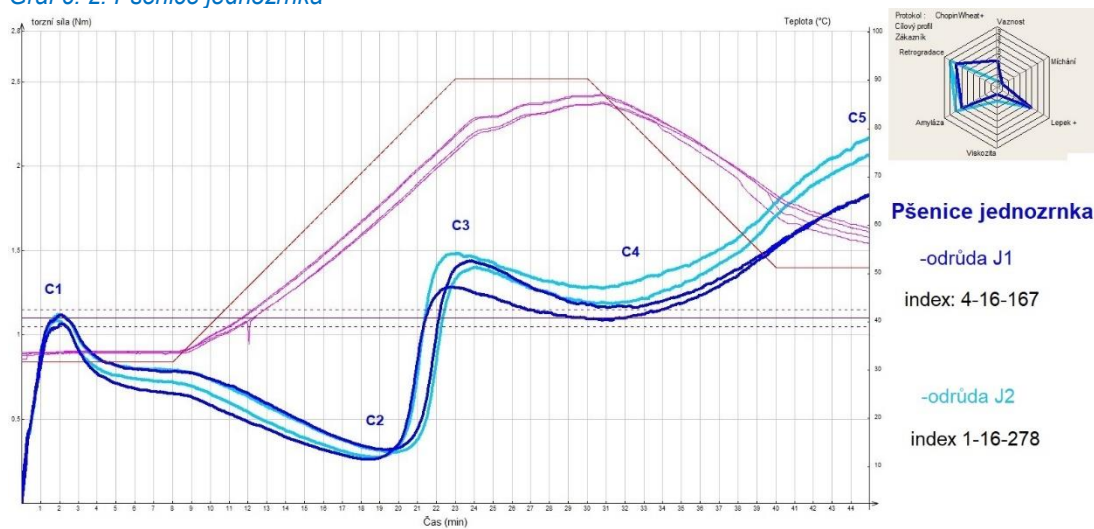
Krátká rekapitulace významu měřených parametrů s hodnotami 0–9:

- 1) index absorpce vody = **vaznost**
- 2) index hnětení = **míchání**
- 3) síla lepku = **lepek +**
- 4) index viskozity = **viskozita**
- 5) amylázový index = **amyláza**
- 6) index retrogradace = **retrogradace**

Rozdíl jednoho bodu na Profileru není významný rozdíl.

5.1.3. Pšenice jednozrnka

Graf č. 2: Pšenice jednozrnka



Pro obě odrůdy pšenice jednozrnky byl Mixolab index trochu odlišný. Grafické znázornění včetně popisu můžeme vidět v Grafu č. 2.

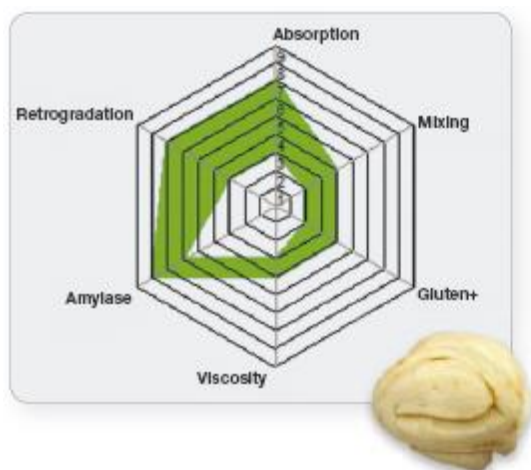
Oba vzorky prokázaly špatnou vaznost vody, především odrůda J2 (index 1). J1 se více blížíla optimu. Stabilitu těsta při hnětení měly oba vzorky velmi nízkou, ještě pod optimem pro jednozrnku, což potvrzuje obecně známý fakt. U obou odrůd byla zjištěna poměrně dobrá odolnost lepku vůči zahřívání a nízká viskozita těsta při zahřívání. Vzorky disponovaly nižší až střední amylázovou aktivitou a dosáhly vyšší hodnoty indexu retrogradace, tedy předznamenaly horší trvanlivost výrobku.

Vzorek, který hodnotila Hrdličková (2018), mnohem více absorboval vodu, ale téměř se s našimi shodoval v indexu hnětení a síle lepku. Její těsto dosahovalo o dost vyšší viskozity při zahřívání, jinak u amylázové aktivity i trvanlivosti vyšly velmi obdobné výsledky. Naše vzorky byly dále od optima oproti jejímu výzkumu.

Při pokusu přirovnat jednozrnku k některému z profilů pečiva dle BioPro aplikačního manuálu (2012), se rozpětím parametrů nejvíce podobala profilu chleba

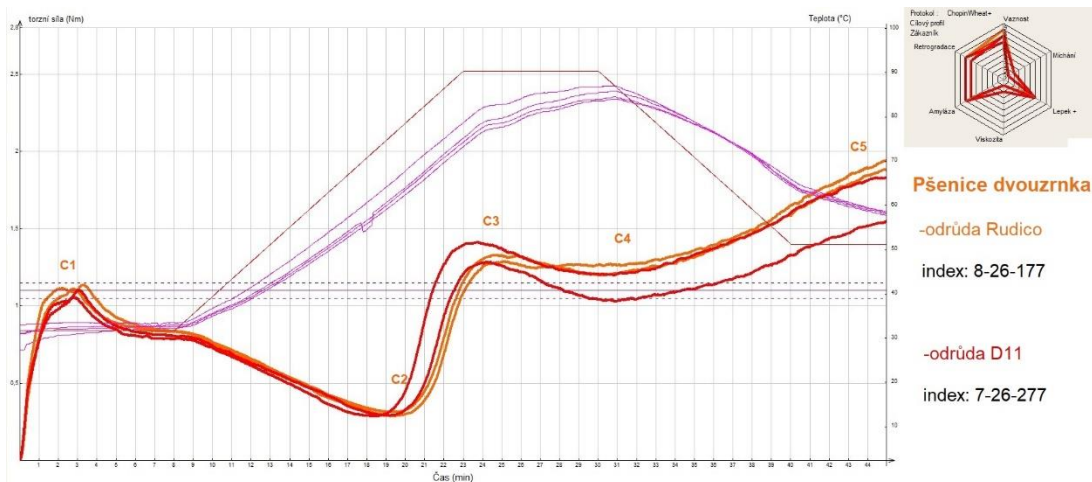
z parní pece (viz obrázek číslo 11). V porovnání s Chopin+ protokolem by ale jednozrnková mouka nebyla vhodná k pečení tohoto chleba. Nejvíc diskriminujícím parametrem se stala stabilita, kterou má jednozrnka velmi nízkou (BioPro, 2012). Nejlepší využití bude mít při zpracování na nekynuté cereální výrobky s vyšší přidanou hodnotou (Moudrý a kol., 2011).

Obr. č. 10: Profil chleba z parní pece



5.1.4. Pšenice dvouzrnka

Graf č. 3: Pšenice dvouzrnka



Grafické zobrazení a popis pšenice dvouzrnky znázorňuje Graf č. 3. Mezi hodnocenými odrůdami nebyly nalezeny výrazné rozdíly v naměřených parametrech.

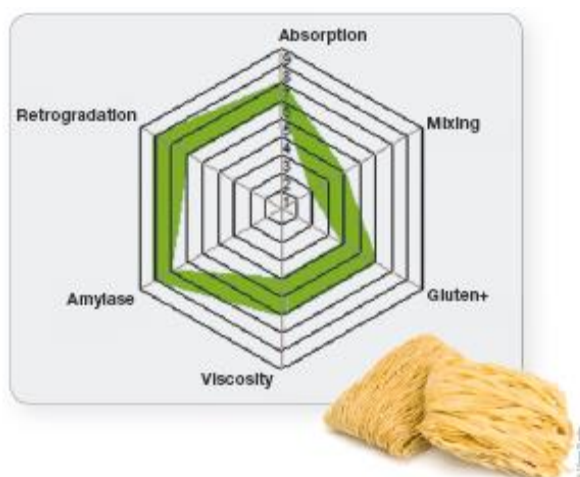
Obě odrůdy velmi dobře absorbovaly vodu, nedisponovaly příliš dobrou stabilitou těsta při hnětení, což je pro dvouzrnku typické (Moudrý, 2011) a měly lepší odolnost lepku vůči zahřívání. Odrůda D11 měla jen o málo větší viskozitu těsta při zahřívání než odrůda Rudico, u které byl změřen index 1 a obě se pohybovaly nízko

pod optimem (4–6). U obou odrůd byla zjištěna nižší amylázová aktivita, což by mohlo vyvrátit podezření na porostlost zrna odrůdy D11. Jednalo se spíše o méně trvanlivé vzorky plně vystihující tento druh pšenice.

Oproti měření Hrdličkové (2018) dosahovaly naše vzorky podobných hodnot pouze ve stabilitě těsta při hnětení, viskozitě těsta a síle lepku, která byla o něco větší, než bychom předpokládali. Naše vzorky více absorbovaly vodu a byly méně trvanlivé, ale lépe vystihovaly optimální rozmezí hodnot pro dvouzrnku.

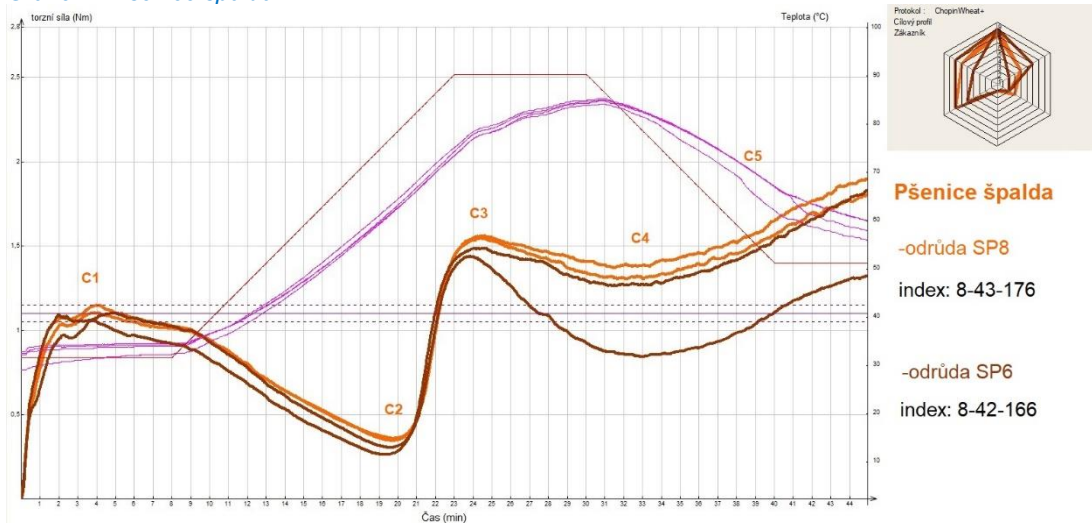
Nejpodobnějším profilem dle Aplikačního manuálu (BioPro, 2012) byl profil čínských nudlí (viz obr. č. 12). Až na nižší viskozitu dvouzrnka splňovala všechny parametry. Hrdličková (2018) ve své práci prokázala vhodnost pšenice dvouzrnky k výrobě těstovin. Potvrdili ji i Moudrý a kol. (2011). Toto využití by tedy bylo možné.

Obr. č. 11: Profil čínských nudlí



5.1.5. Pšenice špalda

Graf č. 4: Pšenice špalda



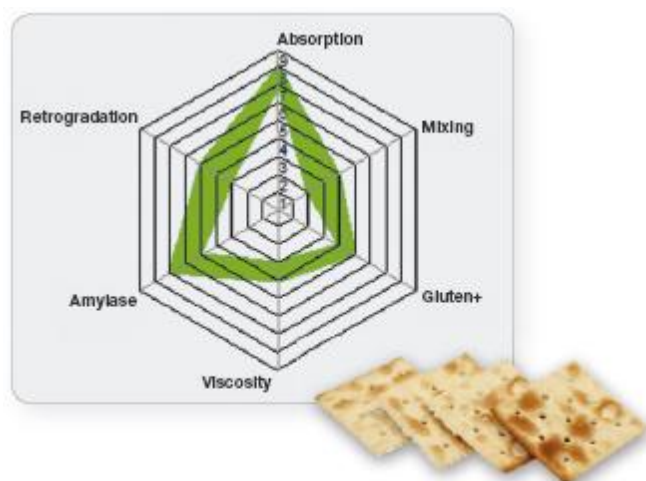
Graf s výsledky pro pšenici špaldu se nachází nad textem (Graf č. 4). Mezi průměry indexů odrůd SP6 a SP8 na první pohled nepoznáme výrazné rozdíly, ale při zaměření se na jednotlivá měření zjistíme, že SP8 měla v obou ročnících konstantní průběh, stejně jako oba předchozí druhy, zatímco SP6 prokázala výrazné odlišnosti.

Kdybychom tedy vyhodnotili průměrná měření, došli bychom k výsledkům, že oba vzorky absorbovaly hodně vody, během hnětení byly středně stabilní, měly nižší odolnost lepku vůči zahřívání, hodně špatnou viskozitu těsta při zahřívání, prokázaly nižší amylázovou aktivitu a spíše kratší trvanlivost výrobku (v optimu). Při bližším zaměření ale můžeme pozorovat rozdílnost měření v letech 2014 a 2015 pro odrůdu SP6. Výraznější odlišnosti dosáhla především v indexu hnětení (2 a 6), kdy se jeden vzorek pohyboval v optimu a druhý ztlačně nad ním. U amylázového indexu také dosáhl optima jen jeden ze vzorků, zatímco druhý prokázal ztlačně vyšší amylázovou aktivitu, což by nám mohlo potvrdit porůstání zrna této odrůdy v roce 2014. Jeden ze vzorků se pohyboval lehce pod rozmezím retrogradace pro špaldu, zatímco druhý byl v optimu.

V porovnání se vzorkem špaldu Hrdličkové (2018) dosahujeme spíše opačných hodnot, mimo gluten indexu, u kterého byly ve všech případech naměřeny nižší hodnoty, ale o něco lépe vystihujeme dané optimum pro všechny parametry mimo viskozitu.

K uvedenému profilu kreků (viz obr. č. 13) se nejlépe hodil vzorek špaldu, ačkoli měl nižší viskozitu, než je požadována. Kromě pšenice seté měli nízkou viskozitu všechny hodnocené druhy pšenice. V dnešní době existuje plno výrobků, které obsahují pšenici špaldu. Většinou se v nich ale vyskytuje v menším množství. Pro výrobu kreků je špalda vhodná (Moudrý a kol., 2011).

Obr. č. 12: Profil krekrů



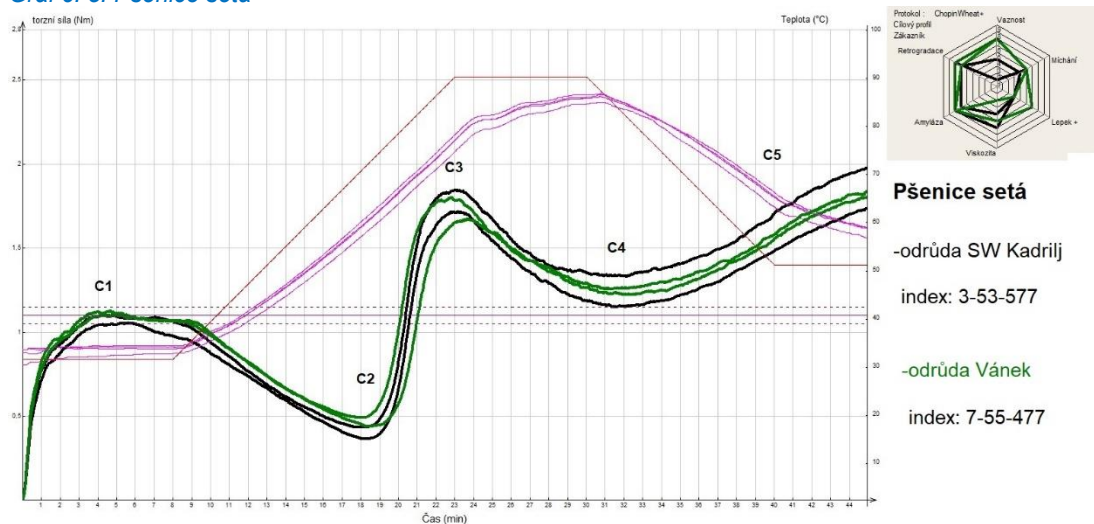
5.1.6. Pšenice setá

Pšenice setá podobně jako pšenice špalda dosáhla výraznějších diferencí v jednotlivých ročnících, a to dokonce u obou odrůd. Mohlo by to být způsobeno větším ovlivněním průběhem počasí pro tyto odrůdy oproti méně šlechtěným druhům jednozrnce a dvouzrnce. Naměřené hodnoty včetně Mixolab indexů můžeme porovnat v Grafu číslo 5.

Obě odrůdy dosáhly výraznější odlišnosti pouze u prvního parametru, absorpčního potenciálu, kdy Vánek s indexem 7 velmi dobře absorboval vodu a pohyboval se v optimu stanoveném pro pšenici setou, zatímco SW Kadrij měl horší absorpci vody a byl v ní zaznamenán výkyv mezi jednotlivými ročníky. V jednom roce byl index pouze 1 a ve druhém 4, což je stále pod optimem (6–7). Oba druhy dosáhli dobré stability těsta při hnětení. V síle lepku se SW Kadrij shodoval pouze s jedním ročníkem odrůdy Vánek, kdy dosáhly poměrně nízké hodnoty (index 3), zatímco druhý ročník dosáhl indexu 6, který je v optimu a znamená lepší odolnost lepku vůči zahřívání. U indexu viskozity se obě odrůdy lišily v měřených ročnících a optima dosahovaly všechny vzorky kromě jednoho roku odrůdy Vánek, který dosáhl příliš nízké hodnoty. U obou odrůd byla zjištěna nižší amylázová aktivita a spíše kratší trvanlivost výrobku, ale oběma parametry se vešly do stanoveného optima pro pšenici setou.

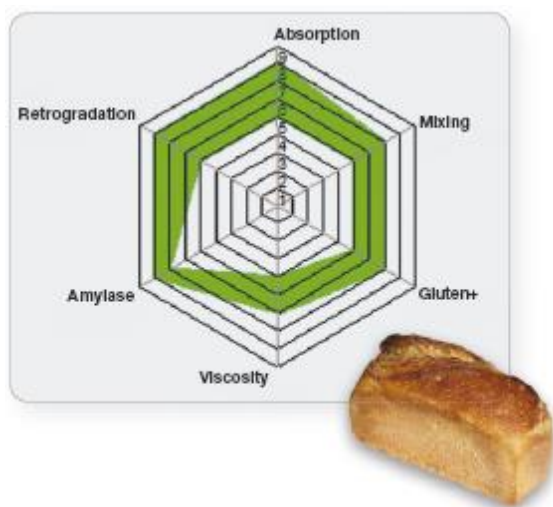
V porovnání s měřením, které v roce 2018 prováděla Hrdličková, byly zjištěny rozdíly ve třech parametrech. Naše odrůdy celkově více absorbovaly vodu, měly vyšší stabilitu během hnětení a dosahovaly středních hodnot u viskozity těsta při zahřívání, což je v rámci optima, oproti viskozitě vzorku pšenice Hrdličkové.

Graf č. 5: Pšenice setá



V porovnání se vzorovými profily se pšenice setá nejvíce hodí pro pečení formového chleba 3 (viz obr. č. 14) Ve skutečnosti se ale podle Chopin+ protokolu zkoumané odrůdy k pečení chleba příliš nehodí (BioPro, 2012).

Obr. č. 13 Profil formového chleba 3



Konečné porovnání

Grafické srovnání všech měřených odrůd je pro lepší přehlednost umístěno samostatně v příloze (viz Graf č. 1). U všech druhů, kromě pšenice jednozrnky (odrůdy J1 a J2) a odrůdy SW Kadrij pšenice seté, se ověřilo tvrzení Zdražilové (2011) o větší vaznosti vody bílou moukou. Tyto nesouhlasící odrůdy by v tomto ohledu spíše odpovídaly hodnotám celozrnné mouky. Co se týká stability těsta, všechny druhy se vešly do svých rozmezí optima, kromě jednozrnky. Ukázalo se, že ačkoli jednozrnka a dvouzrnka obsahují lepek horší kvality (Škeříková, 2009; Moudrý a kol., 2011), mají ho odolnější vůči zahřátí oproti dalším zkoumaným druhům.

V této části výzkumu dosahovaly svého optima gluten indexu, oproti špaldě a pšenici seté s nízkými hodnotami. Optimálních hodnot viskozity těsta při záhřevu dosáhla pouze pšenice setá. U jednozrnky, dvouzrnky i špaldy byly naměřeny příliš nízké (minimální) hodnoty. Z hlediska amylázové aktivity a indexu retrogradace se všechny druhy vešly do svých optim a dosahovaly přibližně stejných hodnot.

6. Závěr

V rámci bakalářské práce se podařilo prokázat rozdílnost parametrů reologických vlastností a pekařské jakosti mezi pšenicí setou, špaldou, jednozrnkou a dvouzrnkou. Analýza prokázala mnohdy i větší odchylky naměřených hodnot mezi odrůdami téhož druhu. Bylo prokázáno, že pšenice setá dosahuje z hodnocených druhů nejlepších výsledků pekařské kvality, čímž byla potvrzena první hypotéza. Pšenice jednozrnka a dvouzrnka skutečně obsahovaly menší množství lepku, měly nižší stabilitu a proto byly hodnoceny spíše jako vhodné pro výrobu nekynutých těst a na pečení sušenek, keksů a oplatek. Díky vypěstování těchto plodin v ekologickém zemědělství došlo ke snížení obsahu bílkovin v zrně a z toho důvodu se pro tento účel staly ještě vhodnějšími. Požadavek na maximální obsah bílkovin v zrně je u pečivářských výrobků stanoven na 12 %. Dvouzrnka se mimo jiné hodí také pro výrobu chutných těstovin a špalda je využívána při výrobě extrudovaných výrobků a krekrů.

Pšenice setá prokázala svou vhodnost k pečení kynutých výrobků díky stabilitě a bobtnavosti bílkovin, velmi dobré pevnosti a pružnosti lepku. Tím se postupně potvrdila i druhá hypotéza. Špalda ale naopak obsahuje velké množství výživově hodnotných bílkovin a proto by bylo vhodné pracovat se směsí těchto dvou pšenic.

U odrůdy D11 dvouzrnky a SP6 špaldy bylo zjištěno u vzorků pro rok 2014 pravděpodobné porostení zrna před sklizní, které bylo indikováno příliš nízkým číslem poklesu, horším mazováním škrobu, retrogradací škrobu ve fázi chlazení a v případě odrůdy SP6 špaldy i zvýšenou alfa – amylázovou aktivitou. Z toho důvodu by zde mohlo dojít ke snížení pekařské jakosti, zeslabení pružnosti střídy pečiva a snížení schopnosti pečiva vázat vodu. Zajímavý je fakt, že v letech, kdy došlo k porůstání byla průměrně naměřena vyšší stabilita i trvanlivost těsta. Cílů bylo dosaženo pomocí měření reologických vlastností na přístroji Mixolab II, grafického výkladu nástroje Profiler a vyhodnocení parametrů pekařské jakosti.

Vyšší stabilitu (sílu) bílých mouk oproti celozrnným se nepodařilo potvrdit, protože nebylo možné dohledat dostatečné množství materiálů, které by to dokazovaly. Zdroje, které jsem měla k dispozici, byly v rozporu. V akademické práci byly zjištěny opačné výsledky, nežli byly uvedeny v odborné literatuře, proto poslední hypotéza zůstává nepotvrzena.

7. Seznam použité literatury

AMBROZOVÁ, Lucie. *Porovnání výnosové schopnosti ozimých a jarních odrůd pšenice*. České Budějovice, 2011. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Štěřba, Ph.D.

BERÁNEK, Jaroslav. *Agrotechnické aspekty pěstování pšenice špaldy*. České Budějovice, 2017. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Bioetanol. *Www2.zf.jcu.cz* [online]. České Budějovice, 2011 [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Bioetanol.htm>

BRANDT, Kirsten; LÜCK, Lorna; WYSS, Gabriela and TORJUSEN, Hanne (2005) Production of Bread Wheat Control of Quality and Safety in Organic Production Chains. Organic HACCP, no. Nr. 9. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, CH-5070 Frick; University of Newcastle, UK-NE1 7RU, Newcastle upon Tyne. [Unpublished]

CAPOUCHOVÁ, I., A. ŠKEŘÍKOVÁ, D. KONVALINA, M. VÁCLAVÍKOVÁ a E. PROKINOVÁ. *SBORNÍK SOUHRNŮ SDĚLENÍ ze XLIV. Symposia o nových směrech výroby a hodnocení potravin: Využití reologického systému Mixolab při detekci změn pekařské kvality ozimé pšenice s různou intenzitou kontaminace Fusarium spp.* [online]. 2014 [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <http://www.czechfoodchem.cz/2014/Sborn%C3%ADk%20souhrn%C5%AF%20SKD%202014%20final.pdf>

CAPOUCHOVÁ, Ivana a Jiří PETR. *PĚSTOVÁNÍ ODRŮD PŠENICE PRO PEČIVÁRENSKÉ ÚČELY*. *Agrární portál agris* [online]. Katedra rostlinné výroby AF ČZU Praha, 1999 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/106359>

CAPOUCHOVÁ, Ivana, Dagmar JANOVSÁ a Karel SUCHÝ, KONVALINA, Petr, ed. *Plant Growing in Organic Farming: Hulled wheats*. 2nd edition. University of South Bohemia in České Budějovice: Typodesign s.r.o, 2017. ISBN 978-80-7394-670-8.

CARNEVALI, Andrea, Andrea GIANOTTI, Serena BENEDETTI, et al. Role of Kamut® brand khorasan wheat in the counteraction of non-celiac wheat sensitivity and oxidative damage. *Food Research International* [online]. Elsevier, 2014, **63**, str. 218-226 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996914000829#!>

DUBAT, Arnaud, Cristina M. ROSELL a Eimear GALLAGHER. *Mixolab: a new approach to rheology*. St. Paul, Minn.: AACC International, c2013. ISBN 978-1-891127-77-9.

DUDÁŠ, František. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*. Praha: SZN, 1981. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

GIANOTTI, A., F. DANESI, V. VERARDO, et al. *Role of cereal type and processing in whole grain in vivo protection from oxidative stress*. [online]. 2011. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21196251>

GRAMAN, Josef a Vladislav ČURN. *Šlechtění zemědělských plodin: (obiloviny, luskoviny)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. ISBN 80-7040-300-4.

HAVRÁNEK, Antonín. *Reologie a její aplikace na biolátky* [online]. Praha, 2008 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: web.ftvs.cuni.cz/elstudovna/download.php?dir=./obsah/abi/doc...Reologie.doc. Výukový materiál. Karlova Univerzita.

HAVRÁNEK, Antonín. *Reologie a její aplikace na biolátky* [online]. Praha, 2008 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: web.ftvs.cuni.cz/elstudovna/download.php?dir=./obsah/abi/doc...Reologie.doc. Výukový materiál. Karlova Univerzita.

HILDERMANN, Isabell (2010) Performance of Winter Wheat Cultivars in Organic and Conventional Farming Systems. PhD thesis, Botanisches Institut, Sektion Pflanzenphysiologie an der Universität Basel.

HRDLIČKOVÁ, Barbora. *Kvalitativní parametry těstovin z pluchatých pšeníc a optimalizace jejich receptur*. České Budějovice, 2018. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

HUBÍK, Květoslav a Jan MAREČEK. Kvalita obilnin. In: *Časopis Farmář* [online]. Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.; Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 2002 [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/kvalita-obilnin/>

CHOPIN, O.K.SERVIS BioPro, s.r.o. *Aplikační příručka Mixolabu: Reologické a enzymové analýzy, Metody analýzy, Studie a aplikace*. Praha 9, 2012.

CHRPOVÁ, Jana. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha Ruzyně: *Odolnost pšenice špaldy k fuzarióze klasu*. *Časopis Úroda*. 2018, **09/2018**, str. 24–27.

JIRSA, Ondřej, Slavoj PALÍK, Ivana POLIŠENSKÁ a Irena SEDLÁČKOVÁ. Kvalita potravinářské pšenice a žita ze sklizně 2018. *Mlynářské noviny* [online]. Agrotest fyto, s. r. o., Kroměříž, 2018, (04/2018), str. 2–5 [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/Prehled_vysledku_monitoringu_kvality/2018/Mlynarske_noviny_2018_4.pdf

JŮZA, Martin. *Tvorba výnosu pšenice dvouzrnky v ekologickém zemědělství*. České Budějovice, 2016. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Kamut.com, 2019: <https://www.kamut.com/>

KONVALINA et al., 2014: *Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství*, Kapitola 3: Pluchaté pšenice – Pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum* L.),

Pšenice dvouzrnka [*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl.] a Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.), České Budějovice, ISBN 978-80-87510-32-2, 294 str., http://konvalina.zf.jcu.cz/download/93_94_cs_2014-ez-kniha.pdf

KONVALINA, 2011: Netradiční obilniny v ekozemědělství, týdeník zemědělec 39/2011, <http://orgprints.org/24851/1/zm39strana21.pdf>

KONVALINA, P., MOUDRÝ, J.jr., MOUDRÝ J.(2008): Quality parameters of emmer wheat landraces. *Journal of Central European Agriculture*, 9(3):p. 539-546

KONVALINA, Petr; STEHNO, Zdenek; CAPOUCHOVA, Ivana; MOUDRY, Jan; SRAMEK, J. and MOUDRY, Jan (jr.) (2009) Differences in the Morphological Characteristics of the Land Races of the Soft and Emmer Wheat in Relation to the Modern Varieties. *Lucrări Științifice, Seria Agronomie*, 52 (1), pp. 87-96.

KRAMOLIŠOVÁ, Marcela. *Katalog extrémních hydrometeorologických jevů na Moravě ve 20. století s dopady na zemědělskou produkci*. Brno, 2011. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Vedoucí práce: prof. RNDr. Rudolf Brázdil, DrSc.

KŮST, František a Jiří ZÁRUBA: Situační a výhledová zpráva. Obiloviny. Prosinec 2017 / Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2017. 111 s. 1211-7692 http://eagri.cz/public/web/file/578612/SVZ_Obiloviny_12_2017.pdf

KŮST, František. Produkce pšenice v České republice. *Pšenice: odborná příloha časopisu Úroda*. 2017, přílohová část.

KYPTOVÁ, Markéta. *Technologická a senzorická jakost zrna a pečiva z pšenice špaldy*. České Budějovice, 2016. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

MACHOVCOVÁ, Dana. *Kvalita potravinářské a krmné pšenice*. České Budějovice, 2011. Bakalářská práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Štěřba, Ph.D.

MOUDRÝ, J, Skripta 2: Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/2/psenice_spalda.html

MOUDRÝ, Jan a Jan JŮZA. *Pěstování obilnin*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. ISBN 80-7040-274-1.

MOUDRÝ, Jan. *Alternativní plodiny*. Praha: Profi Press, 2011. ISBN 978-80-86726-40-3.

NÁGLOVÁ, Zdeňka a Marcela REMEŠOVÁ. Ústav zemědělské ekonomiky a informací: Mezinárodní srovnání ekonomiky pěstování ozimé pšenice. *Časopis Úroda*. 2019, **02/2019**, str. 20–25.

Obrázek produktů pečivářenské výroby: Vanessa, ozimá pšenice pečivářenské jakosti. *SELGEN, a. s.* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://selgen.cz/obiloviny/psenice-ozima-2/vanessa/>

Obrázek přístroje Mixolab II. *Chopin technologies* [online]. 2018 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://chopin.fr/en/page-dun-produit/mixolab-2.html>

PELIKÁN, Miloš a Lenka SÁKOVÁ. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. České Budějovice: Jihočeská universita, 2001. ISBN 80-7040-502-3.

PETR, Jiří a Jozef HÚSKA. *Speciální produkce rostlinná*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1997. ISBN 80-213-0152-x.

POLIŠENSKÁ, Ivana a Ondřej JIRSA. Kvalita sklizně pšenice 2018 a hodnocení pěstovaných odrůd. Agromanuál [online]. 2019, (02/2019), str. 100–102 [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/Prehled_vysledku_monitoring_u_kvality/2018/Agromanual_2019_2.pdf

PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA J., SKŘIVAN P., HRUŠKOVÁ M.: *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2004. Str. 012-013. ISBN 80-7080-530-7

SISSONS, Mike, J. ABECASSIS, Brian MARCHYLO a Marina CARCEA. *Durum wheat: chemistry and technology*. Second edition. St. Paul, Minnesota: AACC International, 2012. ISBN 978-1-891127-65-6.

SKERIKOVA, A., Ivana CAPOUCHOVA, Zdenek STEHNO, Petr KONVALINA, Jan MOUDRY a L. DOTLACIL. Technologická jakost minoritních druhů pšenice z ekologického způsobu pěstování a možnosti jejich využití: [Technological quality of minor spring wheat species from organic farming and possibilities of their utilization.]. *Úroda: časopis pro rostlinnou produkci* [online]. 2009, **57**(12), str. 599-602. Dostupné z: <http://orgprints.org/21275/>

STALLKNECHT, G.F., K.M. GILBERTSON, AND J.E. RANNEY. 1996. Alternative wheat cereals as food grains: Einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. p. 156-170. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA., <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-156.html>

STEHNO, Z. (2001): Pěstování a možnosti využití pluchatých pšenic. *Farmář*, 7–8: 18-21

ŠARAPATKA, B a URBAN, J. (2006): *Ekologické zemědělství v praxi*. Šumperk: PRO-BIO. ISBN 8087080009.

ÚKZÚZ, *Metodiky zkoušek užitné hodnoty pšenice ZUH/22-2013 (2013): Která platí pro pšenice setá (Triticum aestivum L.), pšenice tvrdá (Triticum durum Desf.) a pšenice špalda (Triticum spelta L.)*,

VAVREINOVÁ, 2014: *Uplatnění zemědělského a potravinářského výzkumu v zajištění kvalitních potravin*. Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., SBORNÍK

SOUHRNŮ SDĚLENÍ ze XLIV. Symposia o nových směrech výroby a hodnocení potravin, dostupné z:

<http://www.czechfoodchem.cz/2014/Sborn%C3%ADk%20souhrn%C5%AF%20SKD%202014%20final.pdf>

Vedecké práce katedry rastlinnej výroby: k 100. výročiu narodenia akademika Dr. h. c. Emila Špaldona. Nitra, 2018. ISBN 978-80-552-1834-2.

VOPÁTKOVÁ, Linda. *Posouzení možností využití celých klásků pšenice špaldy pro přípravu pekařských produktů.* České Budějovice, 2018. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

Vukrom.cz, 2019: Nabídka osiv, Naše odrůdy, zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s. r. o., <https://www.vukrom.cz/cz/nase-odrudy.html#Nab%C3%ADka%20osiv>

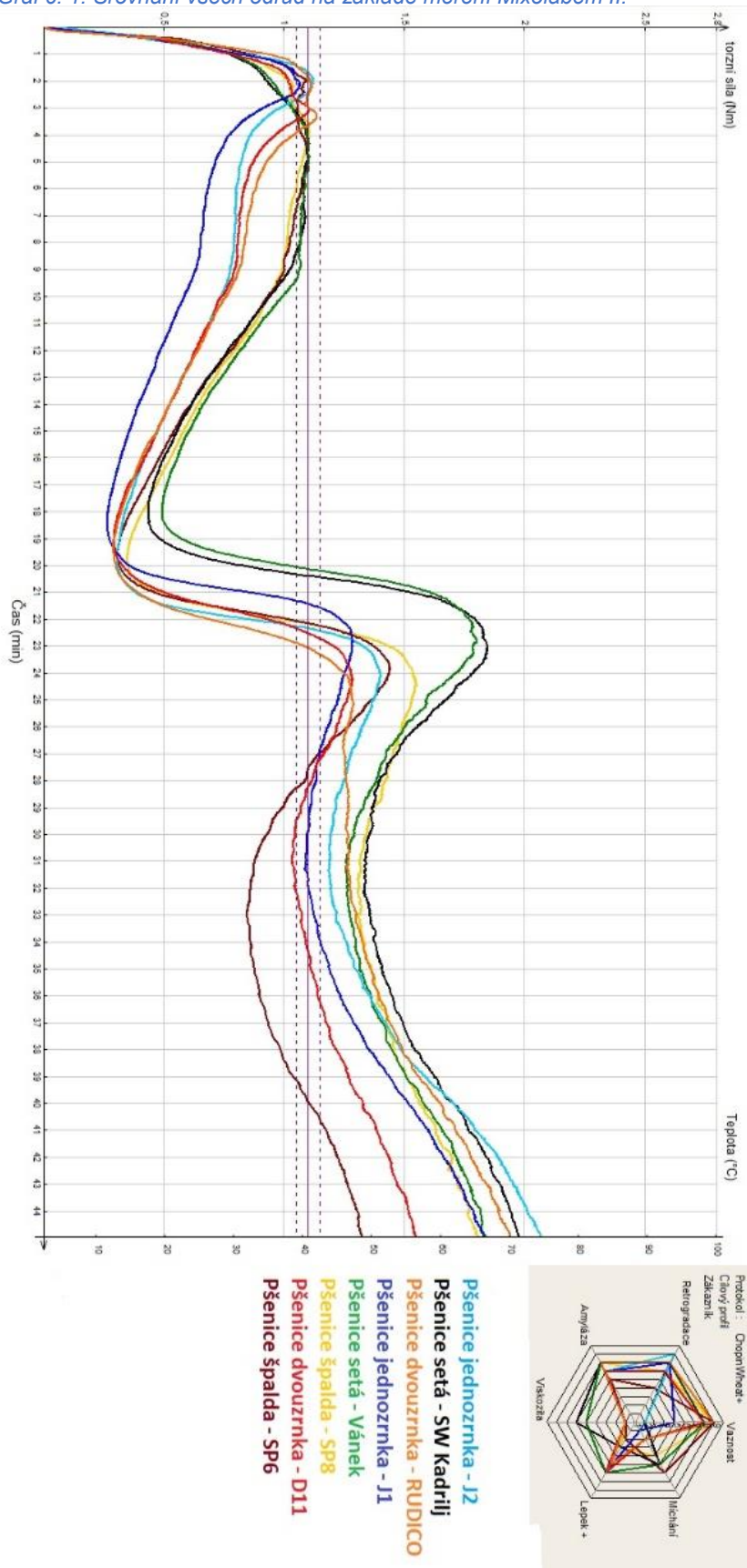
ZADRAŽILOVÁ, Monika. *Vliv stupně vymletí pšeničné mouky na vlastnosti pečiva.* Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Mgr. Iva Burešová, Ph. D.

ZIMOLKA, Josef. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna.* Praha: Profi Press, c2005. ISBN 8086726096.

ZPRÁVA O TRHU OBILOVIN, OLEJNIN A KRMIV. Státní zemědělský intervenční fond [CZ] [online]. Praha, 2018, 3.8. 2018 [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: https://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Ftis%2Fzpravy_o_trhu%2F05%2F1532693193222.pdf

8. Přílohy

Graf č. 1: Srovnání všech odrůd na základě měření Mixolabem II.



Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázky

| | |
|---|----|
| Obrázek číslo 1 – <i>Klasy pšenice jednozrnky, dvouzrnky, špaldy a kamutu</i> | 14 |
| Obrázek číslo 2 – Pšenice khorasanská (<i>Triticum turanicum</i>) – Kamut | 15 |
| Obrázek číslo 3 – Odrůda pšenice seté (<i>Triticum aestivum</i>) Citrus | 16 |
| Obrázek číslo 4 – Odrůda pšenice seté PS Karkulka | 17 |
| Obrázek číslo 5 – Odrůda pšenice seté Skorpion | 17 |
| Obrázek číslo 6 – Barvy zrna pšenice–porovnání | 18 |
| Obrázek číslo 7 – Vyjádření mlynářské a pekařské jakosti | 22 |
| Obrázek číslo 8 – Produkty pečivářenské výroby | 24 |
| Obrázek číslo 9 – Přístroj Mixolab II | 30 |
| Obrázek číslo 10 – Profil chleba z parní pece | 43 |
| Obrázek číslo 11 – Profil čínských nudlí | 44 |
| Obrázek číslo 12 – Profil krekrů | 46 |
| Obrázek číslo 13 – Profil formového chleba 3 | 47 |

Grafy

| | |
|--|----|
| Graf číslo 1 – Srovnání všech odrůd na základě měření Mixolabem II | 55 |
| Graf číslo 2 – Pšenice jednozrnka | 42 |
| Graf číslo 3 – Pšenice dvouzrnka | 43 |
| Graf číslo 4 – Pšenice špalda | 45 |
| Graf číslo 5 – Pšenice setá | 47 |

Tabulky

| | |
|--|----|
| Tabulka číslo 1 – Tab. průměrných hodnot kvality pšenice od roku 2011 do roku 2018 | 23 |
| Tabulka číslo 2 – Minimální hodnoty pro zařazení odrůd do kategorií | 23 |
| Tabulka číslo 3 – <i>Rozpětí hodnot parametrů Mixolabu</i> | 30 |
| Tabulka číslo 4 – Seznam odrůd | 32 |
| Tabulka číslo 5 – Vyhodnocení sled. parametrů u jednotlivých druhů pšenice | 36 |
| Tabulka číslo 6 – Vyhodnocení sled. parametrů u jednotlivých odrůd pšenice | 37 |
| Tabulka číslo 7 – Vyhodnocení sled. parametrů v ročnících 2014–2015 | 37 |