

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělské inženýrství (N4101)

Studijní obor: Agroekologie - Ekologické zemědělství

Katedra: Agroekosystémů

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Kvalitativní parametry těstovin z pluchatých pšenic a optimalizace jejich  
receptur

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

Autor diplomové práce: Bc. Barbora Hrdličková

České Budějovice, 2018

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

Jméno a příjmení: **Bc. Barbora HRDLIČKOVÁ**  
Osobní číslo: **Z16410**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie - Ekologické zemědělství**  
Název tématu: **Kvalitativní parametry těstovin z pluchatých pšeníc a optimalizace jejich receptur**  
Zadávací 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: Na základě kvality zrna a jakosti připravených těstovin z mouky pluchatých pšeníc optimalizovat postup jejich výroby a recepturu.

1. Úvod - úvod do problematiky
2. Literární přehled - Suroviny pro výrobu těstovin a požadavky na jejich jakost. Hodnocení jakosti těstovin. Technologické postupy výroby a receptury v rámci celého světa. Perspektivy pro výrobu lokálních těstářenských produktů.
3. Metodický postup - studium doporučené literatury a zpracování rešerše. Technologická jakost suroviny (zrna). Technologie výroby. Hodnocení jakosti těstovin. Optimalizace technologie výroby a receptury. Statistické vyhodnocení dat.
4. Výsledková část - Vyhodnocení rozdílů mezi hodnocenými druhy pšenice v technologické jakosti. Posouzení jakosti zrna pluchatých pšeníc pro přípravu těstovin a zhodnocení výsledků senzorické analýzy. Návrh inovativních technologických postupů výroby těstovin a optimalizace receptury. Posouzení nejvhodnější technologie z pohledu specifické jakosti pluchatých pšeníc.
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: **30-60-stran včetně příloh**  
Forma zpracování diplomové 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

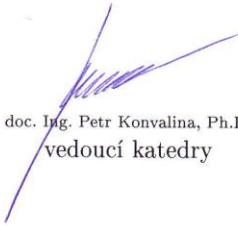
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.**  
Katedra agroekosystémů

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2018**

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

  
JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 20. března 2017

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich 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.

11. 4. 2018

Podpis studenta

## **Poděkování**

Mé poděkování patří panu doc. Ing. Petru Konvalinovi Ph.D. za odbornou pomoc a rady, které mi v průběhu zpracovávání diplomové práce věnoval. Mé poděkování patří i paní Martině Zemanové a Ing. Ondřeji Vláškovvi za předávání svých praktických zkušeností během práce v laboratoři.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá kvalitativními parametry těstovin z pluchatých pšenic a následně optimalizací jejich receptur. V práci jsou použity vzorky z pšenice jednozrnky *Triticum monococcum* L., pšenice dvouzrnky *Triticum dicoccum* Schuebl, pšenice špaldy *Triticum spelta* L. a komerčně využívané pšenice seté *Triticum aestivum* L. V diplomové práci je hodnocena pekařská kvalita těchto pšenic. Pro pekařskou kvalitu se určuje obsah N – látek metodou dle Kjeldahla a hodnota sedimentace Zelenyho testem. Stanovuje se množství mokrého lepku, gluten index a číslo poklesu. Pro určení reologických vlastností se používá přístroj Mixolab. Pro hodnocení kvality těstovin jsou provedeny zkoušky varem. Těmi je vařivost, vaznost, bobtnavost a množství uvolněného kalu. V další části se porovnávají vzorky těstovin vyrobené ze směsí mouk. U těchto těstovin se posuzuje vliv vlastností jednotlivých druhů pšenic na jejich kvalitu. Hodnocení se provádí zkouškami varem a senzorickou analýzou.

Práce prokázala, že přidáním pšenice dvouzrnky do směsi se zvýší kvalita těstovin.

**Klíčová slova:** pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka, pšenice špalda, kvalita těstovin

## **Abstrakt**

The diploma thesis deals with qualitative parameters of hulled wheat pasta and consequently optimization of its recipes. The work uses samples of eincorn *Triticum monococcum* L., emmer *Triticum dicoccum* Schuebl, spelt *Triticum spelta* L. and commercially used bread wheat *Triticum aestivum* L. The diploma thesis defines the bakery quality of these kinds of wheat. For bakery quality the Kjeldahl method determined the organic N, the Zeleny test determined the sedimentation value. Sets the amount of wet gluten, the gluten index, and the falling number. Mixolab was used to determine rheological properties. To evaluate the quality of the pasta, cooking tests were carried out. These were cooking time, bulkiness, water absorption and amount of sediment. In the next part, wheat mixtures are produced based on the results. Here is assessed the impact of individual kind of wheat on pasta made from mixtures, which are composed of two wheat species. To determine the quality of the pasta from the mixtures, sensory evaluation and cooking tests were performed.

In this work I demonstrate, that adding emmer to the mixture increases the quality of pasta.

**Keywords:** eincorn, emmer, spelt, quality pasta.

## Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Botanická charakteristika pšenice .....	11
2.2 Anatomické složení pšeničného zrna .....	12
2.3 Chemické složení zrna pšenice.....	13
2.3.1 Bílkoviny.....	14
2.3.2 Sacharidy.....	15
2.3.3 Lipidy .....	15
2.3.4 Vitaminy a minerální látky.....	16
2.4 Pluchaté pšenice .....	17
2.4.1 Pšenice jednozrnka.....	17
2.4.2 Pšenice dvouzrnka.....	18
2.4.3 Pšenice špalda .....	19
2.5 Těstoviny .....	19
2.5.1 Rozdělení těstovin.....	20
2.5.2 Suroviny pro výrobu těstovin.....	21
2.5.3 Technologický postup výroby těstovin .....	23
2.6 Využití pluchatých pšenic v těstářství .....	26
3. Cíl práce .....	27
4. Metodika práce.....	28
4.1 Příprava zrna pro výrobu mouky.....	28
4.1.1 Kropení zrna.....	28
4.1.2 Mletí zrna .....	28
4.2 Stanovení pekařské jakosti mouky .....	28
4.2.1 Stanovení sedimentačního indexu.....	28
4.2.2 Stanovení N – látek Kjeldahlovou metodou .....	29
4.2.3 Stanovení mokrého lepku a jeho kvality .....	30

4.2.4	Stanovení pádového čísla.....	31
4.3	Reologické vlastnosti těsta (Mixolab).....	32
4.4	Výroba těstovin .....	33
4.5	Zkoušky varem u těstovin .....	35
4.5.1	Stanovení vařivosti.....	35
4.5.2	Stanovení vaznosti .....	35
4.5.3	Stanovení bobtnavosti .....	36
4.5.4	Stanovení usazeniny.....	36
4.6	Výroba směsi mouky.....	36
4.7	Senzorické hodnocení těstovin.....	37
5.	Výsledky a diskuze .....	38
5.1	Hodnocení pekařské jakosti mouky.....	38
5.1.1	Hodnocení sedimentačního indexu .....	38
5.1.2	Hodnocení N - látek .....	39
5.1.3	Hodnocení mokrého lepku a jeho kvality .....	41
5.1.4	Hodnocení pádového čísla .....	43
5.2	Hodnocení reologických vlastností na přístroji Mixolab .....	44
5.2.1	Hodnocení parametrů Mixolabu .....	44
5.2.2	Hodnocení výsledků Profileru.....	48
5.3	Hodnocení těstovin a zkoušek vařením.....	53
5.3.1	Hodnocení vařivosti .....	54
5.3.2	Hodnocení vaznosti.....	55
5.3.3	Hodnocení bobtnavosti.....	56
5.3.4	Hodnocení množství usazeniny .....	57
5.4	Statistické vyhodnocení měření.....	57
5.5	Výroba těstovin ze směsí a hodnocení jejich kvality .....	62
5.5.1	Hodnocení vařivosti .....	63



5.5.2	Hodnocení vaznosti.....	64
5.5.3	Hodnocení bobtnavosti.....	65
5.5.4	Hodnocení množství usazeniny .....	66
5.6	Hodnocení sensorické analýzy .....	66
5.7	Shrnutí sensorického hodnocení .....	72
6.	Závěr .....	74
	Použitá literatura: .....	76
	Seznam použitých zkratk.....	83
	Seznam tabulek, grafů a obrázků .....	84

## 1. Úvod

Pšenice je obilovina, která ve světovém měřítku patří společně s kukuřicí a rýží mezi nejpěstovanější obiloviny. Přibližně jedna třetina její produkce je zpracována k potravinářským účelům. Hlavními potravinami vyrobenými z pšenice jsou pekařské výrobky a těstoviny. Pšenice tvrdá *Triticum durum* DESF., z níž se získává mouka pro výrobu kvalitních těstovin, není vhodná pro pěstování v klimatických podmínkách České republiky, proto se tato práce bude zabývat využitím alternativních druhů pšenice. Těmi jsou pro účely mého výzkumu pšenice špalda *Triticum spelta* L., pšenice dvouzrnka *Triticum dicoccum* SCHUEBL a pšenice jednozrnka *Triticum monococcum* L. Tyto druhy jsou odolné, není třeba využívat syntetických hnojiv a pesticidů a z toho důvodu se hodí pro pěstování v ekologickém zemědělství v klimatu České republiky. Všechny tyto odrůdy se řadí do skupiny pluchatých pšenic, mají vysokou nutriční hodnotu, především vysoký obsah bílkovin a minerálních látek. V dnešní době roste poptávka po výrobcích, které jsou alternativou k výrobkům z pšenice seté *Triticum aestivum* L. Na trhu se již běžně vyskytují i těstoviny z pšenice špaldy. Je pravděpodobné, že těstoviny i ze zbylých druhů pluchatých pšenic najdou uplatnění na trhu.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Botanická charakteristika pšenice

Rod pšenice *Triticum* L. náleží do čeledi lipnicovitých *Poaceae*. Tento rod má asi 15 druhů. Pšenice má základní chromozomové číslo 7 a dle počtu somatických chromozomů ji můžeme dělit do těchto tří, popřípadě čtyř skupin: diploidní ( $2n = 14$ ), tetraploidní ( $4n = 28$ ) a hexaploidní ( $6n = 42$ ). Čtvrtá skupina, oktoploidní ( $8n = 56$ ), vznikla křížením a polyploidizací (GRAMAN, ČURN 1998).

Odrůdy pšenice lze rozdělit podle druhů na plané či kulturní, dále pak podle pluchatosti obilek a lámavosti klasového větene. Jednotlivé druhy se mezi sebou snadno kříží a poskytují plodné potomstvo (GAJDOŠOVÁ, ŠTURDÍK, 2004). Významné druhy a jejich rozdělení jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Systematické třídění hlavních druhů pšenice

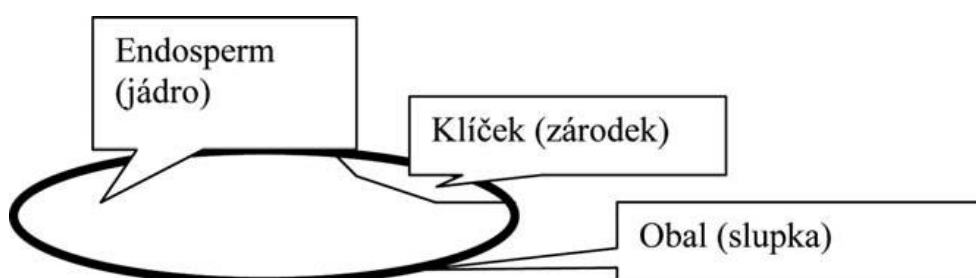
Počet chromozomů Genom		Diploidní AA	Tetraploidní AABB	Hexaploidní AABBDD
Plané	Obilka pevná,	<i>Tr. urartu</i> THUM. ex GANDIL. <i>Tr. boeoticum</i> BOISS.	<i>Tr. dicoccoides</i> SCHWEINF. <i>Tr. araraticum</i> JAKUBZ.	
	klasové větveno lámavé	<i>Tr. monococcum</i> L.	<i>Tr. dicoccum</i> SCHUEBL <i>Tr. timopheevii</i> ZHUK.	<i>Tr. macha</i> DEKAPR. et MIGUSCH. <i>Tr. spelta</i> L. <i>Tr. vavilovii</i> JAKUBZ.
Kulturní	Obilka nahá, klasové větveno pevné		<i>Tr. durum</i> DESF. <i>Tr. turgidum</i> L. <i>Tr. turanicum</i> JAKUBZ. <i>Tr. polonicum</i> L. <i>Tr. carthlicum</i> NEVSKI <i>Tr. abyssinicum</i> STEUD.	<i>Tr. aestivum</i> L. <i>Tr. compactum</i> HOST <i>Tr. sphaerococcum</i> PERCIV.

Zdroj: GRAMAN, ČURN, 1998

## 2.2 Anatomické složení pšeničného zrna

Obilná zrna se skládají z jednotlivých buněk, které se od sebe liší anatomickou stránkou, například velikostí nebo tvarem a stránkou chemickou, která znázorňuje obsah jednotlivých živin. Obilka je plod, tedy semeno obiloviny, ve kterém je uložen klíček příští rostliny. Živiny, které jsou uloženy v obilce, slouží k zapuštění zárodečného kořínku a vytlačení vegetačního vrcholu nad půdu. K následnému růstu už obilka čerpá energii ze slunce pomocí fotosyntézy. Hlavní tři části obilky jsou popsány na obrázku č. 1.

Obrázek 1: Hlavní části pšeničné obilky

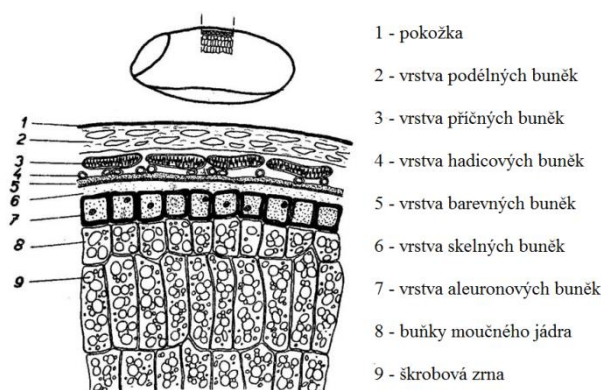


Zdroj: MARTÍNEK, FILIP, (2012)

Obalové vrstvy, které pokrývají celý povrch zrna, mají ochranný vliv. Tyto vrstvy jsou ve mlýně oddělovány od endospermu. U pšenice činí obaly přibližně 15 – 17 % objemu celého zrna. Některé druhy pšenic mají ještě na povrchu zrna pluchy, které se skládají ze dvou listů – vlastní plucha a pluška.

Obalové vrstvy se skládají ze dvou částí – oplodí (perikarpus) a osemení (testo). Oplodí tvoří čtyři vrstvy buněk. Nejsvrchnější je pokožka, pod ní se nachází vrstva podélných buněk nazývaných vnější oplodí (epikarpium). Pod oplodím je uložena vrstva příčných buněk – vnitřní oplodí (endokarpium), a konečná vrstva hadicových buněk. Osemení tvoří dvě vrstvy – vrstva buněk barevných neboli vnější osemení a vrstva skelných buněk zvaných vnitřní osemení nebo hyalinní vrstva (episperm) (MARTÍNEK, FILIP, 2012). Průřez zrnem a jednotlivé vrstvy znázorňuje obrázek č. 2.

**Obrázek 2: Část podélného řezu zrnem pšenice**



Zdroj: MARTÍNEK, FILIP, (2012)

### 2.3 Chemické složení zrna pšenice

Pšeničné zrnó se skládá ze dvou základních složek, a to z vody a sušiny. Obsah vody se pohybuje kolem 12 – 15 % a zbytek tvoří sušina. Ta obsahuje všeobecně přibližně 75 % sacharidů, 10 – 15 % bílkovin, 2 % tuků a kolem 1 % vitamínů a minerálních látek. Právě vysoký obsah sacharidů dělá z obilovin velmi energeticky hodnotnou surovinu. Obiloviny se totiž podílejí z jedné třetiny na pokrytí energie dodané potravou (GAJDOŠOVÁ, ŠTURDÍK, 2004). Obsah vybraných látek v zrně pšenice znázorňuje tabulka č. 2.

**Tabulka 2: Procentuelní chemické složení zrna pšenice**

Část zrna	Pentosany a hemicelulosa	Celulosa	Škrob	Cukry	Bílkoviny	Tuky	Miner. látky	Vitaminy
Otruby	43,1	35,2	14,1	7,6	-	5,4	7,0	15,0
Oplodí	-	-	-	-	2,5	0,9	-	-
Aleuronová vrstva	-	-	-	-	1,5	0,4	-	-
Osemení	-	-	-	-	14,2	8,0	61,0	-
Jádno	4,2	0,3	95,8	1,5	74,5	1,5	20,0	83,0
Klíček	15,3	16,8	31,5	36,4	3,0	11,3	12,0	2,5

Zdroj: ARENDT, ZANNINI, 2013

### 2.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou považovány za nejdůležitější živinu pro člověka a zvířata. Obsah bílkovin v jádru pšenice se pohybuje kolem 11 – 18 % z celkové sušiny. Pšeničné proteiny jsou klasifikovány podle jejich extrahovatelnosti a rozpustnosti v různých rozpouštědlech. Tato klasifikace byla poprvé uvedena T. D. Osbornem, odtud název Osbornovo rozdělení:

- albuminy – jsou rozpustné ve vodě,
- globuliny – nejsou rozpustné v čisté vodě, ale rozpouštějí se ve zředěných roztocích NaCl,
- prolaminy (gliadiny) – jsou rozpustné v 70% ethanolu,
- gluteniny – rozpustné ve zředěných kyselinách nebo v roztoku hydroxidu sodného.

PRUGAR A HRAŠKA (1986) uvádějí, že albuminy a globuliny jsou označovány jako rozpustné bílkoviny, gliadiny a gluteniny jako bílkoviny lepku. Obsah jednotlivých skupin bílkovin v pšeničném zrně uvádí tabulka č. 3.

**Tabulka 3: Obsah bílkovin v pšeničném zrně**

	<b>Albuminy</b>	<b>Globuliny</b>	<b>Prolaminy</b>	<b>Gluteniny</b>
% v zrně	14,7	7,0	32,6	45,7

*Zdroj: FAMĚRA, 2016*

Albuminová a globulinová frakce pokrývá v pšeničném zrně přibližně 25 % obsahu bílkovin. V zrně jsou koncentrovány v aleuronové vrstvě a v klíčku, nižší koncentraci mají v endospermu. Albuminy mají nejmenší molekulovou hmotnost z bílkovinné frakce pšeničného zrna, přesto jsou velmi heterogenní směsí složek s rozličným aminokyselinovým složením. Právě tyto bílkoviny vykazují nejlepší aminokyselinové složení. Mají více esenciálních aminokyselin a zvyšují tedy biologickou hodnotu bílkovin. Obsahují hodně lyzinu, tryptofanu, histidinu, methioninu ale i kyselinu asparagovou a glycin (PRUGAR, HRAŠKA, 1986).

Gliadiny a glutaminy jsou zásobní proteiny a pokrývají asi 75 % obsahu bílkovin. V pšeničném zrně se nacházejí především v endospermu. V klíčku a zelených částech rostliny se gliadiny a glutaminy nenacházejí vůbec (ŠRAMKOVÁ et al., 2009). Protože zásobní proteiny představují vysoký obsah bílkovinného složení, mají

velký vliv na biologickou hodnotu bílkovin. Obzvláště gliadiny mají nevhodné složení aminokyselin, obsahují totiž velké množství kyseliny glutamové a prolinu. Ty společně mohou zastupovat až 65 % obsahu aminokyselin (PRUGAR, HRAŠKA, 1986).

### **2.3.2 Sacharidy**

Sacharidy tvoří nejpodstatnější podíl pšeničného zrna. Patří sem polysacharidy (škrob, celulóza, hemicelulózy, pentozany, slizy), oligosacharidy, monosacharidy a dále také glykolipidy a glykoproteiny, které jsou součástí sacharidového komplexu s lipidy a bílkoviny (PRUGAR et al., 2008).

Pšeničné zrno obsahuje největší množství polysacharidů, které se z nutričního hlediska rozdělují na využitelné (některé rostlinné škroby) a nevyužitelné (celulóza, hemicelulózy, pektin), někdy označované jako vláknina. Enzymový aparát člověka dokáže sacharázami slin, pankreatu a střeva štěpit rostlinné škroby. Některé škroby jsou však částečně resistantní k amylolytickému štěpení a řadí se tak mezi nevyužitelné polysacharidy, například při konzumaci celých čerstvých zrn zabraňují přístupu amylas buněčné stěny (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Nejvíce zastoupeným polysacharidem je škrob, kterého se v pšenici nachází 59 – 2 %. Škrob je složen z amylosy, která tvoří 24 – 29 % a amylopektinu 71 – 76 %. Amylosa se někdy uvolňuje ze škrobového zrna do prostředí, což může být nežádoucím jevem například u vaření těstovin. Tento jev způsobuje lepivost těstovin, již se dá předejít přidáním emulgátorů nebo oleje při vaření (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

### **2.3.3 Lipidy**

V zrně pšenice je přítomno 1,5 – 3 % lipidů, které jsou tvořeny vlastními tuky složenými především z kyseliny linolové, olejové a fosfatidů, jejichž typickým představitelem je licithin (PRUGAR et al., 2008). Ze zrnin právě obiloviny obsahují nejmenší množství oleje. Převážné množství oleje je uloženo v klíčku. VELÍŠEK A HAJŠLOVÁ (2009) uvádějí, že klíček obsahuje 8 – 14 % oleje. PRUGAR A HRAŠKA (1986) zmiňují ještě aleuronovou vrstvu, která může obsahovat i 9,1 % tuku. Vysoký podíl tuků zaujímají nenasycené mastné kyseliny, z nichž esenciální kyselina linolová tvoří minimálně 55 % (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

I přes nízké zastoupení nelze význam tuku v obilce podceňovat. Tato složka má zásadní vliv při skladování zrna a mouky, kde může dojít k takzvanému žluknutí, tedy štěpení fosfatidů, při kterém se uvolňuje kyselina fosforečná a mastné kyseliny, což má za následek zvyšování kyselosti mouky (HRABĚ et al., 2007). Význam mají tuky i v pekárenské technologii, kde ovlivňují reologické vlastnosti těsta. Některé lipidy se vážou na molekuly škrobu, bílkovin a kovových iontů a uplatňují se během kynutí a pečení (PRUGAR et al., 2008).

### 2.3.4 Vitaminy a minerální látky

Zrno pšenice obvykle obsahuje 1,4 – 3 % minerálních látek. Zastoupení minerálních látek uvádí tabulka č. 4. Vitaminy jsou ve výživě člověka i hospodářských zvířat důležité. Jejich obsah v pšeničném zrně udává tabulka č. 5. Vitaminy i minerální látky jsou v zrně nejvíce soustředěny v klíčku a obalových vrstvách. Protože ale tyto části přecházejí během mlýnského zpracování do otrub a tmavých krmných mouk, jsou světlé mouky určené pro výživu o tento obsah vitamínů a minerálů ochuzeny. Obsah minerálních látek po vymletí ukazuje obsah popelovin v mouce. Během mletí se může obsah vitamínů a minerálních látek snížit na méně než polovinu původního obsahu. Obecně platí pravidlo čím světlejší mouka, tím nižší bilance vitamínů a minerálů.

**Tabulka 4: Obsah minerálních látek v pšeničném zrně**

<b>Minerální látky</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>S</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>
Ve 100 g sušiny (mg)	450	380	160	140	60	30	5	4,5	3	2,5	0,7	0,8

*Zdroj: PRUGAR et al., 2008, ARENDT, ZANNINI, 2013*

**Tabulka 5: Obsah vitamínů v pšeničném zrně**

<b>Vitaminy</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B5</b>	<b>B6</b>	<b>B7</b>	<b>B9</b>	<b>E</b>	<b>A - karoten</b>
Ve 100 g sušiny (mg)	0,45	0,15	5	1	0,4	0,02	0,15	3	0,01

*Zdroj: PRUGAR, HRAŠKA, 1986*



## 2.4 Pluchaté pšenice

Skupina takzvaných pluchatých pšeníc zahrnuje druhy rodu pšenice (*Triticum L.*), které se odlišují od ostatních pšeničných druhů. Charakteristickým znakem je především lámavost klasového větene a uzavřenost obilek v pluchách i v době zralosti. U této skupiny se tedy nesklízí zrno, nýbrž klásky obsahující po jednom nebo více zrnech (STEHNO, 2001).

### 2.4.1 Pšenice jednozrnka

Pšenice jednozrnka je starobyrou pluchatou obilninou, která byla společně s pšenicí dvouzrnkou před 10 až 12 tisíci lety první domestikovanou pšenicí. V klásku tohoto druhu pšenice zpravidla dozrává jedno zrno (výjimečně se může vyskytnout i klásek obsahující zrna dvě), odtud je tedy odvozen název jednozrnka. Pšenicí jednozrnku můžeme rozdělit do dvou skupin: plané a kulturní. Plané odrůdy mají křehčí rozpadavý klásek. U druhů kulturních se šlechtěním tato vlastnost odstraňuje. Klásky a stébla těchto pšeníc pak zůstávají neporušené až do sklizně (STALLKNECHT et al., 1996).

Pšenice jednozrnka je i v dnešní době velmi málo prošlechtěná a je nositelem cenných vlastností, jako je například odolnost vůči některým chorobám nebo vysoký obsah proteinu, minerálních látek a některých vitamínů. Těchto znaků je využíváno při šlechtění široce pěstovaných druhů pro zlepšení jejich odolnosti a výživových hodnot. Vybrané nutriční parametry jsou popsány v tabulce č. 6. Díky vysoké jakosti zrna je jednozrnka vyhledávanou cereálií především u konzumentů dbajících na zdravý životní styl. Pšenice jednozrnka má sice vysoký obsah proteinu, ale lepek není pevný, je spíše roztékavý. Nehodí se tedy ke klasickému pekařskému využití, ale uplatní se při výrobě sušenek, nekynutých cereálních výrobků, dále také v makrobiotické výživě, kde se konzumují naklíčená zrna (KONVALINA, 2012a).

**Tabulka 6: Vybrané nutriční parametry pšenice jednozrnky**

<b>Nutriční parametr</b>	<b>Množství ve 100 g</b>
Bílkoviny (g)	18,2
Tuk (g)	4,2
Škrob (g)	65,5
Amylosa (g)	25,7
Popeloviny (g)	2,3
Karotenoidy (mg)	8,4
Zinek (mg)	54,8
Mangan (mg)	49,3
Železo (mg)	47,0
Měď (mg)	6,4
Tocols (mg)	78,0

*Zdroj: PREEDY et al., 2011*

#### **2.4.2 Pšenice dvouzrnka**

Pšenice dvouzrnka je spojována s počátky primitivního zemědělství. Byla velmi významnou plodinou až do 6. století před naším letopočtem, kdy ji s příchodem Slovanů vytlačila pšenice setá. Dvouzrnka se stále pěstuje v Etiopii, kde je významnou rostlinou, vedlejším produktem je v Indii a Itálii (STALLKNECHT et al., 1996).

Pšenice dvouzrnka má horší pekařskou jakost než pšenice setá, to je však zpravidla kompenzováno vyšší nutriční hodnotou. KONVALINA (2012b) poukazuje na vyšší zastoupení nutričně cenných bílkovinných frakcí albuminů a globulinů, nutričně příznivější skladbu aminokyselin, vyšší obsah vitaminů, minerálů a dalších látek prospěšných pro lidské zdraví.

V dnešní době, z důvodu vyšších požadavků na pestrost a kvalitu potravinářských výrobků, roste o tento druh zájem. Pšenice dvouzrnka má podobně jako pšenice jednozrnka bílkoviny, které málo bobtnají. Proto není příliš vhodná k výrobě kynutých těst. Její zrna však je jakostí velmi podobné pšenici tvrdé, a hodí se tedy k výrobě těstovin, sušenek nebo pizzy. Z pšenice dvouzrnky lze na trhu najít několik

výrobků, například nekynutý chléb, müsli, extrudované výrobky, trvanlivé pečivo či těstoviny (MOUDRÝ et al., 2011).

### 2.4.3 Pšenice špalda

Pšenice špalda je považována za starou evropskou kulturní pšenici. Je tradičně pěstována v německy mluvících zemích (Rakousku, Německu, Švýcarsku) ale také v Belgii a Španělsku. Velikost ploch osetých pšenicí špaldou se každoročně zvětšuje i v České Republice. Špalda je vhodná k pěstování v ekologickém zemědělství především kvůli vyšší konkurenceschopnosti vůči plevelům a schopností přijímat živiny i v méně přístupných formách. Tato pšenice je charakteristická svým vysokým obsahem bílkovin a esenciálních aminokyselin. Obsah lepku je kolem 35 – 44 %, avšak lepek této pšenice je, podobně jako u obou předchozích druhů, méně bobtnavý a má vyšší tažnost (KONVALINA, 2012c).

Špaldové výrobky již mají na trhu své místo. Patří mezi ně těstoviny, široké spektrum pekařských výrobků, kroupy nebo extrudované výrobky. Špalda se také využívá jako náhražka kávy. Z obilí této pšenice v mléčné zralosti se pražením vyrábí i takzvaný zelený kaviár (MOUDRÝ et al., 2011).

## 2.5 Těstoviny

Původ těstovin je dodnes mezi odborníky velmi často diskutován. Mezinárodní organizace pro těstoviny (IPO) uveřejňuje dva názory. Jedna teorie odkazuje na knihu vzpomínek benátského cestovatele Marca Pola, nazývanou *Milione* (v překladu *Knihy o zázracích světa*). Podle této knihy objevil Marco Polo těstoviny při jedné ze svých cest do Číny v roce 1271 a přivezl je do Itálie. Druhý názor poukazuje na původ těstovin z Říma, a to již ve 3. století před Kristem, kde římský filosof Cicero popisuje svou vášeň k *Laganum*. *Laganas* jsou popisovány jako dlouhé listy připravované z těsta z pšeničné mouky. Takové těstoviny jsou i dnes známé jako *lasagne*.

Historie průmyslové výroby je spojena s technickým řešením důležitých výrobních zařízení. Příkladem je první dřevěný těstárenský lis, který byl vyvinut v 18. století nebo první výrobní linka, která byla patentována v Itálii v roce 1933. Vývoj spotřeby těstovin ve světě vykazuje stále zvyšující se trend. Například v roce 1980 byla jejich

spotřeba 2,5 kg na osobu a v roce 2010 již necelých 10 kg na osobu (HRUŠKOVÁ, 2012).

V České republice byla spotřeba těstovin v roce 1995 podle českého statistického úřadu 3,5 kg na osobu a ani v posledních letech nebyl zaznamenán tak významný nárůst jejich spotřeby jako jinde ve světě. Ze sdělení Českého statistického úřadu z roku 2016 vyplývá, že v roce 2010 byla průměrná spotřeba českého občana 7,1 kg těstovin a v roce 2015 se zvedla pouze na 7,5 kg těstovin na osobu.

Největšími konzumenty těstovin jsou Italové, kteří podle průzkumu IPO spotřebují průměrně 25,3 kg těstovin na osobu, dalším významným spotřebitelem je tuniský občan, který průměrně zkonsumuje 16 kg těstovin.

### **2.5.1 Rozdělení těstovin**

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., v platném znění rozděluje těstoviny do těchto skupin:

- sušené těstoviny – jsou po ztvarování usušeny na obsah vlhkosti nejvýše 13 hmotnostních procent,
- nesušené těstoviny – jsou po ztvarování mírně osušeny na celkový obsah vlhkosti nejméně 20 hmotnostních procent,
- vaječné těstoviny – k jejich výrobě se kromě mlýnských obilných výrobků použijí vejce anebo vaječné výrobky,
- bezvaječné těstoviny – vyrobené bez přídavku vajec,
- semolinové těstoviny – vyrobené pouze z krupice (semoliny) z pšenice *Triticum durum*, bez přídavku vajec,
- celozrnné těstoviny – vyrobené z celozrnné mouky z jednoho nebo více druhů obilovin, pohanky nebo rýže,
- plněné těstoviny,
- instantní těstoviny – vyrobené speciálním technologickým postupem, pro konzumaci se připravují rehydratací ve vodě nebo jiné tekutině.

PELIKÁN A SUKOVÁ ve své publikaci (1998) rozdělují těstoviny podle tvaru a velikosti na dlouhé, střední, krátké a svitky. Mezi dlouhé těstoviny se mohou řadit

špagety nebo makarony, do středních patří například mušle, farfalle, kolínka a krátkými těstovinami jsou flíčky, těstovinová rýže, mušličky nebo abeceda.

### 2.5.2 Suroviny pro výrobu těstovin

Těstoviny jsou oblíbeny především pro svou výrobní nenáročnost, dostupnost surovin, které jsou na jejich přípravu potřeba, a dlouhou trvanlivost. Hlavními surovinami pro výrobu je pšeničná mouka a voda. U některých těstovin se setkáváme s přísadkami vajec, přírodních ochucovadel nebo vitamínů.

#### Mouka

Mouka je hlavní těstářskou surovinou, která rozhoduje o vzhledu, mechanických a sensorických vlastnostech těstovin. Kvalitní těstářskou mouku lze vyrobit pouze z kvalitní pšenice, která má vysoký obsah bílkovin, ideálně 12 – 16 %, a 35 – 50 % mokrého lepku (HRUŠKOVÁ, 2012). Pšeničné zrno by tedy mělo mít tužší a pružný lepek, vysokou sklovitost, nejlépe více jak 90 %, to však podle některých autorů může mít vliv na nízký podíl albuminů v bílkovině. Hmotnost tisíce zrn (HTZ) by měla být vyšší než 30 g. Požadovaná je světlá jantarová barva způsobená vyšším množstvím karotenoidů a tvrdý endosperm (PRUGAR, HRAŠKA, 1986). Těmto požadavkům nejvíce odpovídá pšenice tvrdá, jejíž mouka se nazývá *semolina*. Požadované hodnoty na těstářskou pšenici v EU shrnuje PRUGAR et al. (2008). Uvádí, že by objemová hmotnost měla být nejméně 78 kg.hl<sup>-1</sup>, sklovitost max. 27 % a číslo poklesu nejméně 220 s. Cení se vyšší HTZ, obsah bílkovin, nižší obsah popelovin a vyšší tvrdost obilky. Podle norem platných v zemích EU by měla být sklovitost alespoň 75 %, obsah bílkovin minimálně 14,5 % a nečistoty by neměly přesahovat 3 %.

Sklovitost se přenáší až na těstoviny. Bílkoviny pšenice tvrdé jsou z velké části zastoupeny mokřím lepkem, který je velice elastický a při teplotách nad 55 °C se postupně transformuje do nevratného gelu. Tím se naruší pevnost uložení škrobových zrn v bílkovinné matici. Pokud se škrobová zrna uzavřou na povrchu, těstovina ztrácí hladkost a uvedené změny jsou pak viditelné. To dokazuje, že i vlastnosti škrobu v bílkovině ovlivňují podobu těstovin (MUCHOVÁ, FIXELOVÁ, 2007).

Pro výrobu těstovin se dá využít i mouka z jiných druhů pšenice nebo i jiných obilovin (čirok, amarant, pohanka aj.).

### **Voda**

Pro výrobní účely musí voda splňovat podmínky vyhlášky č. 252/2004 Sb., která stanovuje hygienické požadavky na pitnou vodu, v platném znění. Voda by neměla reagovat kyselé kvůli korozi a neměla by mít vyšší tvrdost než 10 - 11 mmol CaCO<sub>3</sub> na litr. Zvýšený obsah solí může způsobit drobitost těstovin, ionty hořčíku ztěžují proces sušení, a ionty železa zapříčiňují tmavnutí těstovin. Podle jakosti mouky a druhu těstovin se určuje teplota vody, která je běžně v rozmezí od 22 °C do 50 °C. Pravidlem je, že čím má mouka vyšší obsah lepku, tím teplejší vodu lze použít. Vyšší teplota vody způsobí částečné nabobtnání škrobu, které zvyšuje průsvitnost těstovin (HRUŠKOVÁ, 2012).

### **Vejce**

Pro výrobu kvalitních semolinových těstovin není třeba přidávat vejce. Vzhledem k nedostatku pšenice tvrdé se používá i polohrubá těstářenská mouka nebo směs špaldy a polohrubé těstářenské mouky (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Součástí receptury těstovin, které se vyrábějí z polohrubé těstářenské mouky, jsou vejce. Mají příznivý vliv na technologickou i nutriční stránku. Použití vajec může zlepšit barvu, zvětšit objem a pevnost při vaření. Vejce také mírně snižují průsvitnost a v nesusušeném stavu zvyšují křehkost a lámavost. Proto se přísady vajec do dlouhých těstovin používají spíše výjimečně (HRUŠKOVÁ, 2012).

### **Ostatní přídavné látky**

Přídavné látky, tzv. éčka, upravuje vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, v platném znění. Podle této vyhlášky je zakázáno jejich používání při výrobě sušených těstovin kromě bezpečných těstovin nebo těstovin určených pro hypoproteinové diety. Přípustné jsou jen přísady z přirozených zdrojů.

Do těstovin se také přidávají některé zlepšující přípravky, jako je například kukuřičná mouka, která zlepšuje barvu a vařivost, sušené mléko, vitální lepek, vitamíny, barviva a často také mletá sušená zelenina. Přidáním některé zeleniny

vznikají nové druhy těstovin, například špenátové či karotkové (PŘÍHODA et al., 2004).

Další suroviny se upotřebí při výrobě čerstvých plněných těstovin. Jako náplň se využívá například mleté maso, různé druhy sýrů a zeleninové pasty.

### **2.5.3 Technologický postup výroby těstovin**

Technologický postup výroby těstovin zahrnuje tyto základní výrobní operace: mísení, hnětení a lisování (těstárenský lis), ofukování, předsušení a sušení (sušící linka), chlazení, skladování a balení (HRUŠKOVÁ, 2012).

#### **Příprava těsta a lisování**

Prvním krokem při výrobě těstovin je příprava surovin, volba mouky totiž ovlivní množství přidané vody. Obvykle těsto obsahuje 26 – 38 % vody (méně než polovina vaznosti mouky), při použití semolinové mouky je přídavek vody o 1 – 1,5 % vyšší (PŘÍHODA et al., 2004). Míchání surovin zpravidla probíhá v těstárenském lisu, kde je vakuum, které zabrání pruhovitosti těstovin. Násypkou se do míchací komory automaticky přidává mouka, voda, případně vaječná hmota v předem stanoveném a nastaveném množství a poměru. Vzhledem k materiálovým vlastnostem škrobu a lepku musí být splněna řada podmínek pro míchání suchých a kapalných složek. Příkladem je dávkování vody, které by mělo být plynulé a rovnoměrné aby bylo zabráněno změnám v poměru pevných látek a kapalin (KILL, TURNBULL, 2001). Doba hnětení těsta se pohybuje už od 20 sekund až po 20 minut a závisí na několika faktorech, například na druhu lisu, kvalitě mouky, druhu těstovin (HRUŠKOVÁ, 2012).

Vyrobené těsto je posouváno do extruzního šneku, kde je vybranou maticí protlačováno v požadovaném tvaru tlakem do 12 MPa. Hnětení za vakua usnadňuje dávkování a předchází pruhovitosti těstovin, která vzniká bublinkami vzduchu, jež se do těsta zapracují hnětením. Těstárenské lisy bývají intenzivně chlazeny. Vyšší teplota, nad 50 °C, která vzniká při mechanickém tření, může způsobit šednutí těstovin, zvýšení křehkosti a rozvařivosti. Důležité jsou matrice, které určují tvar těstovin, a rotující nůž, který odřezává těstoviny v požadované délce. Ihned po vytvarování těstovin jsou krátké těstoviny rozprostřeny na sušící podložku a dlouhé zavěšeny na závěsné tyče (PŘÍHODA et al., 2004).

## Sušení

Cílem sušení je snížit vlhkost těstovin z původních 27 – 32 % na 13 %, které předepisuje vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, v platném znění. Sušení se obvykle provádí ve třech fázích: ofukování, rychlé předsoušení a pomalé dosoušení. Sušení krátkých a středních druhů těstovin probíhá v pásových sušárnách, dlouhých těstovin pak v tunelových sušárnách.

Prvním krokem je ofukování, které se provádí ihned po vytvarování těstovin vzduchem teplým 50 °C. Cílem této operace je snížit povrchovou vlhkost o 1 – 2 %, a tím zabránit slepování těstovin. Následuje rychlé předsoušení, které těstoviny suší 32 – 45 °C teplým vzduchem po dobu asi 20 – 90 minut. Tento krok sníží vlhkost na 22 – 24 %. Poslední fází je pomalé dosoušení. To se provádí za při teplotě 32 – 45 °C během 6 – 12 hodin. Poté dojde k požadovanému snížení vlhkosti na 12,5 – 13 % (HRUŠKOVÁ, 2012).

Dalším možným způsobem, jak snížit vlhkost na požadovaných 13 %, je využití HT (high-temperature), v překladu vysokoteplotní sušení, při kterém teploty dosahují 60 – 84 °C po celém povrchu těstovin. ZWEIFEL ve své práci (2001) popisuje výhody HT sušení. Těmi je snížená doba sušení, nízká bakteriální kontaminace, zlepšení barvy vysušeného produktu a zvýšení kvality během vaření. Nevýhodou pak může být snížení nutriční hodnoty z důsledku ztráty lisinu.

I jiné režimy sušení se zaměřují na zkrácení času potřebného k sušení a zároveň k zachování vysoké kvality těstovin. THT je velmi vysokoteplotní sušení, které probíhá při teplotě nad 84 °C. GÜLEREM A KÖKSEL (2002) ve své studii prokazují, že režimy HT a THT mají vliv na změny škrobu v těstě, a tedy mohou ovlivnit kvalitu těstovin. V této studii bylo rovněž prokázáno, že těstoviny, které byly sušeny HT technologií, měly nižší kvalitu škrobu. Škrob v těstovinách sušených THT technologií prokazoval větší viskozitu.



## Chlazení, skladování a balení

Po průchodu sušárnou jsou těstoviny chlazeny řízeným proudivým vzduchem na teplotu kolem 8 – 15 °C. Nutriční změny při chlazení výrobků nejsou příliš významné, degradace vitaminů a jiných nutričně významných složek je pomalejší než při vyšších teplotách (KADLEC et al., 2013).

Krátké a střední druhy těstovin se skladují v zásobnících, špagety na tyčích v zásobním síle (PŘÍHODA et al., 2004). Těstoviny se obvykle plní po 500 g do plastových folií, které zastávají mechanickou, hygienickou i estetickou funkci při dalším skladování, převozu a následném prodeji. Takto zabalené těstoviny se expedují v kartonových krabicích. Plnění kartonových krabic zastávají balicí automaty s hmotnostním dávkováním. Ošetřené a zabalené těstoviny se mohou skladovat až 2 roky při teplotě 8 – 15 °C a relativní vlhkosti 60 – 65 % (HRUŠKOVÁ, 2012).

Podle vyhlášky č. 333/1997 Sb., v platném znění se těstoviny nesmí balit do barevného průhledného ani průsvitného obalu, pod kterým je vizuálně zkrešlena barva nezabaleného výrobku. Maximální přípustné odchylky hmotnosti balení, které tato vyhláška dovoluje, jsou uvedeny v tabulce č. 7.

**Tabulka 7: Přípustné záporné hmotnostní odchylky**

Hmotnost balení	Přípustná odchylka
do 50 g	-10 %
51 - 120 g	-5 %
121 - 250 g	-4 %
251 - 1 000 g	-3 %
1001- 2 500 g	-2 %
nad 2 500 g	-1 %

*Zdroj: Vyhláška MZe č. 333/1997 Sb.*

Kromě hmotností odchylky je vyhláškou nařízeno že:

- sušené těstoviny musí být uloženy odděleně od látek aromatických, skladují se na podlážkách nejméně ve vzdálenosti 5 cm od stěny ve větratelných prostorách s relativní vlhkostí vzduchu nejvýše 75 %,

- nesusušené těstoviny musí být skladovány při teplotě nejvýše 8 °C, těstoviny balené vakuově nebo v inertní atmosféře musí být skladovány při teplotě nejvýše 10 °C, pokud výrobce nestanoví jiné podmínky uchovávání,
- těstoviny nesusušené se přepravují v izotermických obalech nebo izotermických dopravních prostředcích.

## 2.6 Využití pluchatých pšenic v těstárenství

Možností využití pluchatých pšenic pro výrobu těstovin jsem se zabývala ve své předchozí práci (HRDLIČKOVÁ, 2016).

Pluchaté pšenice jsou známé vysokou nutriční hodnotou. Mají především vysoký obsah bílkovin. Výrobky z těchto druhů pšenic bývají zpravidla pro člověka lépe stravitelné než výrobky z pšenice seté.

Špaldové výrobky, mezi nimi i těstoviny, jsou již na světovém trhu rozšířené. V posledních několika letech se i v České republice dostaly do povědomí lidí. Na českém trhu nalezneme mnoho výrobců, kteří takové těstoviny nabízejí. Příkladem mohou být Country Life, Biomila, Bio Harmonie, Green Apotheke. Největší zastoupení mají tyto výrobky v prodejnách se zdravou výživou či biopotravinami.

Pšenice dvouzrnka je geneticky příbuzná s pšenicí tvrdou, předpokládá se tedy, že kvalita výrobků bude přinejmenším stejně vysoká. Bobtnavost bílkovin této pšenice je nízká, proto se nehodí pro výrobu kynutých těst. Na těstovinách se bobtnavost bílkovin projevuje v minimální míře, a zastoupení těchto výrobků je na světovém trhu poměrně velké. Na českém trhu dvouzrnkové těstoviny nabízí, například značka Bioharmonie. Často se dvouzrnkové těstoviny do České republiky dovážejí z jiných zemí, nejčastěji z Itálie nebo Rakouska.

Těstovin z pšenice jednozrnky na trhu nenalezneme velké množství, přesto se několik firem touto výrobou zabývá. Takové těstoviny jsou na trhu prodávány jako bezlepkové produkty. Pšenice jednozrnka sice lepek obsahuje, ale pouze v malé míře. Takto malé množství nebývá při alergiích na lepek toxické, navíc jde o lepek roztékavý a snadněji stravitelný. Na českém trhu se jednozrnkové těstoviny nacházejí jen výjimečně. Zakoupit u nás můžeme například rakouské těstoviny značky Meierhof, nebo italské těstoviny Jovial či Young Living.

### 3. Cíl práce

Na základě kvality zrna a jakosti připravených těstovin z mouky pluchatých pšeníc optimalizovat postup jejich výroby a recepturu.

Dílčí cíle:

- stanovení pekařských vlastností u pluchatých pšeníc a pšenice seté,
- zhodnotit vlastnosti mouky pomocí přístroje Mixolab,
- stanovení kvality vyrobených těstovin zkouškami varem,
- připravit směsi pro výrobu těstovin a zhodnotit kvalitu těstovin,
- senzorická analýza.

Pracovní hypotézy:

- rozbory mouky ukáží vhodnost využití pluchatých pšeníc pro výrobu těstovin,
- těstoviny ze směsí by měly částečně přijmout vlastnosti obou druhů mouk a vyvážit nedostatky,
- senzorická analýza potvrdí vhodnost využití pluchatých pšeníc při výrobě těstovin.

## **4. Metodika práce**

### **4.1 Příprava zrna pro výrobu mouky**

#### **4.1.1 Kropení zrna**

##### **Pomůcky:**

Provozní vlhkoměr GAC 500 XT, zrno pšenice.

##### **Postup:**

Pro mletí zrna na mouku bylo potřeba dosáhnout jeho optimální vlhkosti, tj. 16,5 %. Nejprve se změřila vlhkost na provozním vlhkoměru GAC 500 XT. Pro dosažení požadované vlhkosti se podle tabulek určilo množství vody, které se následně přidalo k zrnům. Takto zvlhčené zrno se ponechalo v uzavřené nádobě do druhého dne. Následující den se provedla kontrola měření na provozním vlhkoměru.

#### **4.1.2 Mletí zrna**

##### **Pomůcky:**

Laboratorní mlýn CHOPIN CD 1 univerzální, zrno pšenice

##### **Postup:**

Zrno se vsypalo násypkou s magnetem, ve které se zachytávaly kovové nečistoty, do mlýna. Mlýn semlel zrno a umletá hmota byla následně rozdělena na tři části: hladkou mouku, krupici a šrot. Pro vyšší výtěžek hladké mouky je možné krupici opět přemlít. Pro potřeby této diplomové práce bylo opětné přemletí vynecháno a krupice se využila na výrobu těstovin. Na hladké mouce byly provedeny laboratorní rozborů.

### **4.2 Stanovení pekařské jakosti mouky**

#### **4.2.1 Stanovení sedimentačního indexu**

Ve světě velmi používané stanovení, které udává množství a kvalitu lepku je stanovení sedimentačního indexu. Metoda je založena na schopnosti lepku bobtnat v kyselině mléčné nebo jiných chemikáliích (kyselině octové, dodecyl sulfátu sodném) (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

Sedimentační hodnotu lze stanovit dvěma metodami:

1. Zelenyho test – hodnotí se vzorek hladké mouky za použití kyseliny mléčné s izopropylalkoholem za přesně definovaného postupu stanovení,
2. SDS test – při této metodě se hodnotí šrot o požadované granulaci a používá se roztok dodecyl sulfát okyselený kyselinou octovou (SDS činidlo).

V této diplomové práci byla použita metoda Zelenyho testu.

#### **Pomůcky:**

Přístroj seditester, sedimentační válce, automatická byreta, analytické váhy, fenolftalein, bromfenolová modř, hydroxid sodný, kyseliny mléčná, isopropanol, sedimentační činidlo, destilovaná voda, mouka.

#### **Postup:**

Do sedimentačního válce bylo automatickou byretou přidáno 50 ml bromfenolové modři. Z analytického vzorku se odvážílo 3,2 g pšeničné mouky a nasypalo do sedimentačního válce, který se uzavřel zátkou. Pro řádné promíchání mouky s roztokem se válcem pětkrát krátce protřepalo. Poté byl válec vložen do seditestru, který byl uveden do chodu. Po pěti minutách kývání se promícháním vytvořila suspenze, do níž bylo přidáno 25 ml sedimentačního činidla. Válec byl opět zazátkován a přístroj uveden do chodu. Poté byl obsah válců ponechán ve svislé poloze a po 8 minutách se s přesností na 1 ml odečetl objem sedimentu. U každého vzorku bylo měření provedeno dvakrát. Výsledné hodnoty získané z těchto měření by se neměly lišit o více než 2 ml (ČSN EN ISO 5529, 2011).

#### **4.2.2 Stanovení N – látek Kjeldahlovou metodou**

#### **Pomůcky:**

Mineralizační zařízení BLOCK DIGEST, mineralizační tubusy, destilační zařízení PRONITRO II, titrační baňky, pipety, byrety, odměrná baňka, katalyzátor, kyselina boritá, indikátor Taschiro, 96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> destilovaná voda, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> odměrný roztok, mouka.

Katalyzátor: 3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,4 g Cu SO<sub>4</sub> × 5 H<sub>2</sub>O

Faktor 0,2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 1,62645

**Postup:**

Prvním krokem této metody byla mineralizace. Do vypalovacího tubusu se odvážil 1 g vzorku, byly přidány přibližně 4 g katalyzátoru a 10 ml koncentrované H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Vzorek byl vypálen při teplotě 420 °C do vyjasněné zelené barvy, což trvalo přibližně hodinu. Následujících 30 minut se přístroj ponechal zapnutý. Po uplynutí této doby se blok vypl a vzorky v něm byly ponechány dalších 30 minut. Po dobu trvání tohoto procesu byla na mineralizační tubusy nasazena vývěva, která odváděla horké páry. Po 30 minutách byly mineralizační tubusy přesunuty do studeného bloku a zde ponechány vychladnout do druhého dne. Chladné roztoky se opatrně zředily cca 20 ml destilované vody.

Následujícím krokem byla destilace. Ta byla prováděna na přístroji PRONITRO II, ve kterém bylo do předlohy odměřeno 50 ml kyseliny borité smíchané s indikátorem Taschio. Poté byl vzorek 8 až 10 minut destilován.

Třetím krokem byla titrace, při které se odměrným roztokem kyseliny sírové o koncentraci 0,2 M vzorek titroval do té doby, než bylo původní světle modré zbarvení změněno na fialové (ČSN EN ISO 20483, 2014).

### 4.2.3 Stanovení mokrého lepku a jeho kvality

Stanovení mokrého lepku je nejstarší a nejčastější ukazatel pekařské jakosti pšenice. Jde o hlavní podíl pekařské bílkoviny nerozpustný ve vodě. Získá se vypíráním zadělaného těsta a zbavením přebytečné vlhkosti. Tento postup lze použít v různých procesech zpracování pšenice od šlechtění, výkupu, mlynářství, pekařství a výrobu těstovin až po výrobu sušeného lepku.

**Pomůcky:**

Přístroj Glutomatic 2200, Centrifuge 2015, stříčka, sběrné kádinky, destilovaná voda, analytické váhy, mouka

**Postup:**

Několik kapek vody bylo kápnuto do plexisklového těla míchací hlavice stroje Glutomatic 2200 (pouze při prvním měření). Polyesterové síto bylo navlhčeno, tím se zabránilo ztrátě mouky. Do vypírací komory bylo naváženo a vsypáno 10 g mouky. Následně bylo komorou zatřepáno pro rovnoměrné rozprostření vzorku. Po stěně bylo přilito 4,8 ml vody a krouživými pohyby byla voda rozprostřena po povrchu vzorku. Promývací komora byla nasazena do pracovní polohy a přístroj spuštěn. Vzorek byl

promíchán a následně proprán. Poté byl všechn lepek vyjmut z komory i míchadla a v přístroji Centrifuge 2015 odstředěn. Lepek, který byl zachycen před i za sítím kazety, se zvážil (ICC standard č.137/1 a 155, 1994).

#### **4.2.4 Stanovení pádového čísla**

Stanovení pádového čísla je mezinárodně standardizovaná metoda pro určení aktivity alfa-amylázy v zrninách, mouce a dalších produktech obsahujících škrob, především v pšenici a žitě. Stanovuje aktivitu alfa-amylázy a používá škrob ve vzorku jako substrát.

Metoda je založena na rychlé želatinaci suspenze mouky nebo šrotu ve vroucí vodní lázni a následném měření ztekucení působením alfa-amylázy na škrob obsažený ve vzorku. Hodnoty pádového čísla jsou komplexní inverzní funkcí obsahu alfa-amylázy ve vzorku, jinak známé jako Pertenova rovnice ztekucení (ISO – Standard č. 3093, ICC Standard č. 107, AACC metoda 58 – 81b).

#### **Pomůcky:**

Přístroj Falling Number 1305, váhy, destilovaná voda, mouka.

#### **Postup:**

Před provedením stanovení čísla poklesu byl přístroj Faling Number 1305 nahřátý tak, aby bylo ve vodní lázni dosaženo bodu varu, a současně bylo zapojeno chladicí zařízení.

Podle tabulky přiložené v návodu k přístroji bylo naváženo  $7 \text{ g} \pm 0,05 \text{ g}$  mouky, přesypáno do zkumavky, přidáno 25 ml destilované vody. Po uzavření čistou zátkou bylo zkumavkou čtyřicetkrát intenzivně protřepáno. Zátka byla sundána a její konec otřen do zkumavky. Viskozimetrickým míchadlem byly ze stěn seškrábány všechny zbytky vzniklé hmoty. Zkumavka s míchadlem byla vložena do kazety ve vodní lázni, která byla okamžitě uzavřena otočením plastového krytu, jenž automaticky spustil měření. V páté sekundě začal stroj míchat rychlostí dva zdvihy za sekundu. V šedesáté sekundě bylo míchání ukončeno a míchadlo vlastní tíží propadlo želatinovou suspenzí. V okamžiku, kdy míchadlo urazilo předepsanou dráhu, bylo automatické odpočítávání zastaveno a z displeje odečteno výsledné číslo (ČSN EN ISO – standard č. 3093, 2007).

### 4.3 Reologické vlastnosti těsta (Mixolab)

Reologické vlastnosti těsta se určují pomocí přístroje Mixolab, jehož systém umožňuje kompletní charakterizaci mouky (bílkovinu, škrob, enzymy atd.) v jednom testu.

Mixolab je v podstatě hnětač těsta se záznamem, který se používá k měření reologických vlastností těst podléhajících dvojímu namáhání v podobě hnětení a teplotním změnám. Měří točivý moment, který těsto vyvíjí mezi dvěma hnětacími lopatkami. Zkouška je založena na přípravě těsta konstantní hmotnosti hydratovaného na požadovanou konzistenci během první fáze zkoušky (BIO PRO, 2012).

Parametry měřené Mixolabem znázorňuje tabulka č. 8.

**Tabulka 8: Parametry Mixolabu**

<b>Parametr</b>	<b>Popis parametru</b>
C1	absorbce vody, doba vývinu těsta
Amplituda	pružnost těsta
Stabilita	odolnost těsta vůči přehnětení
C2	zeslabení bílkovin, funkce mechanické práce a teploty
C3	gelovatění škrobu
C4	stabilita horkého gelu
C5	retrogradace škrobu ve fázi chlazení
Alfa	rychlost zeslabení bílkovin při záhřevu
Beta	rychlost mazovatění škrobu
Gama	rychlost enzymatické degradace

*ZDOJ: BIO PRO, 2012, Aplikační leták Mixolabu*

Přístroj Mixolab má zvláštní program nazývaný Profiler, který kompletně charakterizuje mouku (bílkovinné sítě, škrob, enzymová aktivita atd.) a poskytuje zjednodušený grafický výklad výsledků. Tento program využívá standardizovaný protokol ICC N°173, AACC 54-60.01 a NF V 03-764. Parametry zpracované programem Profiler jsou popsány v tabulce č. 9.



**Tabulka 9: Parametry Profileru**

<b>Parametr</b>	<b>Popis parametru</b>
Absorpční potenciál nebo index absorpce vody	závisí na složení mouky (obsah bílkovin, škrobu, vláknině atd.), ovlivňuje výtěžnost těsta
Vlastnosti při hnětení nebo index hnětení	představuje vlastnosti mouky během hnětení při 30 °C, sleduje stabilitu těsta, dobu vývinu těsta, povolení těsta, atd.
Síla lepku nebo gluten+ index	představuje vlastnosti lepku při postupném zahřívání těsta
Maximální viskozita nebo index viskozity	představuje nárůst viskozity během fáze zahřívání, je závislý jak na amylázové aktivitě, tak na kvalitě škrobu
Amylázová aktivita nebo amylázový index	je závislá na schopnosti škrobu odolávat amylolytickému štěpení
Retrogradace nebo index retrogradace	je závislý na charakteristikách škrobu a jeho hydrolýze během zkoušky

ZDOJ: BIO PRO, 2012, Aplikační leták Mixolabu

### **Postup:**

V programu byl vybrán požadovaný protokol, uvedena vlhkost vzorku a požadovaná úroveň hydratace (doporučuje se pracovat s úrovní 14 %). Systém Mixolabu určil navážku mouky a po spuštění vyzval ke vsypání navážené mouky do hnětačky přístroje a následně provedl zpracování a vyhodnocení metody.

## **4.4 Výroba těstovin**

Pro účely této diplomové práce byly vyráběny těstoviny pouze z pšeničné mouky a vody, bez přísadků vajec a jiných doplňků.

Materiálem pro výrobu těstovin byla mouka z pšenice seté, pšenice špaldy, pšenice dvouzrnky a pšenice jednozrnky.

K další práci byly připraveny 4 vzorky jednodruhové mouky a 6 vzorků směsí.

### **Pomůcky:**

Přístroj na výrobu těstovin MPF 2,5, mouka, voda.

## Postup:

Do míchací komory přístroje na výrobu těstovin MPF 2,5 bylo vsypáno 500 g mouky. Postupně byla přilévána voda až do vzniku požadované mírně drobtovité konzistence. Příkladně bylo těsto 3 minuty hnětl a následně byl přepnut na opačný chod. Těsto bylo šnekem posouváno k matrici, kterou jej v požadovaném tvaru vytlačovala. Na ústí matrice se pohyboval rotující nůž, který těstoviny odřezával v požadované délce, jež byla v tomto případě nastavena na 2 cm.

Těstoviny byly po vytvarování rozprostřeny na pečicí papír a poté vloženy do sušičky, kde byly 15 minut vystaveny ofukování vzduchem teplým 50 °C. Následně byla v sušárně snížena teplota na 25 °C a těstoviny byly takto ponechány 16 hodin. Pro konečné dosušení byla teplota opět zvýšena – tentokrát na 40 °C a těstoviny byly dosušovány dalších 60 minut.

Proces hnětení je zachycen na obrázku č. 3 a tvarování těstovin na obrázku č. 4.

**Obrázek 3: Hnětení těsta**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

**Obrázek 4: Tvarování těstovin**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

## **4.5 Zkoušky varem u těstovin**

### **4.5.1 Stanovení vařivosti**

Vařivost spočívá v určení doby v minutách, která je potřebná k úplnému uvaření těstoviny. Doba varu vždy závisí na tvaru těstoviny, její velikosti a tloušťce stěny zkoušeného vzorku.

#### **Pomůcky:**

Vaříč, nerezový hrnec, NaCl, nůž, stopky, vzorek zkoušených těstovin

#### **Postup:**

Do nerezového hrnce byl nalit 1 litr pitné vody, přidáno 10 g NaCl a přivedeno k varu. Jakmile se voda začala vařit, vsypalo se 100 g zkoušené těstoviny a obsah hrnce byl promíchán, aby se těstoviny nelepily na dno. Vařilo se mírným varem, aby nedošlo k překypění hrnce. Doba, která byla potřebná k uvaření těstovin, se odečítala na časoměřiči. Uvařená těstovina musela mít zmazovatělý průřez a při ochutnání nesměl být tvrdý střed (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

### **4.5.2 Stanovení vaznosti**

Vazností se rozumí množství vody v hmotnostních procentech, které těstovina přijme během vaření.

#### **Pomůcky:**

Nerezový hrnec, NaCl, váhy, vzorek zkoušených těstovin

#### **Postup:**

Do nerezového hrnce byl nalit 1 litr vody a přidáno 10 g NaCl. Voda se přivedla k varu a následně se přisypalo 100 g zkoušené těstoviny. Po uvaření byly těstoviny scezeny přes cedník a nechány 2 minuty okapat. Uvařené těstoviny byly přeneseny na předem zváženou misku a odečtena jejich váha. Od čisté hmotnosti po uvaření bylo odečteno 100 g (hmotnost vzorku suchých těstovin). Výsledkem bylo číslo, udávající množství vody v hmotnostních procentech, přijatých těstovinou při vaření (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

### **4.5.3 Stanovení bobtnavosti**

Bobtnavost, neboli zvětšení objemu, je poměr objemu zkoušené těstoviny před vařením a po něm, vyjádřený násobkem původního objemu.

#### **Pomůcky:**

Nerezový hrnec, NaCl, odměrný válec o objemu 1000 ml, vzorek zkoušených těstovin

#### **Postup:**

Odměrný válec o objemu 1000 ml byl naplněn 500 ml vody a vsypáno 100 g zkoušených těstovin. S válcem bylo mírně zatřepáno, aby byl vypuzen přebytečný vzduch mezi těstovinami, a odečetl se jejich objem. Stejný postup byl opakován po uvaření těstovin (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

### **4.5.4 Stanovení usazeniny**

Usazenina neboli sediment je objemové množství těstovinového kalu v ml, který se uvolní vařením a usadí ve skleněném válci po 1 hodině.

#### **Pomůcky:**

Nerezový hrnec, odměrný válec o objemu 1000 ml, NaCl, vzorek zkoušených těstovin

#### **Postup:**

V 1 litru vody, do které bylo přidáno 10 g NaCl, bylo uvařeno 100 g těstovin. Veškerá kapalina, která zbyla po uvaření, byla slita do skleněného odměrného válce o objemu 1000 ml a hodinu ponechána stát na chladném místě. Po uplynutí této doby byl odečten objem usazené hmoty (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

## **4.6 Výroba směsi mouky**

Na základě výsledků se připravilo šest vzorků, které byly kombinací testovaných mouk vždy v poměru 1 : 1. Následně se vyrobily těstoviny stejným postupem, který

je popsán v kapitole 4.4.2. U takto vyrobených těstovin byly provedeny zkoušky varem, jejichž postup byl shodný s postupem uvedeným v kapitolách 4.5.

**Postup:**

250 g pšenice seté	+	250 g pšenice špaldy
250 g pšenice seté	+	250 g pšenice dvouzrnky
250 g pšenice seté	+	250 g pšenice jednozrnky
250 g pšenice špaldy	+	250 g pšenice dvouzrnky
250 g pšenice špaldy	+	250 g pšenice jednozrnky
250 g pšenice dvouzrnky	+	250 g pšenice jednozrnky

#### **4.7 Senzorické hodnocení těstovin**

Těstoviny byly posuzovány jak v původním syrovém stavu, tak i po uvaření.

U syrových těstovin byl posuzován vzhled, hodnocena barva, ostrost okrajů a tvar. Hmatem byla zjišťována drsnost povrchu, a pevnost těstoviny.

Pro další hodnocení bylo třeba těstoviny uvařit ve vodě s přidavkem 1% roztoku NaCl. Zkoušení bylo prováděno ihned po opláchnutí těstovin ještě za tepla. Posuzovala se opět barva a tvar, dále pak vůně, chuť, lepivost a vařivost.

Pro potřeby sensorického hodnocení byl sestaven dotazník, který je přílohou č. 1.

## **5. Výsledky a diskuze**

Pekařskou jakostí mouky se zabývá několik autorů, avšak pro hodnocení kvality těstovin jsou zdroje omezené, a to především u využití mouky z pluchatých pšenic. Tato práce může být inspirací pro pěstitele pšenice a výrobce těstářenských produktů k rozšíření sortimentu o výrobky z těchto druhů pšenice.

### **5.1 Hodnocení pekařské jakosti mouky**

K laboratornímu hodnocení byla využita hladká mouka z pšenice seté, pšenice špaldy, pšenice dvouzrnky a pšenice jednozrnky, která vznikla při mletí zrna na krupici pro výrobu těstovin. V České republice stanovuje požadavky pro zrno pšenice, jako zemědělského výrobku určeného k mlýnskému zpracování, Česká státní norma ČSN 46 1100-2 (461100). V této normě je pšenice rozdělena na pekářenskou, vhodnou pro výrobu chleba a kynutých těst a na pšenici pečivářenskou, ze které se vyrábí takzvané ploché pečivo například sušenky, oplatky, keksy a jiné. Pro těstářenskou pšenici nejsou zatím stanoveny kvalitativní požadavky, proto byly použity hodnoty pro pečivářenskou pšenici.

#### **5.1.1 Hodnocení sedimentačního indexu**

Měření bylo u každého vzorku provedeno dvakrát. Hodnoty u obou měření by se neměly lišit o více než 2 ml, což se v mém experimentu povedlo.

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce č. 10.

**Tabulka 10: Výsledné hodnoty sedimentačního indexu**

<b>Druh pšenice</b>	<b>Č. měření</b>	<b>Objem sedimentu (ml)</b>	<b>Průměrný objem sedimentu (ml)</b>
Pšenice setá	1.	31	30,0
	2.	29	
Pšenice špalda	1.	20	19,0
	2.	18	
Pšenice dvouzrnka	1.	25	24,5
	2.	24	
Pšenice jednozrnka	1.	9	8,0
	2.	7	

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Podle normy ČSN 46 1100-2 (461100) by objem sedimentu v pečivářenské pšenici měl být nejvýše 25 ml. Pro pekařskou pšenici se požaduje nejméně 30 ml. Pšenice setá má vysoký obsah sedimentu, proto, jako jediná nesplnila pečivářenskou normu. Této pšenice se tudíž využívá spíše k výrobě kynutých produktů. Podobně vysoká hodnota byla naměřena u pšenice dvouzrnky – 24,5 ml. Tato hodnota se blíží hodnotám naměřeným ve výzkumu STEHNO (2007). Vůbec nejnižší objem sedimentu byl zjištěn u pšenice jednozrnky. Nízké hodnoty sedimentu této odrůdy zmiňuje ve své práci také KONVALINA (2012a). Nižší hodnoty sedimentace u pluchatých pšenic, jsou do určité míry dány jejich genetickým základem, jak popisují WIWART et al. (2011).

### **5.1.2 Hodnocení N - látek**

Pro každý druh mouky bylo provedeno dvojí měření. Hodnoty získané z laboratorního měření jsou uvedené v tabulce č. 11. Výsledky výpočtu, který udává množství N – látek, zachycuje tabulka č. 12.

**Tabulka 11: Hodnoty pro výpočet N-látek**

<b>Druh pšenice</b>	<b>Č. měření</b>	<b>Navážka (g)</b>	<b>Spotřeba H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ml)</b>
Pšenice setá	1.	1,0026	6,0
	2.	1,0048	7,0
Pšenice špalda	1.	1,0048	6,2
	2.	1,0056	6,0
Pšenice dvouzrnka	1.	1,0025	7,4
	2.	1,0032	7,4
Pšenice jednozrnka	1.	1,0053	8,8
	2.	1,0021	9,7

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

**Tabulka 12: Obsah N-látek**

<b>Druh pšenice</b>	<b>Č. měření</b>	<b>Obsah N-látek (%)</b>	<b>Průměr (%)</b>
Pšenice setá	1.	9,73	10,53
	2.	11,33	
Pšenice špalda	1.	10,04	9,87
	2.	9,70	
Pšenice dvouzrnka	1.	12,01	11,99
	2.	11,97	
Pšenice jednozrnka	1.	14,24	14,99
	2.	15,74	

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Mnoho autorů udává vysoký obsah N – látek neboli bílkovin, zejména u pluchatých pšenic. Norma ČSN 46 1100-2 (461100) vyžaduje obsah bílkovin alespoň 11,5 %. Tuto normu splnil vzorek jak pšenice dvouzrnky, tak pšenice jednozrnky. Naopak vzorek pšenice špaldy dosahoval ještě nižších hodnot než pšenice seté, což se neshodovalo s výsledky z mé bakalářské práce HRDLIČKOVÁ (2016), ve které bylo naměřeno množství bílkovin více než 15 %. K podobným výsledkům u pšenice jednozrnky jako v tomto výzkumu (více než 14 %), došli D'EGIDIO et al. (1993), nebo SACHAMBULA (2015). Vysoké hodnoty obsahu bílkovin u dvouzrnky uvádí také KONVALINA (2012b).



### 5.1.3 Hodnocení mokrého lepku a jeho kvality

Mokrý lepek je méně používaný parametr pekařské jakosti, avšak pro těstoviny je vhodný právě jeho vysoký obsah. Pro každou mouku bylo provedeno dvojí měření. Výsledky tohoto měření, které slouží jako podklad pro výpočet množství mokrého lepku a gluten indexu, jsou zaznamenány v tabulce č. 13.

Tabulka 13: Množství lepku získané odstředěním

Druh pšenice	Č. měření	Lepek před sítím	Lepek za sítím	Lepek celkem	Průměr
Pšenice setá	1.	1,31	0,00	1,31	1,66
	2.	2,01	0,00	2,01	
Pšenice špalda	1.	1,60	0,67	2,27	2,55
	2.	2,05	0,77	2,82	
Pšenice dvouzrnka	1.	1,32	2,20	3,52	3,54
	2.	1,53	2,03	3,56	
Pšenice jednozrnka	1.	0,00	1,34	1,34	1,36
	2.	0,00	1,37	1,37	

Zdroj: Hrdličková Barbora

Obsah mokrého lepku se vyjadřuje jako procentuální podíl z navážky původního vzorku a vypočítá se podle vzorce:

**Vzorec pro výpočet mokrého lepku:**

$$\text{Mokrý lepek} = \frac{\text{lepek celkem (g)} \times 100}{10} = \text{lepek celkem (g)} \times 10$$

Vypočtené hodnoty mokrého lepku jsou zaznamenány v tabulce č. 14.

Tabulka 14: Množství mokrého lepku

Druh pšenice	1. měření	2. měření	Průměr
Pšenice setá	13,1	20,1	16,60
Pšenice špalda	22,7	28,2	25,45
Pšenice dvouzrnka	35,2	35,6	35,40
Pšenice jednozrnka	13,4	13,7	13,55

Zdroj: Hrdličková Barbora

PRUGAR et al. (2008) uvádí, že ideální množství mokrého lepku pro výrobu těstovin je 35–50 %. Podle této studie by z mnou zkoušených vzorků vyhovovala výrobě těstovin nejvíce pšenice dvouzrnka s 35,6 % mokrého lepku. Podobné hodnoty naměřené u tohoto druhu také popisují KONVALINA et al. (2008) a (2012b), STEHNO (2007) a DESHEVA (2014). K hranici ideálního množství lepku se ještě přiblížil vzorek z pšenice špaldy s 28,2 %. K obdobným výsledkům u špaldy došly ve své práci také BOJŇANSKÁ, FRAČÁKOVÁ (2002). Vůbec nejnižší hodnota, a to 13,4 %, byla mnou naměřena u pšenice jednozrnky. Podobné výsledky zaznamenává také DESHEVA (2014).

Při hodnocení kvality lepku se využívá měření Gluten indexu, což je bezrozměrná veličina. Stanovení kvality a množství lepku je dáno odbornou normou ČSN 46 1011-9 (1988). Pšenice setá má obvykle vyšší kvalitu lepku než pluchaté pšenice, u kterých odborná literatura uvádí, že nejhorší kvalitu lepku má pšenice jednozrnka. Gluten index je definován jako procentuální podíl mokrého lepku, který zůstal na sítku. Výpočet se provádí podle vzorce:

#### **Vzorec pro výpočet Gluten indexu:**

$$\text{Gluten index} = \frac{\text{lepek uchycený na síť (g)} \times 100}{\text{lepek celkem (g)}}$$

Výsledné hodnoty výpočtu jsou zaznamenány v tabulce č. 15. Vyšší čísla znamenají vysokou kvalitu lepku pro pekárenství. Pokud sítem během odstředění neprojde žádný lepek, hodnota gluten indexu se rovná 100.

**Tabulka 15: Hodnoty Gluten indexu**

<b>Druh pšenice</b>	<b>1. měření</b>	<b>2. měření</b>
Pšenice setá	100,0	100,0
Pšenice špalda	70,0	72,7
Pšenice dvouzrnka	37,5	42,9
Pšenice jednozrnka	0,0	0,0

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Podle ČSN 461100-2 z roku 2001 je nejvyšší stanovená hodnota pro pečivářenskou kvalitu pšenice maximálně 25. Tento limit splňuje z uvedených vzorků pouze pšenice jednozrnka. Zbylé vzorky jsou svou kvalitou spíše vhodné pro výrobu kynutých těst, pro které je požadována hodnota minimálně 30. Velmi vysokou hodnotu gluten indexu

kromě komerčně využívané pšenice seté vykazala i pšenice špalda 72,2. Takto vysoké hodnoty ve svých měřeních nedosáhli MARCONI et al. (1999), maximální naměřené hodnoty jejich výzkumu dosahovala pouze 50. Vyšší hodnoty až 90 pak popisují MACRONI et al. teprve v dalším výzkumu v roce 2002. Výsledky u dvouzrnky 42,9 odpovídaly hodnotám z výzkumu KONVALINA et al. (2008) i hodnotám z výzkumu PAGNOTTA et al. (2008). Nejnižší (nulová) hodnota byla naměřena u pšenice jednozrnky. U té KONVALINA (2012a) popisuje lepek jako roztékavý s nízkou pevností, což by nízkým hodnotám odpovídalo.

#### 5.1.4 Hodnocení pádového čísla

Pádové číslo je definováno jako celkový čas v sekundách od vložení viskozimetrických zkumavek do vodní lázně do okamžiku, kdy míchadlo poklesne o předepsanou vzdálenost želatinizovanou suspenzí.

Enzymatická aktivita často snižuje nutriční hodnotu pšeničné mouky při výrobě potravin a způsobuje degradaci sloučenin a tepelné poškození. A-amyláza přímo ovlivňuje absorpci vody do mouky, viskozitu těsta, kvasné charakteristiky těsta a nakonec i kvalitu výrobků. Ve skutečnosti vysoká aktivita alfa-amylázy snižuje číslo poklesu a nadměrně snižuje viskozitu těsta (HIDALGO et al., 2013).

Hodnoty pádového čísla mého výzkumu jsou zaznamenány v tabulce č. 16.

**Tabulka 16: Hodnoty pádového čísla**

<b>Druh pšenice</b>	<b>Pádové číslo (s)</b>
Pšenice setá	413
Pšenice špalda	253
Pšenice dvouzrnka	426
Pšenice jednozrnka	350

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Norma ČSN 46 1100-2 (461100) vyžaduje pro pečivářskou i pekařskou pšenicí hodnoty vyšší než 220 s. Stanovenou normu splnily v mém výzkumu všechny zkoušené vzorky. Z práce MACRONI et al. (2002), kteří měřili číslo poklesu mimo jiné i u pšenice tvrdé, která se běžně využívá pro výrobu kvalitních těstovin a u níž naměřili hodnoty vyšší než 450 s, je zřejmé, že vyšší hodnota pádového čísla je pro

výrobu těstovin výhodou. Nejvyšší mnou zjištěná hodnota byla u vzorku pšenice dvouzrnky (426 s), kterou označil jako velice kvalitní pro výrobu těstovin i KONVALINA (2012b). K téměř stejným výsledkům u pšenice jednozrnky (360 s) jako v tomto výzkumu, došli i LØJE et al. (2003). Naopak téměř na hranici stanovené normou byla naměřena hodnota u pšenice špaldy (253 s). Takto nízké hodnoty zmiňuje ve své práci ZANETTI (2000).

## 5.2 Hodnocení reologických vlastností na přístroji Mixolab

### 5.2.1 Hodnocení parametrů Mixolabu

Výsledky měření Mixolabu jsou uvedeny v tabulce č. 17

Tabulka 17: Hodnoty Mixolabu

Druh pšenice	C1 (min)	Amplituda (Nm)	Stabilita (min)	C2 (Nm)	C3 (Nm)	C4 (Nm)	C5 (Nm)	$\alpha$ (Nm/min)	$\beta$ (Nm/min)	$\gamma$ (Nm/min)
Pšenice setá	1,07	0,06	8,53	0,42	2,00	1,92	2,79	-0,09	0,49	-0,03
Pšenice špalda	1,11	0,11	3,73	0,35	1,95	1,58	2,24	-0,08	0,36	-0,06
Pšenice dvouzrnka	1,12	0,09	2,05	0,26	1,26	1,08	1,65	-0,05	0,34	-0,54
Pšenice jednozrnka	1,15	0,10	0,55	0,21	1,72	1,52	2,50	-0,03	0,63	-0,05

Zdroj: Hrdličková Barbora

#### Parametr C1

Parametr C1 udává dobu vývinu těsta, optimální hodnoty se pohybují v rozmezí 0,99 – 7,36 minut. Doba vývinu těsta závisí na kvalitě lepku, velikosti škrobových zrn a stupni degradace škrobu. Silnější mouky mají delší dobu vývinu těsta. Hodnoty u měřených vzorků nevykázaly příliš velké odchylky a pohybovaly se na spodní hranici rozmezí, což znamená nízkou sílu mouky. Nejkratší doba byla zaznamenána u mouky z pšenice seté – 1,07 minut. Mírný rozdíl mezi dobou tvorby těsta u jednozrnky (0,98) a dvouzrnky (0,91) popisují LACKO-BARTOŠOVÁ, ČURNÁ (2017). Nejdelší dobu vývinu těsta měla z mých měření právě jednozrnková mouka, tj. 1,15 minut.

## **Amplituda**

Amplituda udává pružnost těsta, čím vyšších hodnot dosahuje, tím je těsto pružnější. Nejvyšší hodnoty v mém výzkumu dosáhla pšenice špalda – 0,11 Nm. Podobnému výsledku došli i FILIPOVIĆ et al. (2013), kteří udávají hodnotu 0,09 Nm. Naopak nejnižší pružnost byla naměřena u pšenice seté – 0,06 Nm. Výzkum KONVALINY et al. (2017) udává hodnotu u této pšenice 0,07 Nm.

## **Stabilita**

Stabilita těsta je indikátorem celkové kvality proteinů v mouce a tolerance mouky na míchání. Optimální hodnoty jsou 4,69 – 11,42 minut. Optimální stabilitu měl podle mých měření pouze vzorek z pšenice seté, a to 8,53 minut. Stejně hodnoty naměřili ve svém výzkumu i OZTURK et al. (2008). Vzorky ze všech pluchatých druhů pšenice měly poměrně nízké hodnoty. U těchto vzorků se prokázala nižší síla mouky.

## **Parametr C2**

Hodnota parametru C2 ukazuje zeslabení bílkovin v závislosti na mechanické práci a teplotě. Za optimální jsou považovány hodnoty 0,37 – 0,63 Nm. Optima bylo při mých měřeních dosaženo u vzorků pšenice seté (0,42 Nm), vzorek pšenice špaldy vykázal hodnotu těsně pod spodní hranicí (0,35 Nm). Takové hodnoty odpovídaly výzkumu KONVALINA et al. (2017), jejichž výsledky uváděné u pšenice seté byly 0,44 Nm a u pšenice špaldy 0,39 Nm. U obou zbývajících druhů pšenice byly naměřené hodnoty pod optimální hranicí.

## **Parametr C3**

Parametr C3 hodnotí gelovatění škrobu ve vzorku mouky. Optimální hodnoty jsou 1,59 – 2,27 Nm. Do tohoto rozmezí se vešly mnou naměřené hodnoty ze vzorků pšenice seté, pšenice špaldy a pšenice jednozrnky. Například pšenice špalda vykázala hodnoty 1,95 Nm. Podobné výsledky u tohoto druhu uvedli i BODROŽA-SOLAROV et al. (2009). U pšenice dvouzrnky byly naměřeny výrazně nižší hodnoty, tj. 1,26 Nm, než u ostatních testovaných druhů.

#### **Parametr C4**

Stabilitu horkého gelu udává měřený parametr C4. Jeho optimální hodnoty jsou v rozmezí 0,95 – 2,12 Nm. Vzorky z pšenice seté – 1,92 Nm, pšenice špaldy – 1,58 Nm a pšenice jednozrnky – 1,52 Nm i pšenice dvouzrnky – 1,08 Nm se pohybovaly v optimálním rozmezí hodnot. Stabilitu horkého gelu u pšenice špaldy uvádějí FILIPOVIĆ et al. (2013), kteří naměřili hodnotu 1,4 a KONVALINA et al. (2017), hodnotu 1,2.

#### **Parametr C5**

C5 udává retrogradaci škrobu ve fázi chlazení, kdy se za optimální hodnoty považují 1,46 – 3,73 Nm. Všechny testované vzorky splnily optimum pro tento parametr. U pšenice seté byla naměřena hodnota 2,79 Nm, podobně jako u KOKSEL et al. (2009). Pšenice špalda disponovala hodnotou 2,24 Nm. Podobné výsledky tj. 2,17 Nm zveřejnili i FILIPOVIĆ et al. (2013).

#### **Parametr $\alpha$**

Tento parametr udává rychlost zeslabení bílkovin při záhřevu. Záporné hodnoty ve výzkumu znamenají klesající tendenci rychlosti zeslabení v závislosti na teplotě. Nejmenší hodnota (-0,09 Nm/min) byla naměřena u pšenice seté, stejnou hodnotu naměřili ve svém výzkumu i HADNAĐEV et al. (2011).

#### **Parametr $\beta$**

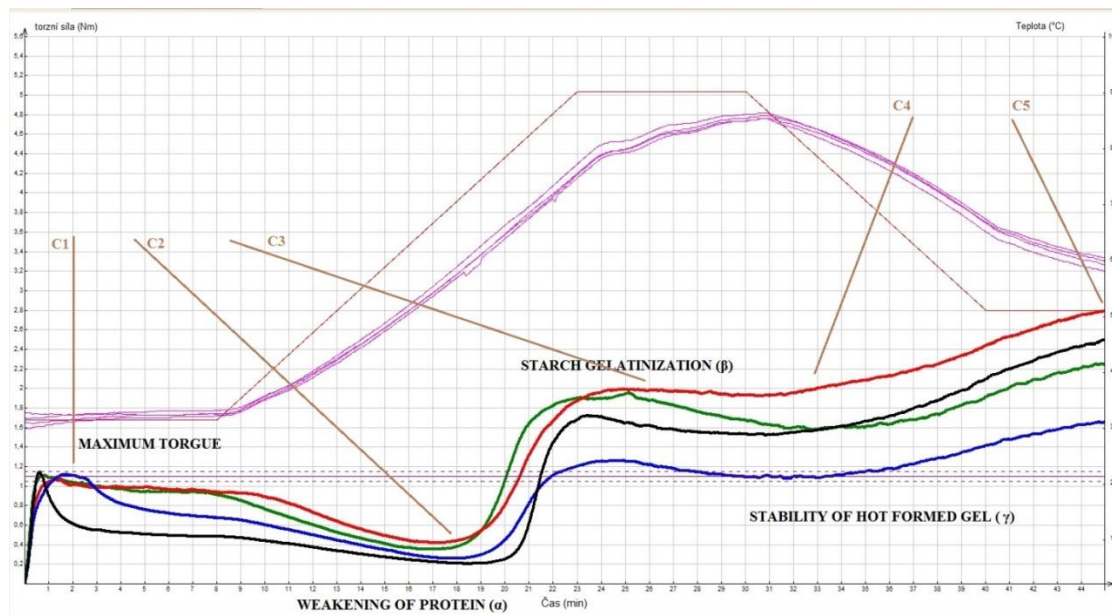
Parametr beta udává rychlost mazovatění škrobu. Nejrychleji mazovatěl vzorek z pšenice jednozrnky s hodnotou 0,63 Nm/min a vzorek pšenice seté 0,49 Nm/min. K velmi podobným výsledkům (0,47 Nm/min) u pšenice seté došli i HADNAĐEV et al. (2011), ovšem KONVALINA (2017) uvádí hodnoty vyšší (0,65 Nm/min).

#### **Parametr $\gamma$**

Gama značí rychlost enzymatické degradace, neboli délku trvanlivosti. Nejdelší trvanlivost vykázala mouka z pšenice dvouzrnky s hodnotou (-0,54 Nm/min). Naopak nejnižší rychlost enzymatické degradace byla naměřena u pšenice seté (-0,03 Nm/min). Stejně hodnoty uvádějí ve své práci HADNAĐEV et al. (2011).

V grafu č. 1 jsou porovnávány všechny testované druhy pšenice. Jsou v něm vyznačeny naměřené parametry a zaznamenán průběh jednotlivých procesů, které přístroj Mixolab zpracovává. Těmi jsou maximální točivý moment, oslabení bílkovin, škrobová želatinace a stabilita horkého gelu. Dále jsou v grafu přibližně znázorněny parametry, které Mixolab hodnotí – C1, C2, C3, C4, C5.

**Graf 1: Výsledné hodnoty Mixolabu**



Zdroj: Hrdličková Barbora

- pšenice jednozrnka
- pšenice dvouzrnka
- pšenice setá
- pšenice špalda

Z grafu je patrné, že oslabování bílkovin u všech vzorků probíhalo se snižující se tendencí v závislosti na mechanické práci a teplotě. Rychlost mazovatění škrobu rostla rychle s ohledem na čas, po který tento proces probíhal. U pšenice dvouzrnky lze vidět výrazně nižší nárůst hodnot parametru  $\beta$ , než u ostatních pšenic. Rychlost retrogradace bílkovin měla opět snižující se tendenci u všech vzorků. Pozorovat můžeme zvýšení této rychlosti především u vzorku z pšenice jednozrnky. Tato fáze má vliv na konečnou trvanlivost výrobků, ta bude tedy u výrobků z pšenice seté a pšenice jednozrnky snižena oproti výrobkům ze zbývajících pšenic.

### 5.2.2 Hodnocení výsledků Profileru

Profiler poskytuje kompletní charakterizaci mouky a poskytuje zjednodušený grafický výklad výsledků. Cílový profil byl nastavený pro těstoviny. Grafické výsledky znázorňuje pro pšenici setou graf č. 2, pro špaldu graf č. 3, dvouzrnku graf č. 4 a jednozrnku graf č. 5 (str. 49 – 52).

Mixolab Profiler převádí standardní křivku na 6 parametrů odstupňovaných od 0 do 9. Popisuje mouku na základě šesti základních kritérií: retrogradace nebo *index retrogradace*, vlastnosti při hnětení nebo *index hnětení*, síla lepku nebo *gluten index*, maximální viskozita nebo *index viskozity*, amylázová aktivita nebo *amylázový index*, absorpční potenciál nebo *index absorpce vody*.

Profil mouky kromě grafu také znázorňuje index, který zahrnuje všech 6 kritérií. Index obsahuje 6 cifer, kdy každá cifra odpovídá danému kritériu.

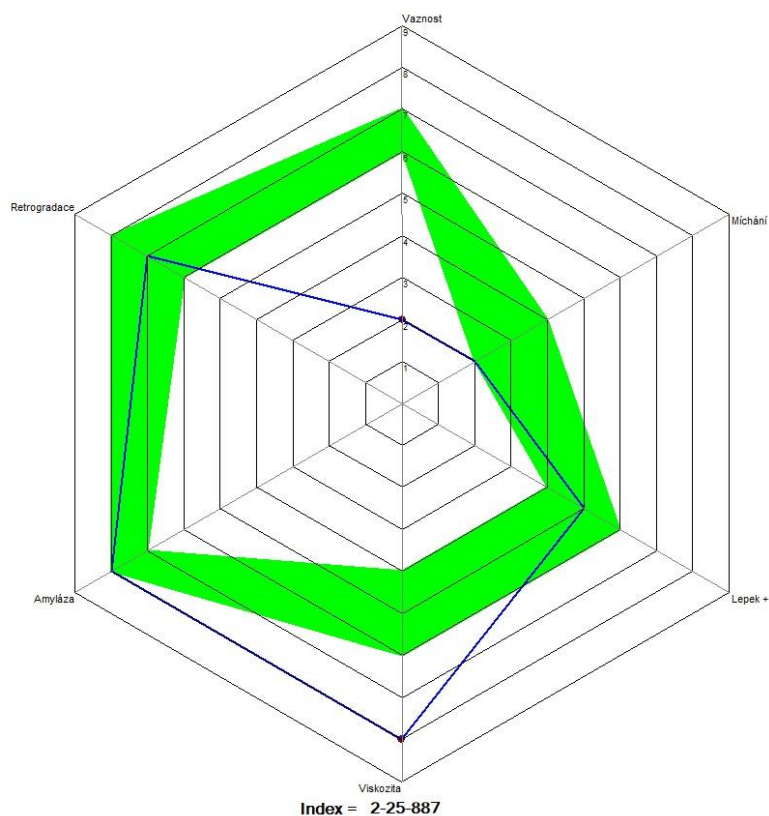
1-23-456, přičemž:

- 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)

V grafech č. 2 – 5 jsou zelenou barvou znázorněny optimální hodnoty, hodnoty měření mého výzkumu jsou vyznačeny body a spojeny modrou čarou.



**Graf 2: Profiler pšenice setá**

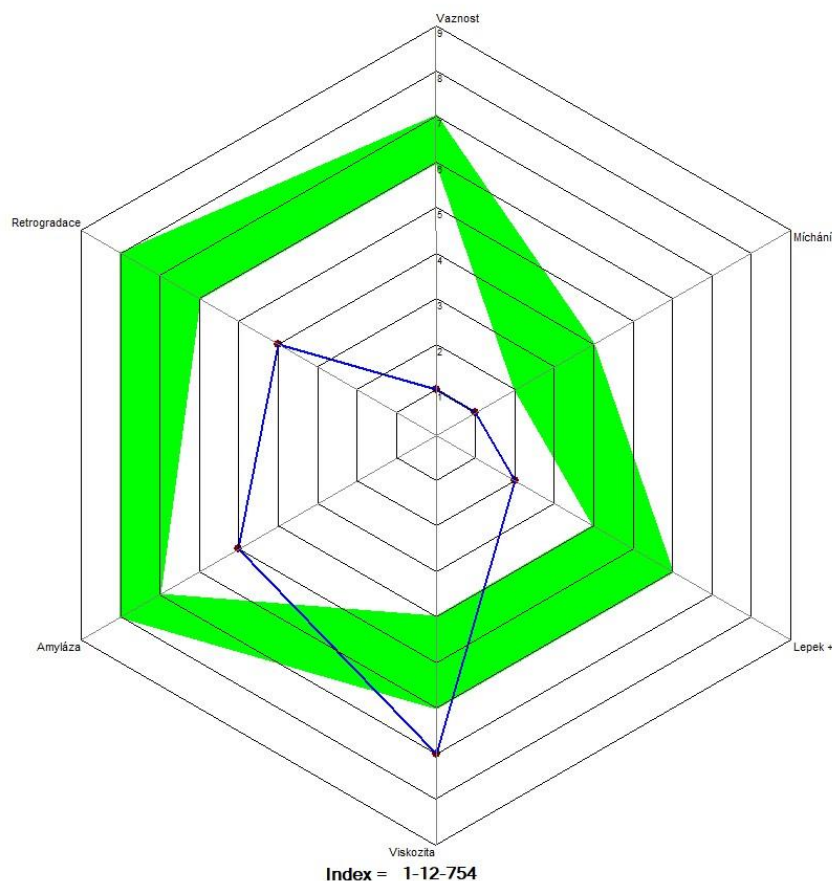


*Zdroj: Hrdličková Barbora*

**Pšenice setá – index = 2-25-887**

**Slovní zhodnocení:** Vzorek málo absorboval vodu, měl nízkou stabilitu těsta při hnětení, střední odolnost lepku vůči zahřívání a vysokou viskozitu těsta při zahřívání, vysokou amylázovou aktivitu a spíše sníženou trvanlivost výrobku z této mouky. Vyšší amylázovou aktivitu a viskozitu společně s nižší trvanlivostí výrobku popisují i STANOJESKA et al. (2013).

**Graf 3: Profiler pšenice špalda**

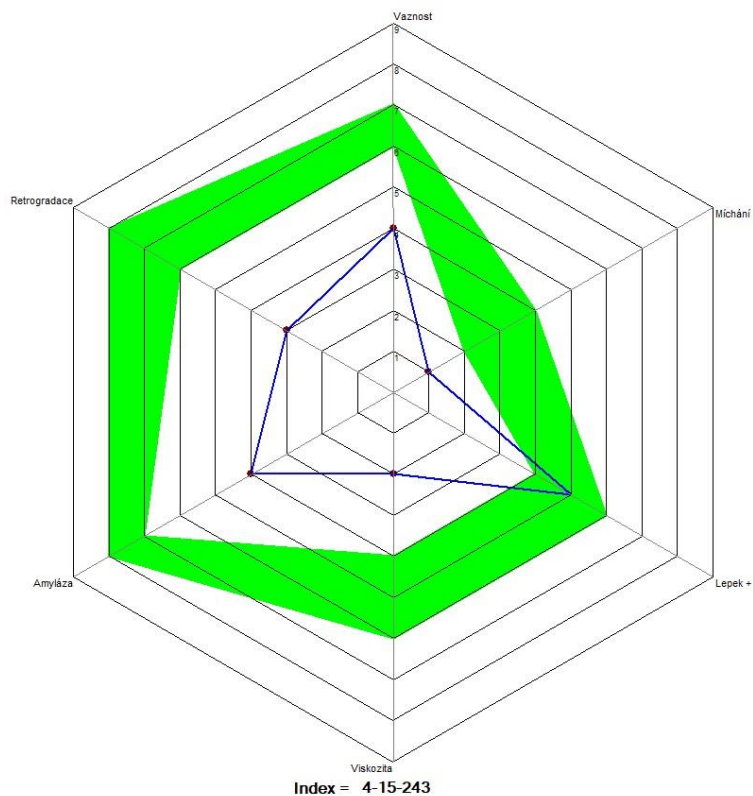


*Zdroj: Hrdličková Barbora*

### **Pšenice špalda – index = 1-12-754**

**Slovní zhodnocení:** Vzorek velmi málo absorboval vodu, měl nízkou stabilitu těsta při hnětení, nízkou odolnost lepku vůči zahřívání a poměrně vysokou viskozitu těsta při zahřívání, střední amylázovou aktivitu a spíše vyšší trvanlivost výrobku z této mouky.

**Graf 4: Profiler pšenice dvouzrnka**

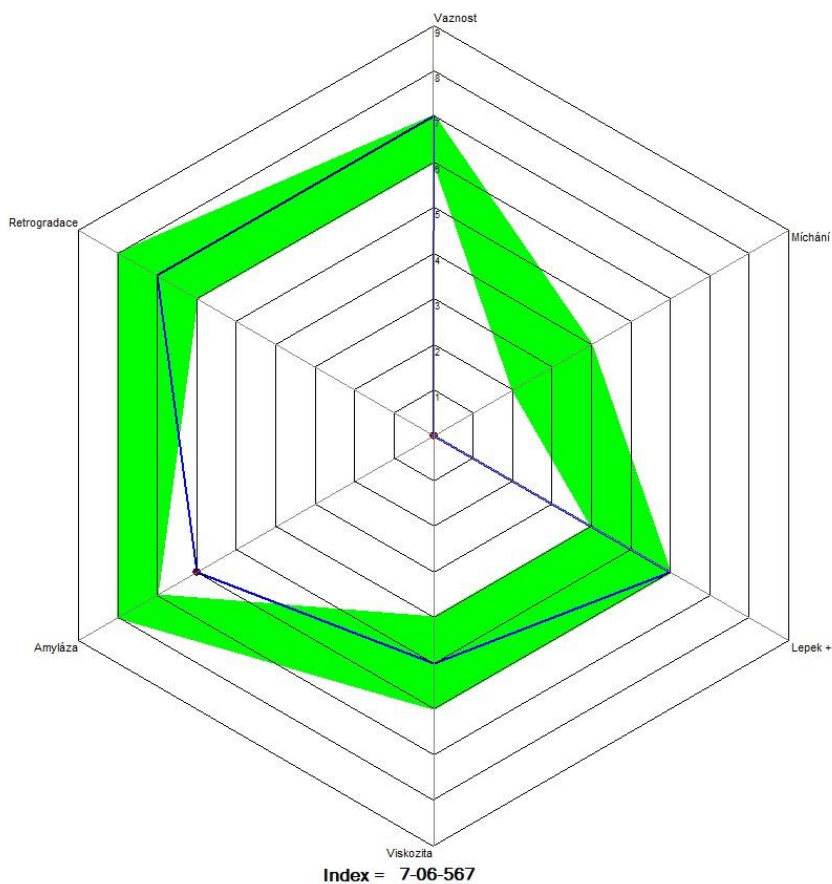


*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Pšenice dvouzrnka **Index = 4-15-243**

**Slovní zhodnocení:** Vzorek středně absorboval vodu, měl nízkou stabilitu těsta při hnětení, střední odolnost lepku vůči zahřívání, což odpovídá i výsledkům měření gluten indexu v tabulce 15. Viskozita těsta při zahřívání byla nízká, amylázová aktivita střední a poměrně dobrá trvanlivost výrobku z této mouky.

**Graf 5: Profiler pšenice jednozrnka**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

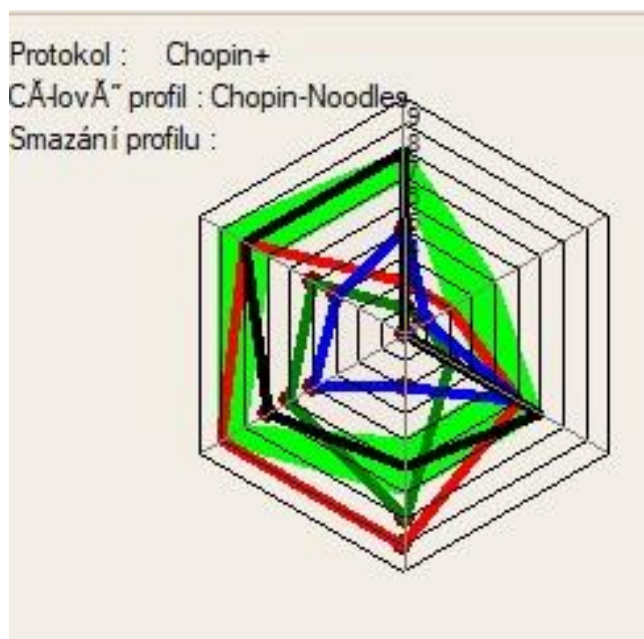
### Pšenice jednozrnka – **index = 7-06-567**

**Slovní zhodnocení:** Vzorek poměrně dobře absorboval vodu, měl velmi nízkou stabilitu těsta při hnětení, střední odolnost lepku vůči zahřívání a střední viskozitu těsta při zahřívání, střední amylázovou aktivitu, která odpovídá hodnotě pádového čísla v tabulce 16. Výsledky značí spíše sníženou trvanlivost výrobku z této mouky. Vzorek z pšenice jednozrnky se nejvíce přiblížil k optimálnímu složení mouky pro výrobu těstovin – nevyhovoval pouze u indexu hnětení.

Dá se říci, že z hodnocených mouk nejvíce absorbovala vodu mouka z pšenice jednozrnky. Stabilita těsta byla nízká u všech zkoušených druhů. Odolnost lepku vůči zahřívání měla nejnižší špalda a srovnatelná byla u všech ostatních mouk. Viskozita těsta při zahřívání se prokázala nejvyšší u pšenice seté, stejně jako amylázová aktivita. Naměřené hodnota pro trvanlivost výrobků byla nejnižší u pšenice jednozrnky a pšenice seté.

Graf č. 6 porovnává všechny testované vzorky.

**Graf 6: Celkové zhodnocení Profileru**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

- **pšenice jednozrnka**
- **pšenice dvouzrnka**
- **pšenice setá**
- **pšenice špalda**

Podle tohoto grafu optimu nejvíce odpovídá vzorek pšenice jednozrnky a nejméně dvouzrnky a špaldy.

### 5.3 Hodnocení těstovin a zkoušek vařením

Pro stanovení kvality mouky pro výrobu těstovin byly vyrobeny 4 druhy těstovin. Během výroby se vycházelo ze zásady, že voda by neměla přesáhnout 30 % hmotnosti mouky. Bylo však nutné brát zřetel na vlastnosti jednotlivých vzorků této suroviny, především lepku a škrobu. Ty v každé mouce váží vodu v jiném množství, proto byla voda přilévána postupně až do dosažení požadované mírně drobtovité konzistence. Množství přidané vody znázorňuje tabulka č. 18.

**Tabulka 18: Množství vody potřebné k výrobě těstovin**

<b>Mouka z:</b>	<b>Objem vody (ml)</b>
pšenice seté	160
pšenice špaldy	140
pšenice dvouzrnky	110
pšenice jednozrnky	110

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

### **5.3.1 Hodnocení vařivosti**

Vařivostí je doba potřebná k úplnému uvaření těstoviny. Naměřené hodnoty jsou zachyceny v tabulce č. 19.

**Tabulka 19: Hodnoty vařivosti**

<b>Těstoviny z:</b>	<b>Vařivost (min)</b>
pšenice seté	14
pšenice špaldy	15
pšenice dvouzrnky	12
pšenice jednozrnky	12

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Spotřebitel v dnešní době požaduje co nejkratší dobu přípravy. Vliv na dobu vařivosti má kromě kvality mouky i tvar a velikost těstovin. Nudle nebo špagety mají obecně nižší dobu vaření než například kolínka či vrtule. Vliv na vařivost má v první řadě mouka. LACKO-BARTOŠOVÁ, ČURNÁ (2017) popisují, že těstoviny připravené z celozrnné mouky mají delší vařivost než těstoviny z mouky bílé. Všechny vzorky pro tuto práci byly připraveny z celozrnné mouky, proto byla doba vařivosti delší. Těstoviny z pšenice dvouzrnky a jednozrnky se vařily shodně 12 minut. Špalda vykazovala nejdelší dobu vařivosti oproti ostatním druhům stejně jako v mé předchozí práci (HRDLIČKOVÁ, 2016). To se také shoduje s prací CUBADDA et al. (2007), kteří popisují, že doba vařivosti je závislá na kvalitě lepku, především na jeho síle. Ta se v tomto výzkumu právě u pšenice jednozrnky a dvouzrnky prokázala jako nízká.

Lze předpokládat, že přidáním mouky z pšenice dvouzrnky nebo jednozrnky by bylo možné snížit dobu vařivosti u těstovin ze zbývajících druhů.

### 5.3.2 Hodnocení vaznosti

Vaznost udává množství vody v hmotnostních procentech, které těstoviny přijmou během vaření. Vaznost se spočítá pomocí vzorce:

#### Vzorec pro výpočet vaznosti:

$$\text{Vaznost (\%)} = \text{hmotnost těstovin po uvaření} - \text{původní hmotnost těstovin} (100)$$

Naměřené hodnoty a výsledky výpočtů jsou zpracovány v tabulce č. 20.

Tabulka 20: Parametry vaznosti

Těstoviny z:	Hmotnost po uvaření (g)	Vaznost (%)
pšenice seté	246,0	146,0
pšenice špaldy	245,0	145,0
pšenice dvouzrnky	237,0	137,0
pšenice jednozrnky	230,0	130,0

Zdroj: Hrdličková Barbora

LACKO-BARTOŠOVÁ, ČURNÁ (2017) prokázaly, že vaznost je vyšší u těstovin vyrobených z mouky bílé oproti mouce celozrnné. Tato skutečnost byla prokázána i v mé předchozí práci, ve které byla mouka z pluchatých pšenic porovnávána s konzumní bílou pšeničnou moukou (HRDLIČKOVÁ, 2016). Všechny nyní hodnocené vzorky však měly vyšší hodnoty než vzorky z mé předchozí práce. Pro množství vody přijaté těstovinou zatím není stanovena žádná norma. Obecně platí, že vyšší hodnoty vaznosti mají dobrý vliv na kvalitu těstovin. Pro zvyšování vaznosti vody se často používají přísady vajec a jiných surovin, které vaznost ovlivňují.

Největší vaznost byla zjištěna u těstovin z pšenice seté – 146 % a pšenice špaldy – 145 %. Nejnižší hodnota – 130 % byla naměřena u těstovin z pšenice jednozrnky.

Přidáním mouky z pšenice seté nebo pšenice špaldy bychom mohly zvýšit hodnoty vaznosti u zbývajících dvou druhů.

### 5.3.3 Hodnocení bobtnavosti

Bobtnavost, neboli zvětšení objemu se vypočítá pomocí vzorce:

**Vzorec výpočtu bobtnavosti:**

$$\text{Bobtnavost} = \frac{\text{objem těstoviny po vaření}}{\text{objem těstoviny před vařením}}$$

Parametry potřebné k výpočtu a výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 21.

**Tabulka 21: Parametry bobtnavosti**

<b>Těstoviny z:</b>	<b>Objem syrových těstovin (ml)</b>	<b>Objem vařených těstovin (ml)</b>	<b>Bobtnavost</b>
pšenice seté	90	220	2,4
pšenice špaldy	80	210	2,6
pšenice dvouzrnky	70	210	3,0
pšenice jednozrnky	80	200	2,5

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

ANDERLE, SCHWARZ (1995) ve své práci popisují, že by dobré těstoviny měly být schopné svůj objem zvýšit o 300 až 400 %, což bylo v mém výzkumu prokázáno u pšenice dvouzrnky.

Všechny vzorky vykazovaly poměrně vysoké hodnoty bobtnavosti. BRUNEEL et al. (2010) ve svém výzkumu uvádí hodnoty bobtnavosti u běžně prodávaných nezemolínových těstovin kolem hodnoty 2. Nižší hodnoty (1,6) u pšenice tvrdé popisuje i MATSUO et al. (1992).

Z testovaných vzorků zvětšily objem nejvícekrát dvouzrnkové těstoviny, a to třikrát. Bobtnavost u ostatních druhů dosahuje podobných hodnot v rozsahu 2,4 až 2,5. Dá se tedy předpokládat, že těstoviny, ve kterých bude použita dvouzrnka, budou svůj objem zvyšovat více.



### 5.3.4 Hodnocení množství usazeniny

Množství těstovinového kalu uvolněného během vaření těstovin je uvedeno v tabulce č. 22.

Tabulka 22: Množství usazeniny

<b>Těstoviny z:</b>	<b>Usazenina (ml)</b>
pšenice seté	80
pšenice špaldy	100
pšenice dvouzrnky	150
pšenice jednozrnky	170

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

CUBADA et al. (2007) uvádí, že ztráty během vaření jsou spojeny s kvalitou těstovin. Podle nich je vyšší pevnost syrových těstovin obecně spojena s menší lepivostí a menšími ztrátami. Podle této studie by nejkvalitnějšími těstovinami z mého výzkumu byly vzorky z mouky pšenice seté, u které bylo naměřeno pouze 80 ml usazenin. Nepříliš vysoké hodnoty byly zjištěny také u vzorku těstovin vyrobených z mouky pšenice špalda a to 100 ml. Nejvyšší množství kalu bylo naměřeno u jednozrnkových těstovin – 170 ml, což se shoduje i s mou předešlou prací (HRDLIČKOVÁ, 2016).

Na základě těchto výsledků lze předpokládat, že pokud se při přípravě směsi využije pšenice setá nebo pšenice špalda, budou se hodnoty usazenin u takto vyrobených těstovin snižovat.

### 5.4 Statistické vyhodnocení měření

Díky korelační analýze lze zjistit vzájemný vztah mezi dvěma měřenými parametry. Výsledky zpracované korelační analýzou jsou uvedeny v tabulce č. 23

**Tabulka 23: Korelační tabulka**

Parametr		Průměr	Směr. odch.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Obsah N-látek	(1)	11,845	2,189	1,000																		
Zelený test	(2)	20,375	8,749	-0,740	1,000																	
Gluten index	(3)	52,888	39,741	-0,876	0,844	1,000																
Mokrý lepek	(4)	22,750	9,406	-0,304	0,335	0,069	1,000															
Číslo poklesu	(5)	360,500	73,120	0,214	0,470	0,021	0,130	1,000														
C1	(6)	1,112	0,030	0,751	-0,842	-0,923	0,091	-0,223	1,000													
Amplituda	(7)	0,090	0,021	0,227	-0,703	-0,524	0,249	-0,700	0,756	1,000												
Stabilita	(8)	3,715	2,206	-0,674	0,801	0,932	-0,204	0,214	-0,958	-0,733	1,000											
C2	(9)	0,309	0,089	-0,827	0,765	0,985	-0,091	-0,044	-0,926	-0,531	0,954	1,000										
C3	(10)	1,734	0,311	-0,640	0,044	0,531	-0,672	-0,509	-0,509	-0,154	0,597	0,662	1,000									
C4	(11)	1,523	0,321	-0,280	0,195	0,570	-0,748	-0,172	-0,639	-0,454	0,740	0,699	0,933	1,000								
C5	(12)	2,295	0,448	0,001	-0,025	0,316	-0,975	-0,110	-0,444	-0,413	0,558	0,466	0,858	0,955	1,000							
Alfa	(13)	-0,064	0,024	0,881	-0,820	-0,998	-0,031	0,022	0,918	0,508	-0,931	-0,991	-0,570	-0,598	-0,345	1,000						
Beta	(14)	0,456	0,125	0,702	-0,554	-0,446	-0,867	0,097	0,224	-0,145	-0,125	-0,308	0,302	0,437	0,683	0,427	1,000					
Gama	(15)	-0,168	0,352	-0,033	-0,190	0,172	-0,539	-0,331	-0,166	-0,033	0,234	0,252	0,611	0,576	0,591	-0,189	0,346	1,000				
Vařivost	(16)	13,250	1,391	-0,805	0,352	0,775	-0,085	-0,611	-0,600	0,010	0,620	0,814	0,781	0,608	0,379	-0,802	-0,355	0,386	1,000			
Vaznost	(17)	139,500	6,969	-0,930	0,758	0,974	0,134	-0,176	-0,840	-0,345	0,839	0,956	0,553	0,512	0,237	-0,978	-0,545	0,211	0,873	1,000		
Bobtnavost	(18)	2,625	0,255	-0,039	0,130	-0,252	0,820	0,257	0,351	0,262	-0,458	-0,410	-0,863	-0,904	-0,942	0,285	-0,647	-0,440	-0,415	-0,201	1,000	
Usazenina	(19)	125,000	38,925	0,854	-0,715	-0,976	0,087	0,150	0,892	0,443	-0,918	-0,994	-0,697	-0,696	-0,456	0,986	0,333	-0,281	-0,872	-0,970	0,412	1,000

Poznámka: Označené korelace jsou na hladině významnosti  $P < 0.05$ .

Zdroj: Hrdličková Barbora

Z tabulky č. 23 je patrné, že s vyšším obsahem N – látek (1), se s 99,9% pravděpodobností zvýší i doba vývinu těsta, tedy hodnota C1 (6). Naopak je tomu v případě vlivu zvýšení gluten indexu (3) na množství usazeniny (19). Zde záporná korelace udává, že na hladině významnosti ( $P < 0,001$ ), což znamená s 99,9% pravděpodobností, se zvýšením gluten indexu sníží množství usazeniny při vaření těstovin. Tyto údaje se shodují s výsledky statistických hodnocení v mé předešlé práci (HRDLIČKOVÁ, 2016). D'EGIDIO et al. (1993) popisuje nízkou pevnost lepku právě v závislosti na nízkých hodnotách sedimentu, což se mou analýzou potvrdilo.

Z korelační analýzy je zřejmé, že čím vyšší bude hodnota C1 (6), tím víc se bude snižovat vaznost těstovin (17). Dá se tedy předpokládat, že mouka už navázala vyšší množství vody při tvorbě těsta a pro přijetí vody těstovinou již není dostatečný prostor. Opačně je tomu ve vztahu vařivost (16) a rychlost zeslabení bílkovin tedy alfa (13). Čím delší je doba vařivosti, tím rychleji se bílkoviny zeslabují.

Zajímavá je také souvislost mezi množstvím bílkovin (1) v mouce a jejich zeslabením (9). Čím více mouka obsahuje bílkovin, tím déle trvá jejich zeslabení.

Výsledky měření vzorků z jednotlivých druhů pšenice byly také zhodnoceny statistickou metodou Tukey HSD testu. Hodnoty označené stejným písmenem nevykazují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti ( $P < 0,05$ ) = s 95% pravděpodobností. V tabulkách jsou porovnávány údaje pro každý parametr samostatně (ve sloupcích).

Tabulka č. 24 porovnává pekařské vlastnosti mouky, tabulka č. 25 zhodnocuje výsledky jednotlivých parametrů z Mixolabu a v tabulce č. 26 jsou vyhodnoceny zkoušky varem.

**Tabulka 24: Tukey HSD test pro výsledné hodnoty pekařských vlastností mouky**

Druh pšenice	Obsah N-látek (%)	Zelený test (ml)	Gluten index	Mokrý lepek	Číslo poklesu
Pšenice setá	10,53a	30,0d	100,00d	16,60a	413c
Pšenice špalda	9,87a	19,0b	71,35c	25,45ab	253a
Pšenice dvouzrnka	11,99ab	24,5c	40,20b	35,40b	426d
Pšenice jednozrnka	14,99b	8,0a	0,00a	13,55a	350b

Poznámka: hodnoty označené stejným písmenem nevykazují statisticky průkazné odlišnosti ( $P < 0,05$ )

Zdroj: Hrdličková Barbora

Z Turkey HSD testu je patrné, že v obsahu bílkovin nebyl ve sledovaných vzorcích příliš velký rozdíl, nejvíce této látky bylo zjištěno u pšenice jednozrnky.

Jinak tomu bylo u měření hodnoty sedimentace, tedy Zeleného indexu. Rozdíl mezi výsledky jednotlivých vzorků byl u této veličiny již statisticky významný. Měření dokázalo, že u všech mouk z pluchatých pšenic vzniká méně sedimentu než u mouky z pšenice seté, jak se potvrdilo i v mé předešlé práci (HRDLIČKOVÁ, 2016). Vůbec nejnižší sedimentace byla naměřena u pšenice jednozrnky.

Podobně tomu bylo i při měření gluten indexu, u kterého také jednotlivé hodnoty vykazovaly poměrně velké statistické rozdíly. Hodnota gluten indexu měla sestupnou tendenci od pšenice jednozrnky (0,00), přes pšenici dvouzrnku, pšenici špaldu, až po pšenici setou (100,00).

Doba poklesu vykazuje rovněž statisticky významné rozdíly v měření u jednotlivých vzorků.

Hodnota mokrého lepku je podle této statistiky významně vyšší pouze u vzorku mouky z pšenice špaldu. Ostatní tři vzorky mají podobné hodnoty.

**Tabulka 25: Tukey HSD test pro výsledky parametrů z Mixolabu**

Druh pšenice	C1 (min)	Amplituda (Nm)	Stabilita (min)	C2	C3	C4	C5	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Pšenice setá	1,07b	0,06a	8,53d	0,42d	2,00d	1,92d	2,79d	-0,09a	0,49b	-0,03a
Pšenice špalda	1,11ab	0,11b	3,73c	0,35c	1,95c	1,58c	2,24b	-0,08b	0,36a	-0,06a
Pšenice dvouzrnka	1,12a	0,09ab	2,05b	0,26b	1,26a	1,08a	1,65a	-0,05c	0,34a	-0,54a
Pšenice jednozrnka	1,15a	0,10ab	0,55a	0,21a	1,72b	1,52b	2,50c	-0,03d	0,63c	-0,05a
Poznámka: hodnoty označené stejným písmenem nevykazují statisticky průkazné odlišnosti ( $P < 0,05$ )										

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

V Tukey HSD testu lze vyčíst zajímavý údaj, a to, že se hodnoty rychlosti enzymatické degradace  $\gamma$  u všech vzorků shodují s 95% pravděpodobností. Téměř stejně statisticky významné hodnoty byly naměřeny i u parametru C1, který udává dobu vývinu těsta a u amplitudy. Opačný úkaz lze vidět v hodnotě alfa, ve které se rychlosti zeslabení bílkovin neshodují ani v jednom případě. Stejně je tomu i v případě hodnot stability, C2, C3, C4 i C5.

**Tabulka 26: Tukey HSD test pro výsledky vařivosti těstovin**

Druh pšenice	Vařivost (min)	Vaznost (%)	Bobtnavost	Usazenina (ml)
Pšenice setá	14b	146a	2,4a	80a
Pšenice špalda	15c	145a	2,6ab	100b
Pšenice dvouzrnka	12a	137c	3,0b	150c
Pšenice jednozrnka	12a	130b	2,5a	170d
Poznámka: hodnoty označené stejným písmenem nevykazují statisticky průkazné odlišnosti ( $P < 0,05$ )				

Zdroj: Hrdličková Barbora

Zajímavým údajem je statisticky průkazný rozdíl množství usazeniny u všech druhů těstovin. U bobtnavosti je tomu naopak. Zde jsou hodnoty vyrovnané až na pšenici dvouzrnku, která má minimální odchylku pouze ve vztahu k pšenici špaldě. Mezi hodnotami vaznosti u pšenice seté a pšenice špaldy není statisticky významný rozdíl, naopak u pšenice dvouzrnky a jednozrnky už rozdíly patrné jsou.

### 5.5 Výroba těstovin ze směsí a hodnocení jejich kvality

Cílem tohoto výzkumu byla optimalizace receptur u těstovin vyrobených z pluchatých pšenic. Pro účel této práce tedy byly vyrobeny 4 vzorky, které byly z jednodruhové mouky a 6 vzorků těstovin ze směsí těchto mouk. U směsí byly také pro posouzení kvality provedeny zkoušky varem a následně bylo u všech vzorků provedeno sensorické hodnocení. Pro porovnání výsledků jsou v každé ze zkoušek uvedené i hodnoty naměřené u jednodruhových těstovin.

### 5.5.1 Hodnocení vařivosti

Hodnoty vařivosti u testovaných těstovin uvádí tabulka č. 27.

**Tabulka 27: Hodnoty vařivosti u všech druhů těstovin**

<b>Těstoviny z mouky</b>	<b>Vařivost (min)</b>
100 % setá	14
100 % špalda	15
100 % dvouzrnka	12
100 % jednozrnka	12
50 % setá + 50 % špalda	14
50 % setá + 50 % dvouzrnka	13
50 % setá + 50 % jednozrnka	13
50 % špalda + 50 % dvouzrnka	11
50 % špalda + 50 % jednozrnka	12
50 % dvouzrnka + 50 % jednozrnka	10

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Většina těstovin připravených ze směsí měla nižší dobu vařivosti než těstoviny jednodruhové. Výjimkou byla směs setá + špalda, u které se očekávaly dlouhé doby vařivosti z důvodu vysokých hodnot naměřených u jednodruhových těstovin. Potvrdil se předpoklad, že přidáním jednozrnkové nebo dvouzrnkové mouky se doba varu sníží. Vůbec nejkratší dobu se vařily těstoviny ze směsi těchto dvou pšenic, a to 10 minut.

### 5.5.2 Hodnocení vaznosti

Hodnoty vaznosti u všech testovaných druhů těstovin uvádí tabulka č. 28.

Tabulka 28: Hodnoty vaznosti u všech druhů těstovin

Těstoviny z mouky	Hmotnost po uvaření (g)	Vaznost (%)
100 % setá	245,7	145,7
100 % špalda	245,0	145,0
100 % dvouzrnka	237,0	137,0
100 % jednozrnka	230,0	130,0
50 % setá + 50 % špalda	233,0	133,0
50 % setá + 50 % dvouzrnka	239,0	139,0
50 % setá + 50 % jednozrnka	233,0	133,0
50 % špalda + 50 % dvouzrnka	236,0	136,0
50 % špalda + 50 % jednozrnka	240,0	140,0
50 % dvouzrnka + 50 % jednozrnka	248,0	148,0

Zdroj: Hrdličková Barbora

Předpokladem bylo, že pšenice setá a pšenice špalda zvýší hodnoty vaznosti u zbylých druhů pšenic. Tento předpoklad se nepotvrdil. Zajímavé bylo, že těstovin vyrobených právě ze směsí mouk, které samostatně vykázaly nejvyšší hodnoty vaznosti, byla naměřena vaznost nejnižší. Naopak tomu bylo u směsi dvouzrnka + jednozrnka, které samostatně vykazují nízké hodnoty vaznosti. Hodnota vaznosti u této směsi byla úplně nejvyšší.



### 5.5.3 Hodnocení bobtnavosti

Hodnoty bobtnavosti u všech druhů těstovin uvádí tabulka č. 29.

**Tabulka 29: Hodnoty bobtnavosti u všech druhů těstovin**

<b>Mouka</b>	<b>Objem syrových těstovin (ml)</b>	<b>Objem vařených těstovin (ml)</b>	<b>Bobtnavost</b>
100 % setá	90	220	2,4
100 % špalda	80	210	2,6
100 % dvouzrnka	70	210	3,0
100 % jednozrnka	80	200	2,5
50 % setá + 50 % špalda	80	200	2,5
50 % setá + 50 % dvouzrnka	90	215	2,4
50 % setá + 50 % jednozrnka	80	190	2,4
50 % špalda + 50 % dvouzrnka	90	220	2,4
50 % špalda + 50 % jednozrnka	80	230	2,9
50 % dvouzrnka + 50 % jednozrnka	70	220	3,1

*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Předpokladem bylo, že mouka z pšenice dvouzrnky zvýší hodnotu bobtnavosti u směsí, k jejichž přípravě bude využita. Předpoklad se potvrdil pouze u směsi dvouzrnka + jednozrnka, která měla ze všech vzorků bobtnavost nejvyšší. Z testu vyplynulo, že těstoviny vyrobené z mouky pšenice seté, nebo ze směsi s přídavkem této mouky, mají nízkou hodnotu bobtnavosti.

#### 5.5.4 Hodnocení množství usazeniny

Množství usazeného těstovinového kalu u všech druhů těstovin uvádí tabulka č. 30.

Tabulka 30: Hodnocení množství usazeniny u všech druhů těstovin

Mouka	Usazenina (ml)
100 % setá	80
100 % špalda	100
100 % dvouzrnka	150
100 % jednozrnka	170
50 % setá + 50 % špalda	70
50 % setá + 50 % dvouzrnka	60
50 % setá + 50 % jednozrnka	100
50 % špalda + 50 % dvouzrnka	90
50 % špalda + 50 % jednozrnka	100
50 % dvouzrnka + 50 % jednozrnka	140

Zdroj: Hrdličková Barbora

Spotřebitelé obecně preferují co nejmenší množství kalu ve vodě. Toto kritérium nejlépe splňovaly těstoviny vyrobené ze směsí. Nižších hodnot u jednodruhových těstovin bylo dosaženo u pšenice seté a pšenice špaldy. Smícháním mouky z pšenice seté s pšenicí špaldou nebo pšenicí dvouzrnkou se hodnota usazeniny ještě snížila. Pšenice dvouzrnka a pšenice jednozrnka vykazovaly vysoké množství uvolněného kalu během vaření, také směs vzorků z těchto dvou druhů pšenice vykazovala vysoké hodnoty, byť nižší než u těstovin vyrobených čistě z jednozrnky nebo dvouzrnky. Tímto měřením se potvrdil předpoklad, že využitím přídatku pšenice seté či špaldy, se sníží hodnoty usazeniny.

#### 5.6 Hodnocení senzorické analýzy

Senzorické hodnocení probíhalo dotazníkovým šetřením, při kterém respondenti hodnotili těstoviny v syrovém i vařeném stavu. Těstoviny byly hodnoceny skupinou 30 lidí. Pohlaví tázaných bylo vyrovnané: 15 mužů a 15 žen. Respondenti neznali předem složení jednotlivých vzorků těstovin. Vzorky byly pouze označené čísly od 1 do 10.

Vzorky byly označeny následovně:

1. 100 % setá
2. 100 % špalda
3. 100 % dvouzrnka
4. 100 % jednozrnka
5. 50 % setá + 50 % špalda
6. 50 % setá + 50 % dvouzrnka
7. 50 % setá + 50 % jednozrnka
8. 50 % špalda + 50 % dvouzrnka
9. 50 % špalda + 50 % jednozrnka
10. 50 % dvouzrnka + 50 % jednozrnka

U syrových těstovin byla hodnocena barva, povrch (hladký, drsný, moučný), okraje (ostré, hrubé), struktura (kompaktní, rozpukané) a pevnost (pevné, lámavé, drolivé, průsvitné). Poslední otázkou bylo: Který vzorek hodnotíte celkově nejlépe?

V druhé části byly hodnoceny uvařené těstoviny. Jednotlivé vzorky byly vařeny po dobu, která byla pro každý druh stanovena v tabulce č. 18. Posuzovala se barva, vařivost (tvrdé, al dente, rozvařené), tvar (odpovídající, změněný), chuť (chutné, nedobré), vůně (příjemná, nepříjemná) a lepivost (lepivé, mírně lepivé, nelepivé). Poslední otázka zněla opět: Která těstovina byla celkově nejlepší?

Požadavky na smyslové hodnocení těstovin podle vyhlášky č. 333/1997 Sb. v platném znění uvádí tabulka č. 31.

**Tabulka 31: Smyslové požadavky na kvalitu těstovin**

Požadavek	Popis požadavků
Vzhled a tvar	Odpovídají tržnímu druhu, spotřebitelské balení neobsahuje příměs jiných tvarů těstovin nad 1 %. Povrch hladký, kompaktní, bez trhlin. U válcovaných těstovin a u těstovin, kde většina povrchu je tvořena řezem (např. u tzv. hvězdiček), může být povrch mírně drsný a moučný. Podíl zlomků může být maximálně 10 %. Těstoviny se při dodržení podmínek uvedených v návodu nerozvařují, nejsou lepkavé a zachovávají si svůj tvar i po uvaření.
Barva	Světlá, rovnoměrná v různých odstínech žluté, u vaječných těstovin odpovídající počtu použitých vajec, u semolinových těstovin jantarová nebo v různých tmavších odstínech žluté, u ostatních druhů odpovídá použitým surovinám nebo přídatným látkám nebo látkám určeným k aromatizaci.
Vůně a chuť po uvaření	Příjemná, těstovinová, odpovídající použitým surovinám.

Zdroj: Vyhláška č. 333/1997 Sb. v platném znění, příloha č. 6

Ze zpracované analýzy bylo zjištěno, že těstoviny z pšenice seté měly za syrového stavu šedohnědou až hnědou barvu a drsný povrch se spíše hrubými okraji. Těstoviny nebyly rozpukané a byly pevné, což se shoduje s požadavky vyhlášky č. 333/1997 Sb. Po uvaření si těstoviny zachovaly šedohnědé zbarvení, tvar a mírně lepily. Dvacet ze třiceti dotazovaných označilo těstoviny za chutné s příjemnou vůní.

**Obrázek 5: Vzorek těstovin z pšenice seté**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Druhým vzorkem byly těstoviny připravené ze špaldové mouky. V syrovém stavu byla barva šedohnědá, povrch drsný s ostrými okraji. Těstoviny byly kompaktní a pevné. Po uvaření měly hnědou barvu a odpovídající tvar. Tyto těstoviny po uvaření nelepily, což odpovídá požadavkům vyhlášky č. 333/1997 Sb. Dvě třetiny respondentů označilo špaldové těstoviny za chutné s příjemnou těstovinovou vůní.

**Obrázek 6: Vzorek těstovin z pšenice špaldy**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Dvouzrnkové těstoviny měly v syrovém stavu barvu hnědou až šedohnědou. Povrch byl drsný a okraje byly jednou polovinou respondentů označeny za ostré a druhou jako hrubé. Těstoviny působily velmi kompaktně a měly pevnou strukturu. Po uvaření zůstala barva hnědá a tvar odpovídající. Více než dvě třetiny dotazovaných těstoviny označily za nelepivé a chutné s příjemnou vůní. I tento vzorek odpovídal požadavkům vyhlášky č. 333/1997 Sb.

**Obrázek 7: Vzorek těstovin z pšenice dvouzrnky**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Jednozrnkové těstoviny měly světle žlutou až jantarovou barvu, kterou způsobilo vyšší množství karotenoidů, jež tento druh pšenice obsahuje. Právě taková barva je vyžadována vyhláškou č. 333/1997 Sb. u semolinových těstovin. Povrch těstovin byl drsný s ostrými okraji. Dotazovaní těstoviny hodnotili jako kompaktní a pevné. Po uvaření barva těstovin mírně ztmavla a respondenti ji označili jako jantarovou až hnědožlutou. Tvar zůstal nezměněný, těstoviny nelepily a jejich vůně byla příjemná. Chuť však byla hodnocena kladně pouze polovinou tázaných.

**Obrázek 8: Vzorek těstovin z pšenice jednozrnky**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

V pořadí prvními hodnocenými těstovinami ze směsí byla pšenice setá + pšenice špalda. Těstoviny z této směsi měly v syrovém stavu šedohnědou barvu, drsný povrch s hrubými okraji. Těstoviny byly kompaktní a pevné. Po uvaření se barva změnila spíše na hnědou, tvar zůstal nezměněný. Pouze třetina dotazovaných hodnotila chuť i vůni jako příjemnou. Tyto těstoviny nelepily. Výsledky sensorického hodnocení těchto těstovin byly v souladu s požadavky vyhlášky č. 333/1997 Sb.

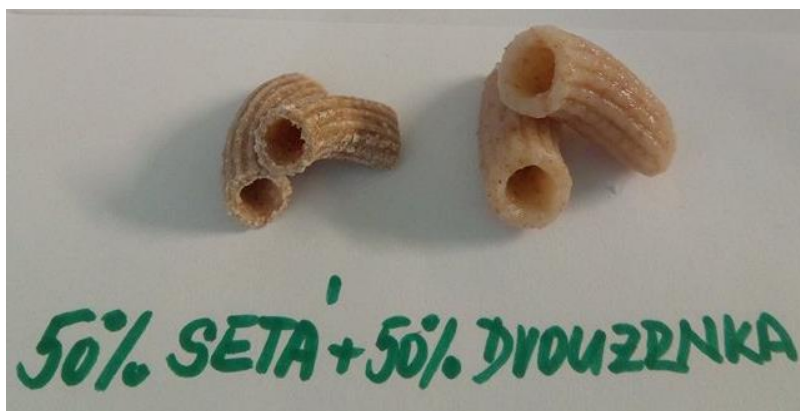
**Obrázek 9: Vzorek těstovin ze směsi setá + špalda**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Těstoviny ze směsi pšenice seté a pšenice dvouzrnky měly v syrovém stavu hnědou barvu, povrch hladký s ostrými okraji. Všichni respondenti tyto těstoviny označily za kompaktní a pevné. Po uvaření zůstaly vzorky hnědé a tvar nezměněný. Těstoviny byly mírně lepivé, chuť označili téměř všichni za příjemnou, stejně jako vůni. I tyto těstoviny splňovaly požadavky vyhlášky č. 333/1997 Sb. pouze lepivost byla hodnocena hůře.

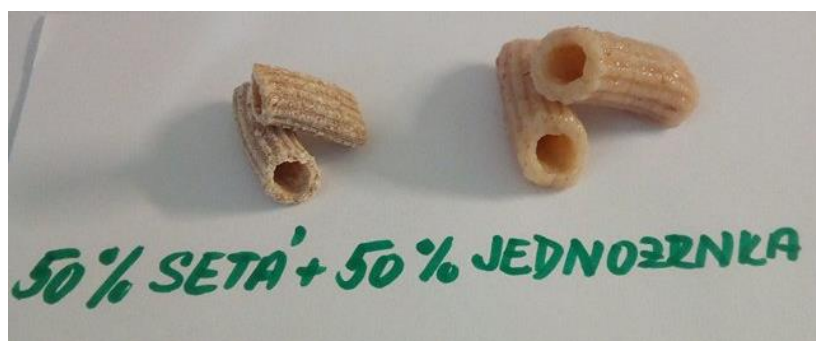
**Obrázek 10: Vzorek těstovin ze směsi setá + dvouzrnka**



*Zdroj: Hrdličková Barbora*

Těstoviny připravené ze směsi pšenice seté a pšenice jednozrnky měly v syrovém stavu šedohnědou barvu, povrch drsný s hrubými okraji. Těstoviny byly kompaktní a pevné. Po uvaření změnily barvu na hnědožlutou, tvar zůstal odpovídající. Dvě třetiny dotázaných označily tyto těstoviny jako nelepivé a chutné s příjemnou vůní. Tyto těstoviny splňovaly všechny stránky stanoveného hodnocení.

**Obrázek 11: Vzorek těstovin ze směsi setá + jednozrnka**



Zdroj: Hrdličková Barbora

Těstoviny vyrobené ze směsi pšenice špaldy a pšenice dvouzrnky měly v syrovém stavu šedohnědou barvu, moučný povrch a ostré okraje. Nebyly rozpukané a byly lámavé. Uvařené těstoviny už ztratily moučný povrch, barva byla hnědá a tvar nezměněný. Více než dvě třetiny dotazovaných označily tyto vzorky jako chutné, mírně lepivé a vůni příjemně těstovinovou. Tento vzorek těstovin byl, hodnocen hůře pouze u lepivosti, což mohlo být způsobené vyšší aktivitou A-amylázy, tedy nižším číslem poklesu naměřeným u pšenice špaldy.

**Obrázek 12: Vzorek těstovin ze směsi špalda + dvouzrnka**



Zdroj: Hrdličková Barbora

Vzorky ze směsi pšenice špaldy a pšenice jednozrnky měly v syrovém stavu barvu hnědou až hnědožlutou. Těstoviny byly kompaktní, ovšem lámavé, což není v souladu s požadavky vyhlášky č. 333/1997 Sb. Povrch měly hladký s ostrými okraji. U vařených těstovin zůstala barva hnědá až hnědožlutá, tvar nezměněný

a mírně lepily. Dvě třetiny respondentů uvedly těstoviny jako chutné s příjemnou vůní.

**Obrázek 13:** Vzorek těstovin ze směsi špalda + jednozrnka



Zdroj: Hrdličková Barbora

U těstovin ze směsi tvořené pšenicí dvouzrnkou a jednozrnkou byla barva hnědožlutá, povrch drsný s hrubými okraji. Takové hodnocení odpovídá smyslovým požadavkům na kvalitu těstovin uváděných ve vyhlášce č. 333/1997 Sb. Těm však neodpovídá fakt, že těstoviny byly mírně drolivé, což mohlo mít souvislost s vyššími hodnotami uvolněného kalu během vaření, jak popisuje CUBADA et al. (2007), naměřenými u obou druhů pšenice. Po uvaření si těstoviny zachovaly hnědožlutou barvu i odpovídající tvar. Více než dvě třetiny hodnotících označilo tyto těstoviny jako nelepivé, chutné, příjemně vonící.

**Obrázek 14:** Vzorek těstovin ze směsi dvouzrnka + jednozrnka



Zdroj: Hrdličková Barbora

## 5.7 Shrnutí sensorického hodnocení

Posledním úkolem při sensorické analýze bylo určit druh těstovin, který respondenty nejvíce zaujal, a to samostatně v syrovém stavu a ve stavu po uvaření. Nejlépe hodnocenými těstovinami byly, a to jak v syrovém tak vařeném stavu, těstoviny ze



směsi pšenice setá a pšenice špalda. Vliv na hodnocení dotazovaných měl jistě i fakt, že těstoviny byly připravené z celozrnné mouky. Tato skutečnost měla vliv jak na posuzování vzhledu (tmavší barva, neprůhlednost těstovin, hrubší struktura mouky), tak na chuť a vůni. Řada účastníků dotazovaného šetření se s celozrnnými těstovinami setkala poprvé, jejich reakce však nebyly negativní.

Špaldové výrobky jsou na trhu poměrně hojně zastoupeny, je možné tedy usuzovat, že špaldové těstoviny nebo těstoviny, kde byla ve směsi použita pšenice špalda, budou hodnoceny lépe. Očekávalo se také kladné hodnocení dvouzrnkových těstovin. Tato pšenice má předpoklady zvýšit kvalitu ostatních druhů mouk pro výrobu těstovin. Obě tyto zmíněné skupiny těstovin měly opravdu ve smyslovém hodnocení lepší výsledky než ostatní.

Překvapivě kladné hodnocení vzhledu bylo i u těstovin, pro jejichž přípravu byla použita mouka z pšenice jednozrnky. Ta má obecně vysoké množství karotenů, které způsobily žluté zbarvení těstovin, na něž jsou spotřebitelé zvyklí. Chuťově však tyto těstoviny nebyly hodnoceny nejlépe.

Z laboratorních výsledků je vidět vyšší nutriční hodnotu těstovin z pluchatých pšenic, a to hlavně v obsahu bílkovin. Lepek u pluchatých pšenic má sice horší pekařskou kvalitu, ale to by na jakost těstovin nemělo mít velký vliv. Obecně lze shrnout, že pokud bude při výrobě použita pšenice dvouzrnka nebo pšenice špalda, budou výrobky kvalitní a podle sensorického hodnocení i dobře přijaty konzumenty. Těstoviny, kde byla využita pšenice jednozrnka, byly vzhledově hodnoceny velmi pozitivně, i nutriční složení bylo optimální. Z hlediska chutnosti by však bylo vhodné zvážit přídavek vajec nebo jiných přídatných látek.

## 6. Závěr

Na základě provedených testů byla potvrzena pracovní hypotéza, že rozборы mouky ukáží vhodnost využití pluchatých pšenice pro výrobu těstovin. Nejběžněji jsou těstoviny vyráběné z pšenice tvrdé, která se však v podmínkách České republiky pěstuje velmi omezeně a je často nahrazována právě mnou testovanými druhy pšenice. Těmi byla pšenice špalda, pšenice dvouzrnka a pšenice jednozrnka. Provedená měření ukázala u těchto pšenice vyšší hodnoty N – látek, optimální hodnoty pádového čísla i sedimentačního indexu. Při hodnocení mokrého lepku dosahovala nejlepších hodnot pšenice dvouzrnka. Kvalitě lepku stanovenou pro pečivářenskou pšenici normou ČSN 461100-2 z roku 2001 odpovídal pouze vzorek z pšenice jednozrnky, což ovšem kvalitu těstovin výrazně neovlivní. Měření reologických vlastností těsta na přístroji Mixolab ukázalo, že testované pšenice jsou pro výrobu těstovin vhodné.

U vyrobených těstovin vykazovaly pluchaté pšenice výborné výsledky a následně byla potvrzena i druhá pracovní hypotéza, že těstoviny ze směsí by měly částečně přijmout vlastnosti obou druhů mouk a vyvážit nedostatky. V případě doby vařivosti se čas potřebný k úplnému uvaření těstovin, sníží přidáním mouky z pšenice jednozrnky nebo pšenice dvouzrnky. U stanovení bobtnavosti bylo prokázáno, že přidání mouky z pluchatých pšenice, především pšenice dvouzrnky, se její hodnota zvýší. Horší výsledky byly u všech druhů pluchatých pšenice zaznamenány pouze v množství uvolněného kalu během varu těstovin. Ke snížení těchto hodnot se může využít přidání pšenice seté.

V senzoričtém posouzení byly těstoviny z pluchatých pšenice hodnoceny vcelku pozitivně. Nejlépe klasifikovány byly těstoviny, u kterých byla při výrobě využita pšenice špalda. Dobré hodnocení také bylo u těstovin, kde byla využita pšenice dvouzrnka. Pšenice jednozrnka měla pozitivní vliv na barvu těstovin, které měly při jejím použití žluté zbarvení. Jejich chuť však nebyla hodnocena nejlépe. Tímto se potvrdila i třetí hypotéza, že senzoričtá analýza ukáže vhodnost využití pluchatých pšenice při výrobě těstovin.

S nárůstem poptávky po tuzemských výrobcích a také se zvyšujícím se zájmem o zdravou výživu se využití těchto druhů pšenice jeví jako vhodné řešení. Pluchaté pšenice je možné pěstovat v podmínkách České republiky, především pak

v ekologickém zemědělství, a produkty z nich se mohou stát součástí stravy místních obyvatel.

## Použitá literatura:

Agrární komora, spotřeba potravin – 2015, Český statistický úřad, dostupné dne 13. 1. 2018 z: <http://www.apic-ak.cz/spotreba-potravin-2015.php>

ANDERLE P., SCHWARZ H. (1995): Zbožiznalství: poživatiny - potraviny, pochutiny. Praha: Wahlberg. ISBN 80-901-871-4-5.

ARENDE E. K., ZANNINI E. (2013): Cereal grains for the food and beverage industries. Elsevier. ISBN 9780857094131. Dostupné dne 19. 3. 2018 z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780857094131500012>

BIO PRO (2012): Aplikační příručka Mixolabu Reologické a enzymové analýzy. Metody analýzy, studie a aplikace, O. K. SERVIS.

BODROŽA-SOLAROV M., MASTILOVIĆ J., FILIPČEV B., ŠIMURINA O. (2009): Triticum aestivum spp. Spelta – the potential for the organic wheat production triticum aestivum spp. Spelta – potencijal za organsku proizvodnju pšenice. *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 13: 128 – 131.

BOJŇANSKÁ T., FRANČÁKOVÁ H. (2002): The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. *Rostlinná výroba* 48: 141-147.

BRUNEEL C., PAREYT B., BRIJS K., & DELCOUR J. A. (2010): The impact of the protein network on the pasting and cooking properties of dry pasta products. *Food Chemistry*, 120: 371 – 378.

CUBADDA R. E., CARCEA M., MARCONI E., TRIVISONNO M. C. (2007): Influence of gluten proteins and drying temperature on the cooking quality of durum wheat pasta. *Cereal Chemistry*, 84: 48 – 55.

ČESKO (1997): Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 333/1997, kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. Dostupné dne 20. 3. 2018 z: [http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe\\_uplna-zneni\\_vyhlaska-1997-333-potravinovy.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-1997-333-potravinovy.html)

ČESKO (2008): Vyhláška č. 4/2008 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Dostupné dne 17. 3. 2018 z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-4>

ČSN 46 1011-9 (1988): Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Zkoušení obilovin. Stanovení mokrého lepku. Stanovení tažnosti lepku. Stanovení bobtnavosti lepku.

ČSN 46 1100-2 (461100) (2001): Obiloviny potravinářské - Část 2: Pšenice potravinářská.

ČSN EN ISO 20483 (2014): Obiloviny a luštěniny - Stanovení obsahu dusíku a výpočet obsahu dusíkatých látek - Kjeldahlova metoda.

ČSN EN ISO 3093 (2007): Pšenice, žito a pšeničná a žitná mouka, pšenice tvrdá (durum) a semolina z pšenice tvrdé - Stanovení čísla poklesu podle Hagberga-Pertena .

ČSN EN ISO 5529 (2011): Pšenice – Stanovení sedimentačního indexu – Zeleného test.

D'EGIDIO M. G., NARDI S., VALLEGA V. (1993): Grain, flour, and dough characteristics of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. *Cereal Chemistry*, 70: 298-303.

DESHEVA G., VALCHINOVA E., KYOSEV B., STOYANOVA S. (2014): Grain physical characteristics and bread-making quality of alternative cereals towards common and durum wheat. *Emirates journal food agriculture* 26: 418 – 424.

FAMĚRA O. (2015): Pšeničné bílkoviny - významná složka potravy v minulosti i v současnosti, Obiloviny v lidské výživě. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, ISBN 978-80-88019-16-9.

FILIPOVIĆ J., PEZO L., FILIPOVIĆ N., FILIPOVIĆ N., BODROŽAA-SOLAROV M., PLANČAK M. (2013): Mathematical approach to assessing spelt cultivars (*Triticum aestivum* subsp. spelt) for pasta making. *International Journal of Food Science and Technology*, 48: 195 – 203.

- GAJDOŠOVÁ A., ŠTURDÍK E. (2004): Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekářských cereálií. *Nova Biotechnologica*, 4: 133 – 154.
- GRAMAN J., ČURN V. (1998): Šlechtění zemědělských plodin: (obiloviny, luskoviny). České Budějovice: Jihočeská univerzita, ISBN 8070403004.
- GÜLER S., KÖKSEL H. (2002): Effects of industrial pasta drying temperatures on starch properties and pasta quality, *Food Research International*, 35: 421 – 427.
- HADNAĐEV T. D., TORBICA A., HADNAĐEV M. (2011): Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. *Procedia Food Science*, 1: 328 – 334.
- HIDALGO A., BRUSCO M., PLIZZARI L., BRANDOLINI A. (2013): Polyphenol oxidase, alpha-amylase and beta-amylase activities of *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum* and *Triticum aestivum*: A two-year study, *Journal of Cereal Science*, 85: 51 – 58.
- HRABĚ J., BUŇKA F., HOZA I. (2007): Technologie výroby potravin rostlinného původu, 1. vyd., Universita Tomáše Bati ve Zlíně, ISBN 978 – 80 - 7318 – 520 – 6.
- HRDLIČKOVÁ B. (2016): Možnosti výroby těstovin z pluchatých pšenic. [Bakalářská práce]. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta.
- HRUŠKOVÁ M., KADLEC P., MELZOCH K., VOLDŘICH M. (2012): Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, Monografie. ISBN 9788074181450. str. 489 – 492
- ICC 137/1 (1994): Mechanical Determination of the Wet Gluten Content of Wheat Flour (Perten Glutomatic)
- ICC 155 (1994): Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. to Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour (*Triticum aestivum*)

KADLEC P., MELZUCH K., VOLDŘICH M. (2013): Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích. Ostrava: Key Publishing, Monografie. ISBN 9788074181634.

KILL R. C., TURNBULL K. (2001): Pasta and semolina technology. Malden, MA: Blackwell Science. ISBN 978-0-632-05349-0.

KOKSEL H., KAHRAMAN K., SANAL T., OZAY D. S., DUBAT A. (2009): Potential Utilization of Mixolab for Quality Evaluation of Bread Wheat Genotypes. *Cereal chemistry*, 86: 522 – 526.

KONVALINA P. (2012a) :Pěstování a využití pšenice jednozrnky v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7427-120-5.

KONVALINA P. (2012b): Pěstování a využití pšenice dvouzrnky v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 9788074271199.

KONVALINA P. (2012c): Pěstování a využití pšenice špaldy v ekologickém zemědělství: metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 9788074271182.

KONVALINA P., GRAUSGRUBER H., DANG K. T., et al. (2017): Rheological and Technological Quality of Minor Wheat Species and Common Wheat. In: WANYERA R., OWUOCHE J. (ed.) *Wheat Improvement, Management and Utilization*. ISBN 978-953-51-3151-9. Dostupné dne 24. 3. 2018 z: <https://www.intechopen.com/books/wheat-improvement-management-and-utilization/rheological-and-technological-quality-of-minor-wheat-species-and-common-wheat>

KONVALINA P., MOUDRÝ J. ml., MOUDRÝ J. (2008): Quality parametres of emmer wheat landraces. *Journal central european agriculture*, 9: 539 – 545.

LACKO-BARTOŠOVÁ M., ČURNÁ V. (2017): Quality Of Organic Emmer Wheat And Possibility Of Its Utilization. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 1: 273 – 278.

LACKO-BARTOŠOVÁ M., KORCZYK-SZABÓ J., RAŽNÝ R. (2010): Triticum spelta – a specialty grain for ecological farming systems. *Research Journal of Agricultural Science* 42: 143 – 147.

MARCONI E., CARCEA M., GRAZIANO M., CUBADDA R. (1999): Kernel Properties and Pasta-Making Quality of Five European Spelt Wheat (*Triticum spelta* L.) Cultivars. *Cereal chemistry*, 76: 25 – 29.

MARCONI E., CARCEA M., SCHIAVONE M., CUBADDA R. (2002): Spelt (*Triticum spelta* L.) Pasta Quality: Combined Effect of Flour Properties and Drying Conditions. *Cereal chemistry*, 79: 634 – 639.

MARTÍNEK V., FILIP P. (2012): Mlynářská technologie svazek 2. Svaz průmyslových mlýnu České republiky. Mlynářské noviny, ISBN 978-80-239-9475-9.

MATSUO R. R., MALCOLMSON L. J., EDWARDS N. M., DEXTER J. E. (1992): A colorimetric method for estimating spaghetti cooking losses. *Cereal Chem*, 69: 27-29.

MEZINÁRODNÍ ORGANIZACE PRO TĚSTOVINY (IPO) dostupné z:  
<http://www.internationalpasta.org/index.aspx?id=6>

MOUDRÝ J. (2001): Alternativní plodiny. Praha: Profi Press, ISBN 9788086726403.

MUCHOVÁ Z., FIXELOVÁ M. (2007): K problematike hodnotenia a významu kvality zrna *Triticum durum*, Desf., z pohľadu spracovateľa. In: pestovanie tvrdej pšenice na Slovesku. Bratislava: RADUR Storm života.

OZTURK S., KAHRAMAN K., TIFTIK B., KOKSEL H. (2008): Predicting the cookie quality of flours by using Mixolab. *European Food Research and Technology*, 227: 1549 – 1554.

PAGNOTTA M. A., MONDINI L., CODIANNI P., FARES C. (2009): Agronomical, quality, and molecular characterization of twenty Italian emmer wheat (*Triticum dicoccon*) accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56: 299-310



- PELIKÁN M., SÁKOVÁ L. (2001): *Jakost a zpracování rostlinných produktů*, 1.vyd., České Budějovice, Jihočeská Univerzita, ISBN 80-7040-502-3.
- PELIKÁN M., SUKOVÁ M. (1998): *Hodnocení a využití rostlinných produktů: (návody do cvičení)*. České Budějovice, Jihočeská univerzita, ISBN 80-7040-279-2.
- PREEDY V. R., WATSON R. R. a PATEL V. B. (2011): *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention*. Boston, Elsevier/Academic Press, ISBN 978-0-12-380886-8.
- PRUGAR J. (2008): *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, ISBN 9788086576282.
- PRUGAR J., HRAŠKA Š. (1998): *Kvalita pšenice*, Příroda Bratislava.
- PŘÍHODA J., SKŘIVAN P., HRUŠKOVÁ M. (2004): *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, ISBN 80-7080-530-7.
- SACHAMBULA L., HARTMAN I., PSOTA V. (2015): *Sladovnická kvalita pšenice jednozrnky*, *Kvasný průmysl* 61: 320–325.
- STALLKNECHT G. F., GILBERTSON K. M., RANNEY J. E. (1996): *Alternative wheat cereals as food grains: Einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale*. In: JANICK J. (ed.): *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, s. 156-170.
- STEHNO Z. (2001): *Možnosti pěstování a využití pluchatých pšenic*. In *Sborník referátů a posterů z odborné konference Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR*, 21: 4-7.
- STEHNO Z. (2007): *Emmer Wheat Rudico Can Extend the Spectra of Cultivated Plants*. *Czech journal of genetics and plant breeding*, 43: 113 – 15.
- ŠRAMKOVÁ Z., GREGOVÁ E., ŠTURDÍK E. (2009): *Chemical composition and nutritional quality of wheat grain*. *Acta Chimica Slovaca*, 2: 115 – 138.

VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. (2009): Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, ISBN 978-80-86659-16-9.

WIWART M., PERKOWSKI J., BUDZYŃSKI W., SUCHOWILSKA E., BUŠKO M., MATYSIAK A. (2011): Concentrations of ergosterol and trichothecenes in the grains of three Triticum species. *Czech Journal of Food Sciencei*. 29: 430-440.

ZANETTI S., WINZELER M., KELLER M., KELLER B., MESSMER, M. (2000). Genetic analysis of pre-harvest sprouting resistance in a wheat x spelt cross. *Crop Science - Madison*, 40: 1406-1417.

ZWEIFEL CH. (2001): Influence of High-Temperature Drying on the Structural and Textural Properties of Durum Wheat Pasta. [Dissertation] Zurich, Swiss Federal Institute of Technology Zurich.

## Seznam použitých zkratk

<i>Zkratka</i>	<i>Plný význam zkratky</i>
aj.	a jiné
atd.	a tak dále
č.	číslo
et al.	a ostatní
EU	Evropská unie
HTZ	hmotnost tisíce zrn
IPO	Mezinárodní organizace pro těstoviny
max.	maximální
miner.	minerální
MZe	Ministerstvo zemědělství
např.	například
Sb.	sbírky
směr. odch.	směrodatná odchylka
str.	strana
tj.	to je
TH	vysokorychlostní sušení
THT	velmi vysokorychlostní sušení
tzv.	takzvané

## Seznam tabulek, grafů a obrázků

### Seznam tabulek

Tabulka 1: Systematické třídění hlavních druhů pšenice.....	11
Tabulka 2: Procentuelní chemické složení zrna pšenice.....	13
Tabulka 3: Obsah bílkovin v pšeničném zrně.....	14
Tabulka 4: Obsah minerálních látek v pšeničném zrně.....	16
Tabulka 5: Obsah vitaminů v pšeničném zrně.....	16
Tabulka 6: Vybrané nutriční parametry pšenice jednozrnky.....	18
Tabulka 7: Přípustné záporné hmotnostní odchylky.....	25
Tabulka 8: Parametry Mixolabu.....	32
Tabulka 9: Parametry Profileru.....	33
Tabulka 10: Výsledné hodnoty sedimentačního indexu.....	39
Tabulka 11: Hodnoty pro výpočet N-látek.....	40
Tabulka 12: Obsah N-látek.....	40
Tabulka 13: Množství lepku získané odstředěním.....	41
Tabulka 14: Množství mokrého lepku.....	41
Tabulka 15: Hodnoty Gluten indexu.....	42
Tabulka 16: Hodnoty pádového čísla.....	43
Tabulka 17: Hodnoty Mixolabu.....	44
Tabulka 18: Množství vody potřebné k výrobě těstovin.....	54
Tabulka 19: Hodnoty vařivosti.....	54
Tabulka 20: Parametry vaznosti.....	55
Tabulka 21: Parametry bobtnavosti.....	56
Tabulka 22: Množství usazeniny.....	57
Tabulka 23: Korelační tabulka.....	58
Tabulka 24: Tukey HSD test pro výsledné hodnoty pekařských vlastností mouky ..	60
Tabulka 25: Tukey HSD test pro výsledky parametrů z Mixolabu.....	61
Tabulka 26: Tukey HSD test pro výsledky vařivosti těstovin.....	62
Tabulka 27: Hodnoty vařivosti u všech druhů těstovin.....	63
Tabulka 28: Hodnoty vaznosti u všech druhů těstovin.....	64
Tabulka 29: Hodnoty bobtnavosti u všech druhů těstovin.....	65

Tabulka 30: Hodnocení množství usazeniny u všech druhů těstovin .....	66
Tabulka 31: Smyslové požadavky na kvalitu těstovin.....	67

### **Seznam grafů**

Graf 1: Výsledná hodnota Mixolabu.....	437
Graf 2: Profiler pšenice setá.....	449
Graf 3: Profiler pšenice špalda .....	540
Graf 4: Profiler pšenice dvouzrnka .....	541
Graf 5: Profiler pšenice jednozrnka.....	552
Graf 6: Celkové zhodnocení Profileru .....	563

### **Seznam obrázků**

Obrázek 1: Hlavní části pšeničné obilky.....	12
Obrázek 2: Část podélného řezu zrnem pšenice .....	13
Obrázek 3: Hnětení těstovin .....	34
Obrázek 4: Tvarování těstovin .....	34
Obrázek 5: Vzorek těstovin z pšenice seté.....	68
Obrázek 6: Vzorek těstovin z pšenice špaldy .....	68
Obrázek 7: Vzorek těstovin z pšenice dvouzrnky.....	69
Obrázek 8: Vzorek těstovin z pšenice jednozrnky.....	69
Obrázek 9: Vzorek těstovin ze směsi setá + špalda .....	70
Obrázek 10: Vzorek těstovin ze směsi setá + dvouzrnka.....	70
Obrázek 11: Vzorek těstovin ze směsi setá + jednozrnka.....	71
Obrázek 12: Vzorek těstovin ze směsi špalda + dvouzrnka.....	71
Obrázek 13: Vzorek těstovin ze směsi špalda + jednozrnka.....	72
Obrázek 14: Vzorek těstovin ze směsi dvouzrnka + jednozrnka .....	72

## SYROVÉ TĚSTOVINY

## BARVA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Světle žlutá										
Jantarová										
Šedá										
Hnědá										
Šedohnědá										
Hnědožlutá										

## POVRCH

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hladký										
Drsný										
Moučný										

## OKRAJE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ostré										
Hrubé										

## SOUDRŽNOST

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kompaktní										
Rozpukané										

## PEVNOST

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pevné										
Lámavé										
Drolivé										
Průsvitné										

**Které těstoviny Vám přišly nejlepší?**

## **VAŘENÉ TĚSTOVINY**

### **BARVA**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Světle žlutá										
Jantarová										
Šedá										
Hnědá										
Šedohnědá										
Hnědožlutá										

### **VAŘIVOST**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tvrdé										
Al Dente										
Rozvařené										

### **TVAR**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odpovídající										
Změněný										

### **CHUŤ**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chutné										
Nedobré										

### **VŮŇ**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Příjemná										
Nepříjemná										

### **LEPIVOST**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lepivé										
Mírně lepivé										
Nelepivé										

**Které těstoviny Vám přišly nejlepší?**