

JIHOČESKÁ UNIVERZITA v ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Příprava těstovin s různým podílem merlíkové mouky
a jejich kvalitativní hodnocení**

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.

Autor práce: Bc. Věra Bigasová

České Budějovice, duben 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Věra BIGASOVÁ**
Osobní číslo: **Z12567**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Příprava těstovin s různým podílem merlíkové mouky a jejich kvalitativní hodnocení**
Zadávající katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

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

Cílem práce je otestovat možnost výroby těstovin s podílem merlíkové mouky a vyhodnotit jejich vybrané kvalitativní vlastnosti. Vlastní řešení práce bude probíhat podle následujícího schématu:

- 1) Shromáždění názorů domácích i zahraničních autorů k řešené problematice.
- 2) Příprava merlíkové mouky a různých variant těstovin (např. semolinové, vaječné, bezvaječné...) s odstupňovaným zastoupením merlíkové mouky (10, 20, 30% atp.)
- 3) Stanovení vybraných kvalitativních parametrů (vařivost, vaznost aj.) a senzorické hodnocení (chuť, vůně, lepivost aj.).
- 4) Statistické zpracování a vyhodnocení získaných dat a dále uspořádání v podobě tabulek grafů či obrazových příloh. Součástí vyhodnocení bude porovnání zjištěných výsledků s výsledky obdobných pokusů u dostupných prací a závěrečný souhrn získaných výsledků.

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Fleming, J.E., Galwey N.W. 1995 Quinoa (*Chenopodium quinoa*). In: Cereals and Pseudocereals (ed. Williams, J.T.). Chapman and Hall, London, 3-83.
Koziol, M.J. 1993. Quinoa: A potential new oil crop. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York, 328-336.
Kopáčová, O. 2007 Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrným výrobkům. ÚZPI Praha, 55s.
Caperuto L, Amaya-Farfan J, Camargo C (2001) Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. J Sci Food Agric 81:95-101
Chillo S, Civica V, Iannetti M, Suriano N, Mastromatteo M, Del Nobile MA (2009) Properties of quinoa and oat spaghetti loaded with carboxymethylcellulose sodium salt and pregelatinized starch as structuring agents. Carbohydr Polym 78:932-937
Schoenlechner R., Drausinger J., Ottenschlaeger V., Jurackova K., Berghofer E. Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat Plant Foods Hum Nutr (2010) 65:339-349
Databáze Web of Science a Scopus

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání diplomové práce: 20. února 2013
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2014


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 20. února 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Příprava těstovin s různým podílem merlíkové mouky a jejich kvalitativní hodnocení** vypracovala samostatně s použitím pramenů a literatury, uvedených v seznamu citované literatury.

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 jejích internetových stránkách, a to se zachováním 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 výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 25. 4. 2014

.....

podpis autora

Poděkování:

Velice děkuji doc. Ing. Janě Pexové Kalinové, Ph.D. za vedení, pomoc a trpělivost při tvorbě mé diplomové práce. Děkuji pracovníkům firmy Zátkův Mlýn a. s. za milou spolupráci a cenné informace z praxe. Děkuji mým blízkým za velikou podporu po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Merlík čilský (*Chenopodium chinoa*) patří mezi nutričně velice hodnotné plodiny s mnohostranným využitím. Cílem této práce bylo otestovat možnosti výroby těstovin s různým podílem merlíkové mouky a vyhodnotit jejich vybrané kvalitativní vlastnosti.

Práce zahrnuje kvalitativní a senzorické hodnocení merlíkovo-semolinových těstovin obsahujících různý podíl merlíkové mouky (0-90%) a těstovin s obsahem semoliny, 30 či 40 % podílem merlíkové mouky a přídavkem vajec, či z 50 % zželatinizovaného merlíkového škrobu nebo sójové mouky. Součástí práce je také fotodokumentace výroby těstovin a výsledky.

Pro výrobu merlíkovo-semolinových těstovin lze doporučit použití merlíkové mouky v zastoupení do 30 %. Přidání vajec, či zželatinizování merlíkového škrobu, posunuje možný podíl merlíku v těstovinách až na 40 % zastoupení.

Klíčová slova: merlík čilský; využití; těstoviny; senzorická kvalita

Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) is a very nutritionally valuable crop with versatility. The aim of this work was a practical experiment to test the possibility of pasta production with different proportions of quinoa flour and evaluate their selected qualitative properties.

The thesis includes also photos of pasta production and the results of questionnaires summarizing the views of consumers on pasta containing quinoa flour.

We can advise to use of quinoa flour up to 30% share for the production of quinoa-semolina pasta. Adding eggs or the pregelatinized quinoa starch inches the possible share of quinoa in the pasta up to 40% representation.

Key words: quinoa; utilization; pasta; sensory quality

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl	12
3. Literární přehled.....	13
3.1 Merlík čilský (<i>Chenopodium chinoa</i> Willd.) – původ, taxonomie a botanická charakteristika.....	13
3.2 Nutriční hodnota a složení semen	14
3.2.1 Bílkoviny	15
3.2.2 Lipidy	16
3.2.3 Sacharidy.....	16
3.2.4 Vláknina.....	16
3.2.5 Minerální látky.....	17
3.2.6 Vitaminy.....	17
3.2.7 Saponiny a fytáty	17
3.3 Technologie a způsoby zpracování	18
3.4 Možnosti využití pro lidskou výživu	18
3.5 Těstoviny.....	19
3.5.1 Historie těstovin	19
3.5.2 Legislativa, dělení těstovin, jakostní požadavky	20
3.5.3 Technologický postup průmyslové výroby těstovin.....	21
3.5.4 Suroviny pro výrobu těstovin, požadavky na suroviny	23
3.5.5 Merlíková mouka	27
4. Materiál a metody	30
4.1 Suroviny a pomůcky	30
4.2 Příprava merlíkové mouky	31
4.3 Příprava směsí, těst, těstovin.....	31

4.4 Stanovení vybraných kvalitativních parametrů, metodika sensorického hodnocení	33
4.5 Vyhodnocení získaných dat	34
5. Výsledky	36
6. Diskuze.....	47
7. Závěr	51
8. Seznam použité literatury	53
Příloha – fotodokumentace pokusu.....	58

1. Úvod

Těstoviny jsou v ČR velmi oblíbenou potravinou a jejich spotřeba se každoročně zvyšuje. Zásahu na tom jistě má cenová dostupnost, snadná skladovatelnost i dlouhá doba trvanlivosti.

Těstoviny lze připravovat a servírovat mnoha způsoby. Jsou oblíbenou součástí jídelníčku dětí i dospělých. Svým složením odpovídají požadavkům skupin lidí s různými dietami, např. bezvaječné těstoviny vegetariánům a veganům, bezlepkové lidem trpícím nesnášenlivostí lepku - celiakii.

Tradiční surovinou pro výrobu těstovin je semolina – krupice vyrobená z pšenice tvrdé. Ta však není dostupná ve všech částech světa, mimo jiné i pro náročnost na vlhkosně-teplotní požadavky pro pěstování. Má vysoký glykemický index, není vhodná pro redukční diety, a protože obsahuje lepek, není vhodná pro celiaky.

Proto jsou v posledních desetiletích pro konzumenty zajímavé těstoviny vyrobené z jiných, netradičních mouk. Jedná se například o mouku obilnin (kukuřice, oves, rýže, milička habešská, čirok), mouku z pseudoobilnin (pohanka, amarant, chinoa) nebo mouku z luštěnin (cizrna, hrách, bob, čočka, fazol, sója, lupina). Hlavním technologickým problémem u mouk pseudoobilnin a luštěnin je absence lepku. Proto se vědci zabývají způsoby, jak jej nahradit do té míry, aby byla produkce takových těstovin tradičními způsoby a velkoobjemově možná. Jedná se například o přidávání předželatinizovaného škrobu, jiných pojidel, posun teploty, tlaku, vlhkosti a doby hnětení.

Další odlišností, z pohledu konzumenta, jsou sensorické vlastnosti těchto těstovin. Snahou je, aby se přibližovaly vlastnostem těstovin semolinových. Nebo také, do jaké míry lze tyto mouky do semoliny přidávat, aby byl výsledný dojem pro konzumenty stále ještě atraktivní.

Jednou z možných surovin, kterou lze se semolinou kombinovat, je mouka získaná z merlíku čilského – chinoi (*Chenopodium quinoa*). Tato mouka má vynikající nutriční vlastnosti a neobsahuje lepek. Vyniká příjemnou chutí i vůní. Rostlina chinoi není agrotechnicky náročná na pěstování.

Organizace OSN pro výživu a zemědělství (FAO) vyhlásila rok 2013 rokem chinoi. To vedlo k její popularizaci a velkému nárůstu zájmu, spotřeby i ceny. V roce

2007 bylo do USA importováno 3,3 mil. kg, v roce 2012 26,1 mil. kg a odhad importu na rok 2013 činil již 30,8 mil. kg. V zemích, kde se chinoa pěstuje a je tradiční potravinou obyvatelstva (Peru, Bolívie, Ekvádor) se tak stává nedostatkovou a cenově nedostupnou (Depillis, L, 2013).

V České republice se chinoa prodávala např. v řetězcích Drogerien Markt. Prodejní cena půlkilového balení od výrobce Alnatura byla v roce 2011 69,- Kč. V roce 2014 již 179,- Kč. Z důvodu vysoké ceny i nedostatku na trhu, Drogerien Markt chinou ze svého sortimentu v březnu 2014 vyřadil.

V roce 2013 pořádala Washingtonská státní univerzita první mezinárodní sympozium věnované chinoi. Zúčastnili se jí odborníci z 23 zemí, které projevíly zájem o pěstování této rostliny ve svých zemích.

Tato kvalifikační práce se v teoretické i praktické rovině věnuje využití mouky chinoi pro výrobu těstovin.

2. Cíl

Cílem práce je otestovat možnost výroby těstovin s podílem merlíkové mouky a vyhodnotit jejich vybrané kvalitativní vlastnosti.

3. Literární přehled

3.1 Merlík čilský (*Chenopodium chinoa* Willd.) – původ, taxonomie a botanická charakteristika

Merlík čilský *Chenopodium chinoa* (obr. č. 1) je rostlina jednoletá, dvouděložná, typu C3, řazená do skupiny pseudoobilovin z čeledi laskavcovitých *Amaranthaceae* a podčeledi merlíkovité *Chenopodoideae* (Angiosperm Phylogeny Group, 2009).

Zelená, purpurová či červená rostlina dosahuje výšky 150–220 cm, z toho 20–30 cm tvoří květenství (Meyer, 2005; Bigasová 2012). Listy jsou řapíkaté, trojúhelníkovitého tvaru, ve spodní části oboustranně se 2–3 zuby, v horní části kopinaté, celokrajné. Barva listů je převážně světle zelená. Kořenová soustava je mělká. Drobná, kulatá, plochá semena s HTZ okolo 2,85 g jsou umístěna v lichoklasech. Mají světle žlutou barvu, ale vyskytují se i ekotypy bílé, růžové, fialové či hnědé (Ruales, Baboo, 1993; Kalač, Moudrý, 1998). Semena jsou na povrchu chráněná volně přiléhajícím květním obalem, perikarpem a dvěma vrstvami osemení.

Merlík byl pěstován téměř v celé andské oblasti jižní Ameriky, hlavně na peruánsko–bolivijské vysokohorské planině. Spolu s kukuřicí, fazolemi a bramborami tvořil hlavní pokrm Inků (Michalová, 1999). Nyní se pěstuje hlavně v oblastech nevhodných pro pěstování pšenice, ve vyšších polohách na plošinách And, od Chile a Argentiny až po Ekvádor a Kolumbii (Meyer, 2005) a dostává se opět do popředí zájmu pro své vynikající nutriční vlastnosti. Světová organizace pro výživu a zemědělství (FAO) vyhlásila rok 2013 rokem chinoi (FAO, 2012). Hlavními světovými producenty jsou Bolívie, Peru a Ekvádor. V roce 2002 merlík byl pěstován na 80 000 ha, převážná část v andském regionu. Dalšími producenty jsou USA, Argentina a Kanada s 10 % objemu světové produkce. Pěstování chinoi překročilo kontinentální hranice. Chinoa se pěstuje také v Anglii, Švédsku, Dánsku, Holandsku a Itálii (FAO, 2011).

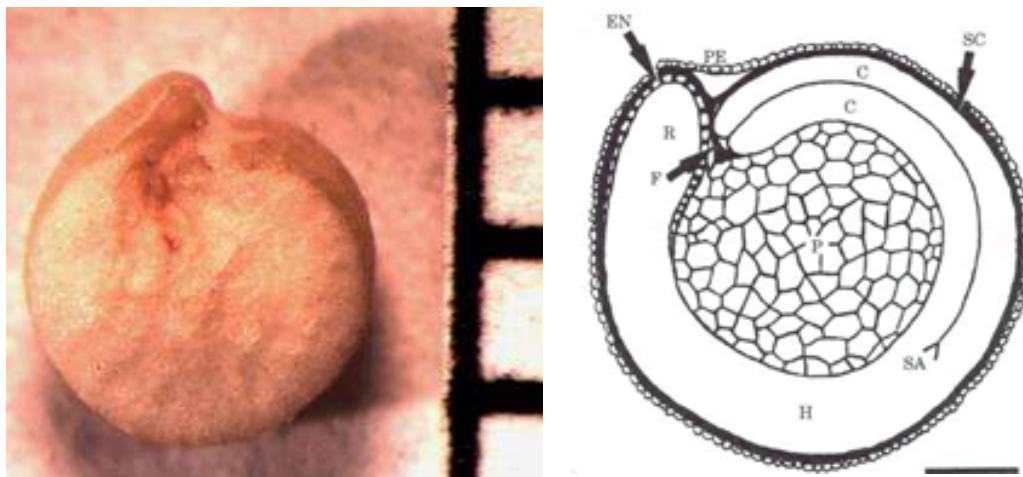
Obrázek č. 1: Merlík čilský (autorka, 2012)



3.2 Nutriční hodnota a složení semen

Semena chinoi (obr. č. 2) mají vyšší obsah bílkovin, obsahují také více vitaminů, zejména karotenu, riboflavinu, tokoferolu, ale i minerálních látek než obiloviny. Z tohoto důvodu byly vyvinuty procesy pro využití semen chinoi na výrobu kojenecké výživy. Energetická hodnota semen je 374 kcal /1566-1670 kJ na 100 g (Doltsinis, 2004). Obsah jednotlivých základních složek je průměrně 13-15 % bílkovin, 6-8 % lipidů, 5-10 % minerálních látek, 3-4 % vlákniny (někteří autoři uvádějí i vyšší množství, např. Wolter a kol., 2012 až 7,1 %; Prugar, 2008 až 11 %; Repo-Carasco-Valencia, 2012 až 15,99 %) a až 73 % sacharidů (Aufhammer a kol., 1999).

Obrázek č. 2: Semeno chinoi (foto John, J., 2012), příčný řez (Anonym, 2012a)



PE: perikarp, SC: osemení, EN: endosperm; C: kotyledon, H: hypokotyl; R: kořenový apikální meristém, P: perisperm; F: funiculus

3.2.1 Bílkoviny

Chinoa obsahuje nejkompletnější rostlinný protein, odpovídající svojí kvalitou kaseinu. Lyzinu, který je limitující aminokyselinou většiny cereálií, obsahuje v porovnání s nimi více než dvojnásobné množství (tab. č. 1).

Zastoupení jednotlivých bílkovinných frakcí je následující: Albuminy a globuliny 44-77 %, glutelin 13-30 % a prolamin 1-7 % (Aufhammer a kol., 1999). Chinoa má vyšší podíl frakce albuminu než obiloviny (kromě žita), což se přisuzuje vyššímu hmotnostnímu zastoupení zárodku. To představuje u chinoi asi 25-30 % ve srovnání s 10 % u kukuřice a jen 2-3 % u pšenice či rýže (Kalač, Moudrý, 1998).

Tabulka č. 1: Obsah aminokyselin v semenech chinoi v % na 100g bílkovin (Vinning, McMahon, 2006)

Isoleucin	Leucin	Lysin	Fenylalanin	Tyrosin	Cystein	Methionin	Threonin	Tryptophan	Valin
4	6,8	5,1	4,6	3,8	2,4	2,2	3,7	1,2	4,8

Stravitelnost bílkovin chinoi je vysoká - až 90 %, již v prekolumbijských časech nahrazovaly živočišné proteiny (Doltsinis, 2004).

3.2.2 Lipidy

Obsah lipidů v chinoi se pohybuje od 1,8 % do 9,5 %, s průměrem 5,0-7,2 %, což je vyšší množství lipidů než u kukuřice (3-4 %) (Vega-Gálvez a kol., 2010). Podíl nasycených mastných kyselin (tab. č. 2), činí kolem 11 % s převahou kyseliny palmitové (Kalač, Moudrý, 1998).

Tabulka č. 2: Obsah lipidů (% hm.) v semenech chinoi a jejich složení (% rel.) (Kalač, Moudrý, 2000)

Frakce	Lipidy			Volné mastné kyseliny
	celkové	neutrální	polární	
Celá semena	7,6	55,9	25,2	18,9
Obaly	5,7	40,2	44,4	15,4
Otruby	11,6	76,2	12,7	11,1
Mouka	3,2	69,5	21,1	9,4

3.2.3 Sacharidy

Centrálním zásobním produktem je škrob s obsahem 55-73 % (Aufhammer a kol., 1999). Obsah amylosy se v sušině semen pohybuje od 14,3 % do 27,7 % (Repo-Carasco a kol., 2003). Obsah amylosy je vyšší u „sladkých“ odrůd chinoi (průměrně 20,6 %), než u odrůd „hořkých“ (19,8 %), (Wright a kol., 2002). Škrob vykazuje vynikající stabilitu při zmrazování a rozmrazování (Vega-Gálvez a kol., 2010). Škrob chinoi želatinuje v rozmezí od 55,5 °C do 72 °C (Repo-Carasco a kol., 2003).

Množství glukózy v semenu je 1,70 mg, 0,20 mg fruktózy, 2,90 mg sacharózy a 1,40 mg maltózy ve 100 g sušiny (Vega-Gálvez a kol., 2010).

3.2.4 Vlákna

Zdravotní význam mají i tzv. balastní látky – vlákna, kterých merlík obsahuje 11 % (Prugar, 2008). Obsah vlákniny v semenech je uveden v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Obsah celkové, rozpustné a nerozpustné vlákniny u čtyř odrůd chinoi (g/100g syrového semene), (Repo-Carasco-Valencia, 2011)

	TDF	IDF	SDF
Blanca de Juli	13,72 ± 1,63	12,18 ± 1,65	1,54 ± 0,01
Kcancolla	14,11 ± 1,02	12,70 ± 1,15	1,41 ± 0,13
La Molina 89	15,99 ± 0,63	14,39 ± 0,81	1,60 ± 0,18
Sajama	13,56 ± 0,23	11,99 ± 0,28	1,58 ± 0,05

TDF = celková vláknina, IDF = nerozpustná vláknina, SDF = rozpustná vláknina.

3.2.5 Minerální látky

V celých semenech je obsaženo 2,8 % hm. minerálních látek (tab. č. 4), v obalech ale 8,4 %, v otrubách z loupaných semen kolem 4 % a v mouce jen kolem 1 %. Přesto chinoa může být dobrým zdrojem mědi, hořčíku, draslíku a železa (Kalač, Moudrý, 1998).

Tabulka č. 4: Obvyklé obsahy minerálních složek (mg/kg sušiny) v celých semenech chinoi (Koukol 1992 in Kalač, Moudrý, 1998)

Prvek	Obsah	Prvek	Obsah
Na	120	Fe	130
K	9300	Cu	50
Ca	1500	Mn	100
Mg	2500	Zn	45
Co	0,05	Al	110
S	1900	B	10
Cl	1500		

3.2.6 Vitaminy

Semena chinoi mají ve srovnání s běžnými obilovinami vyšší obsah riboflavinu, a-tokoferolu a β -karotenu, avšak jen asi čtvrtinový obsah niacinu. Při odhořčování semen leštěním, či namáčením a tepelných úpravách dochází ke značným ztrátám vitaminů. (Kalač, Moudrý, 1998). Ve 100 g semen byl stanoven průměrně u β -karotenu (provitamin A) 0,39 mg, thiaminu (vitamin B1) 0,38 mg, riboflavinu (vitamin B2) 0,39 mg, niacinu (vitamin B3) 1,06 g, kyseliny askorbové (vitamin C) 4 mg (Prugar, 2008).

3.2.7 Saponiny a fytáty

V povrchových vrstvách semene jsou soustředěny hořce chutnající, toxické saponiny (Meyer, 2005). Saponiny chinoi obsahují triperpenoidní sapogenoly (kyselina fytolakkagenová, hederagenin a oleanolová kyselina).

Podle obsahu saponinů se ekotypy chinoi člení na "hořké" a "sladké" (Doltsinis, 2004). Např. nepraná semena odrůdy Arnarilla Maranganí obsahují 0,22 % saponinů, oproti odrůdám Blanca de Juli a Koyto, u kterých byl obsah saponinů 0 % (Mujica a kol., 2006). Předpokladem pro využití chinoi jako potravin

je jejich odstranění (Doltsinis, 2004). Obsah saponinů lze snížit dokonalým mytím a odstraněním povrchových vrstev (Velíšek, 2002).

Fytáty se koncentrují v aleuronové vrstvě, v menší míře i v kličku. To znamená, že v průběhu mlýnského zpracování se hladina fytátů snižuje. Semena chinoi obsahují průměrně 1,2 % fytátů, což je více než obiloviny (Kalač, Moudrý, 2000).

3.3 Technologie a způsoby zpracování

Při zpracování se nejdříve ze semen odstraňují obaly, které tvoří asi 10 % hmotnosti semene a obsahují většinu škodlivých saponinů. Pro tento účel jsou vhodné suché postupy (loupání, leštění), obvykle používané pro odrůdy s nižšími obsahy saponinů. Nebo tzv. mokré postupy (namáčení, praní) a následné sušení (Kalač, Moudrý, 1998). Tradiční způsob k odstranění hořké chuti spočívá v promytí ve studené vodě, následuje vaření, nebo sušení na slunci. (Doltsinis, 2004).

Při mletí takto upravených semen tvoří mouka asi 50 % a otruby 40 % z výchozí hmotnosti (Kalač, Moudrý, 1998).

3.4 Možnosti využití pro lidskou výživu

Pro potravinářské účely se zužitkovávají listy merlíku, které se upravují jako saláty, hlavně ale pak semena. Semena se využívají buď celá (polévky, saláty, nákypy, vločky, müsli), nebo ve formě mouky či krupice (pečivo, housky, chléb, těstoviny, alkohol). Mouka je velmi dobře stravitelná a má příjemnou chuť, proto se využívá i v dětské výživě (Kopáčová, 2007; Rosell, Cortez, Repo-Carrasco, 2009).

Výroba sušenek pouze z mouky chinoi je technologicky možná, ovšem sensorické vlastnosti (chuť, textura, vůně, křupavost) nejsou dobré, proto byla mouka chinoi ohodnocena jako nevhodná k výrobě sladkých keksů (Schönlechner a kol., 2006)

Stravovacím návykům Evropanů vyhovují recepty, kde se chinoa vaří jako rýže. Jako bezlepková surovina se může používat ve výživě lidí s přecitlivělostí na lepek – celiakii (Meyer, 2005).

Celiakie je imunitně zprostředkované onemocnění vyvolané požitím lepku. Jedinou léčbou celiakie je trvalé vyloučení zdrojů lepku (výrobky z pšenice, žita, ječmene) ze stravy. Je proto důležité, že jsou pro tuto část populace k dispozici vysoce kvalitní výrobky z obilovin vyrobené z bezlepkových zrn. V poslední době sílí výzkum týkající se rozvoje a zlepšování bezlepkových těstovin. Zároveň se dramaticky zvýšil počet bezlepkových těstovinových výrobků dostupných na trhu. Otázkou je, zda se nové poznatky potravinářských vědců dobře odráží v dostupných bezlepkových výrobcích (Arendt a kol., 2012).

3.5 Těstoviny

3.5.1 Historie těstovin

Doklady o potravinách charakteru podobného těstovinám se datují tisíce let zpátky do lidské historie. Jejich kolébkou je pravděpodobně Čína, odtud se rozšířily do zemí jižní Evropy (Kruger a kol., 1996).

Nicméně, i přes náznaky, že je možným rodištěm Čína, lze existenci těstovin vysledovat i na italské půdě již v době etruské civilizace, tedy několik století před naším letopočtem. Je možné, že se toto v podstatě jednoduché jídlo objevilo na několika místech současně. Vždyť obvyklé ingredience – mletá pšenice nebo jiná obilovina a voda, jsou téměř univerzálně dostupné a byly dostupné od našich raných dějin (Kill, Turnbull, 2001).

První písemná zmínka o lisovaných a sušených těstovinách pasta (česky těsto) je ze Sicílie, z roku 1154. Termín semolina pro polohrubou mouku pro přípravu těstovin se objevil v Itálii v roce 1548 (Kruger a kol., 1996).

Historie průmyslové výroby těstovin je spojena s technickým řešením důležitých výrobních zařízení, např. v 18. stol. byl vyvinut dřevěný těstárenský lis a skříňová sušárna. První výrobní linka byla patentovaná v Itálii v roce 1933 firmou Braibanti (Kruger a kol., 1996).

V České republice jsou těstoviny oblíbenou potravinou. Vyznačují se dlouhou dobou skladovatelnosti, jednoduchou a rychlou přípravou pro rozmanitý sortiment jídel studené i teplé kuchyně a lehkou stravitelností při vyváženém nutričním složení.

Vývoj spotřeby vykazuje v ČR trvale se zvyšující úroveň. V roce 1980 2,5 kg na osobu, v roce 2000 cca 5 kg na osobu, v roce 2011 již 7,1 kg na osobu (Příhoda a kol., 2004; ČSÚ, 2013).

V roce 2009 bylo dovezeno 31,9 tis. tun těstovin a vyvezeno 35,0 tis. tun. V roce 2010 bylo vyvezeno 35,1 tis. tun těstovin a dovezeno 35,9 tis. tun těstovin. Obdobný trend pokračoval i v roce 2011 – dovoz cca 41 tis. tun a vývoz 45 tis. tun (ČSÚ; 2012, 2013).

Mezi země s nejvyšší spotřebou těstovin patří Itálie (asi 30 kg na osobu za rok) a Čína (asi 15 kg na osobu a rok). V zemích západní Evropy se spotřebuje 5,5 - 6,5 kg těstovin na osobu a rok (Příhoda a kol., 2004).

3.5.2 Legislativa, dělení těstovin, jakostní požadavky

Problematiku potravin ošetřuje zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropských společenství povinnosti provozovatele potravinářského podniku a upravuje státní dozor nad dodržováním povinností vyplývajících z tohoto zákona a z přímo použitelných předpisů Evropských společenství.

Přesný výklad pojmů, které se k těstovinám vztahují, a specifické požadavky na označování, jakost a uvádění do oběhu stanovuje oddíl 2 vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb., novelizované vyhláškou č. 93/2000 Sb. a dále vyhláškou MZe č. 268/2006 Sb. Pro účely této vyhlášky se rozumí těstovinami potraviny vyrobené tvarováním nekynutého a chemicky nekypřeného těsta připraveného zejména z mlýnských obilných výrobků nebo jejich směsí; těstovinami sušenými - těstoviny, které jsou po ztvarování usušeny na obsah vlhkosti nejvýše 13 %; těstovinami nesusšenými - těstoviny, které jsou po ztvarování mírně osušeny na celkový obsah vlhkosti nejméně 20 % a nejvíce 30 %; vaječnými těstovinami těstoviny, k jejichž výrobě se kromě mlýnských obilných výrobků použijí vejce anebo vaječné výrobky; těstovinami bezvaječnými - těstoviny vyrobené bez přídavku vajec; těstovinami semolinovými - těstoviny vyrobené pouze z krupice (semoliny) z pšenice *Triticum durum*, bez přídavku vajec; těstovinami celozrnnými - těstoviny vyrobené z celozrnné mouky z jednoho nebo více druhů obilovin, pohanky nebo rýže; těstovinami plněnými těstoviny s náplní; těstovinami instantními - těstoviny vyrobené

speciálním technologickým postupem, které se pro konzumaci připravují rehydratací ve vodě nebo jiné tekutině (IC MZe, 2009).

Dále se těstoviny podle komoditní vyhlášky člení na plněné, zmrazené nebo hluboce zmrazené, balené vakuově nebo v modifikované atmosféře a instantní. Těstoviny plněné jsou plněny náplněmi (zeleninovými, sýrovými, s obsahem masa, apod.), (SZPI, 2009).

Výroba nesusušených a zejména plněných těstovin je ve světě i v ČR nízká. V Itálii tvoří asi 3 % a v SRN 1 % z celkové spotřeby těstovin. Trvanlivost nesusušených těstovin závisí na způsobu balení a skladování a pohybuje se od 3 do 40 dní (Příhoda a kol., 2004).

Komoditní vyhláška stanoví smyslové požadavky na jakost těstovin. Pro vzhled a tvar těstovin je kromě jiného stanoveno, že musí odpovídat tržnímu druhu, obsah zlomků může být maximálně 10 %, obsah jiných tvarů maximálně 1 %. Těstoviny uvařené podle návodu se nerozvaňují, zachovávají si svůj tvar a nejsou lepivé. Barva by měla být stejnoměrná, světlá, v různých odstínech žluté, popřípadě odpovídající dalším použitým surovinám; vůně příjemná rovněž podle použitých surovin.

Pro těstoviny sušené je stanoven maximální obsah vlhkosti 13 % hmotnostních - to je důležité pro uchování jejich dlouhé trvanlivosti. Aby nepřejímaly cizí pachy, musí být uloženy odděleně od aromatických látek. Skladují se na podlážkách, alespoň 5 cm daleko od stěny, v prostředí s teplotou 8–15 °C a relativní vlhkostí vzduchu nejvýše 75 %. Těstoviny lze skladovat po dobu 1–2 let (SZPI, 2009).

3.5.3 Technologický postup průmyslové výroby těstovin

Základními operacemi jsou příprava a dávkování surovin; výroba těsta a lisování; sušení; balení a skladování.

Výroba těsta a lisování

Těsto na výrobu těstovin je tuhé, spíše nesourodé konzistence. Obsahuje 28–32 % vody, tedy méně než polovinu obvyklé vaznosti. Při zpracování semoliny je přírůstek vody o 1–1,5 % vyšší. Operace mísení a hnětení se provádí v těstárenském lisu pod tlakem. Doba optimálního mísení není jednoznačně určena

a závisí na mnoha faktorech (druh lisu, kvalita mouky, druh těstovin, stupeň plnění aj.). U starších typů je 10-20 minut, moderní lisy mají dobu přípravy těsta kratší. Rychlost tvorby těsta závisí i na zrnitosti mouky. Kratší hnětací prostor lisu vyžadují mouky jemnější granulace, protože rychleji přijímají vodu. Těsto klade při hnětení značný odpor a jeho fyzikálně-mechanické vlastnosti se mění. Drobtovitá, málo soudržná hmota nabývá určité pevnosti také vlivem zvyšující se teploty (Příhoda a kol., 2004).

Moderní lisy mají mísicí a hnětací prostor napojený na vývěvu s vodním chlazením, takže tyto procesy probíhají ve vakuu, jehož hodnota je nastavitelná (74-77 kPa). Vyrobené těsto je posouváno do výtlačného šneku, kde se protlačuje maticí. Jedná se o nízkotlakou extruzi (do 12 MPa), kde tlak a rychlost lisování určují otáčky šneku (zpravidla v rozsahu 22-36 min). Hnětení za vakua usnadňuje dávkování surovin a zlepšuje vzhled těstovin. Zabraňuje tzv. pruhovitosti, která se vysvětluje vlivem bublinek kyslíku, které se při hnětení do těsta zapracují, protahují se a ve svém okolí oxidují karotenová barviva. Také teplota těsta (43-45 °C) ovlivňuje výkon lisu a jakost těstovin. Při nižších teplotách se těsto drolí a silně ulpívá na plochách zařízení. Při zvýšení nad 50 °C může kromě snížení výkonu lisu dojít i ke zvýšení křehkosti, šednutí barvy, zdrsnění povrchu a vyšší rozvařivosti. Těstářské lisy jsou proto intenzivně chlazeny (Příhoda a kol., 2004).

Důležitou částí lisu je výtlačná matrice, jejíž tvar závisí na druhu těstovin (kulaté pro krátké druhy, obdélníkové pro špagety a svitky) a otvory určují tvar výrobků. Vytvarované těstoviny průchodem maticí jsou odřezávány rotujícími noži (krátké druhy) nebo jsou odřezávány a věšeny na závěsné tyče (dlouhé druhy). Současně jsou ofukovány vzduchem (asi 50 °C), čímž se odstraní povrchová vlhkost (1-2 %) a zabrání se slepování (Příhoda a kol., 2004).

Sušení těstovin

Cílem je snížit vlhkost vyrobených těstovin z 28-32 % na 13 %, která je stanovena pro sušené těstoviny. Vlastní sušicí proces se provádí ve dvou fázích: rychlé předsušení (teplý vzduch 36-45 °C, relativní vlhkost 85-90 %, doba 20-90 min podle druhu těstovin a typu sušárny – snížení vlhkosti na 22-24 %), pomalé dosušení (teplý vzduch 32-45 °C, relativní vlhkost 70-80 %, doba 6-12 h, snížení vlhkosti na 12,5-13 %). Proces snižování vlhkosti rozhoduje o kvalitě a vzhledu sušených těstovin. Odstraňuje-li se vlhkost z těstovin příliš rychle, voda nestačí difundovat ze středu na povrch výrobku a rozdíl mezi vlhkostí vnitřních

a povrchových vrstev způsobuje, že na povrchu těstovin se tvoří matný povlak, který při vaření těstovin přispívá k jejich slepování a rozváření. Příčinou jsou škrobová zrna, která se dostávají na povrch výrobku. Rychlým sušením, zejména při vlhkosti pod 24 %, dochází také ke zvýšení lomivosti a kroucení těstovin (Příhoda a kol., 2004).

Podle max. teploty sušení se rozlišují 3 typy technologie označované LT (nizkoteplotní), HT (vysokoteplotní) a THT (velmi vysokoteplotní). Hlavní parametry těchto režimů sušení uvádí tabulka číslo 5. Hlavní předností THT režimu sušení je zlepšení barvy sušených těstovin, neboť pouze při teplotách nad 90 °C dochází k inaktivaci lipoxygenas a peroxidas, snížení mikrobiální kontaminace, zejména bakterií *Staphylococcus aureus* (produkuje enterotoxiny). Negativní vliv HT a THT režimu sušení spočívá ve snížení nutriční hodnoty těstovin (ztráta lysinu a vitaminů skupiny B), (Kruger a kol., 1996).

Tabulka č. 5: Hlavní parametry režimů sušení (Kruger a kol., 1996)

Typ sušení	Teplota při sušení (°C)	Relativní vlhkost (%)	Doba sušení (h)
LT	40 - 60	70 - 80	18 - 28
HT	60 - 84	74 - 82	8 - 11
THT	>84	74 - 90	2 - 5

3.5.4 Suroviny pro výrobu těstovin, požadavky na suroviny

Základním požadavkem na těstoviny při jejich kuchyňské úpravě je to, aby se nerozvářely, nelepily se, měly odpovídající konzistenci a aby si zachovaly původní tvar (Beránková, 2009).

Mouka je hlavní těstářská surovina, která rozhodujícím způsobem ovlivňuje mechanické vlastnosti těstovin a jejich vzhled. Jakostní těstářskou mouku lze vyrobit pouze z kvalitní pšenice, která má sytě zbarvená sklovitá zrna s vysokým obsahem bílkovin (12–16 %), tedy 36–50 % mokrého lepku (Příhoda a kol., 2004).

Nejvhodnější moukou pro výrobu těstovin je speciální těstovinová polohrubá mouka nazývaná semolina, která se získává mletím z pšenice tvrdé *Triticum durum* L. Semolina má vysoký obsah lepku, který je tuhý, málo tažný, ve vodě málo bobtná a zajišťuje pevnost a vláčnost těsta. Díky těmto specifickým vlastnostem lepku a své unikátní nažloutlé barvě, příchuti a kuchařské kvalitě je pšenice tvrdá *Triticum*

durum L. tím nejlepším materiálem pro výrobu těstovinových produktů (Tauferová a kol., 2012). Odhad světové produkce pšenice tvrdé na rok 2013/14 je 36 mil. tun. Spotřeba zůstává na 36 mil. tun (Řídící výbor pro Společnou organizaci trhů, 2013).

Struktura lepku je zásadní pro texturu a celkovou kvalitu těstovin. Nahrzení lepku je hlavním technologickým problémem při výrobě bezlepkových těstovin (Mariotti a kol., 2011). Pšeničný lepek je pružný gel. Lze jej z těsta jednoduše izolovat vypíráním proudem vody, přičemž se postupně vyplavují látky rozpustné ve vodě a škrob a po určité době zůstává substance, kterou nazýváme "mokry lepek". Vypraný lepek sestává průměrně z 90 % proteinů, 8 % lipidů a 2 % sacharidů v sušině. Průmyslově získávaný tzv. vitální lepek vykazuje ovšem ještě podstatně větší rozpětí obsahu složek. (Příhoda a kol., 2004). Lepek pšenice tvrdé obsahuje gliadiny a gluteniny, které způsobují elasticitu "al dente" a texturu těstovin, oceňovanou konzumenty. Obě složky jsou zde zastoupeny ve vzájemném poměru přibližně 2 : 3 (Mastromatteo a kol., 2011).

Tažnost (soudržnost při namáhání v tahu) lepku je jedna z vlastností, tvořící kvalitu těsta – mouky (vzhled, objem a chuť). Žádoucí je lepek středně dlouhý, s tažností 50-140 mm. Gliadiny představují viskóznější látku, lehce peptizovatelnou, která podmiňuje tažnost a rozplývavost lepku. Gluteninová složka ovlivňuje pružnost lepku (Pospiech, Pažout, 2012).

Optimální obsah mokrého lepku (35-45 %) v mouce zajišťuje těsto pevné a vláčné, které se pomalu lisuje, ale vyrobené těstoviny jsou hladké, pevné a pružné, při vaření dosahují velkého objemu a nerozvářejí se. Mouka s obsahem lepku pod 30 % umožňuje vyšší výkon lisu, protože těsto klade menší odpor a rychleji prochází maticí, ale výrobek bývá lepivý, našedlé barvy a snadno se rozváří. Naopak obsah lepku nad 40 % již znatelně snižuje výkonnost lisu. Při zpracování takové mouky se doporučuje zvýšit teplotu a vlhkost těsta, které bývá mechanicky velmi pevné. Hodí se zejména pro výrobu dlouhých těstovin (Příhoda a kol., 2004).

Kvalitu těstovin také může zhoršit nevyrovnaná granulace mouky. Jemné částice při malém přídavku vody do těsta rychleji bobtnají a na povrchu výrobku vznikají bílé skvrny. Hrubší granulace je výhodnější také proto, že částice jsou méně mechanicky narušené, pomaleji bobtnají, jsou odolnější vůči enzymům, a proto se těstoviny méně rozvářejí. (Kruger a kol., 1996). Proto se doporučuje pro homogenní hydrataci semoliny při přípravě těsta následující granulační zastoupení částic:

>425 μm 1 %, 300-355 μm 30 %, 250-300 μm 35 %, 150-250 μm 15 %, < 150 μm 9 % (Příhoda a kol., 2004).

V podnikových normách pro těstářenskou mouku se sleduje tzv. očkovitost. Jedná se o stanovení počtu tmavě zbarvených částic (stipů, oček) ve výrobku. Stipy jsou úlomky obalových částí obilného zrna, tmavě zbarvených klíčků nebo jiných nečistot (plevelů, teplem poškozených obilných jader, minerálních nečistot apod.). Tmavé částice mají tmavě žlutozelené, hnědé až černé, někdy též červené zbarvení a zhoršují vzhled hotových těstovin. Přípustný počet tmavých částic je max. 20 na cm^2 . Normálně zbarvené úlomky klíčků se jako stipy neposuzují (Pospiech, Pažout, 2012).

Voda se používá jako recepturní složka (24-30 % z hmotnosti mouky). Musí splňovat požadavky normy na pitnou vodu, nemá reagovat kyselou (kvůli korozi) ani nemá mít vyšší tvrdost než 10-11 mmol na litr. Vyšší obsah solí působí drobnost těstovin, ionty Fe mohou být příčinou tmavnutí těstovin, ionty Mg ztěžují proces sušení. Teplota použité vody závisí na jakosti mouky a druhu těstovin. Pohybuje se v rozmezí 22-50 $^{\circ}\text{C}$. Čím má mouka vyšší obsah lepku, tím lze použít teplejší vodu. Projeví se to na vzhledu těstovin, kde částečné nabobtnání škrobu zvyšuje jejich průsvitnost. Příklad vodu na výrobu dlouhých těstovin je zpravidla nižší (25-26 %). Teplota přidávané vody také závisí na teplotě ostatních surovin, zejména těstářenské mouky. Pro optimální proces lisování se doporučuje udržovat teplotu těsta v rozmezí 28-30 $^{\circ}\text{C}$ (Příhoda a kol., 2004).

Vejce jsou nezbytnou součástí receptury těstovin vyráběných z polohrubé těstářenské mouky. V zahraničí se přidávají i do vysoce kvalitních těstovin ze semoliny. U nás se vejce přidávají v sušeném stavu v množství odpovídajícímu 2 až 5 ks na 1 kg mouky (1 čerstvé vejce odpovídá 10,425 g sušené směsi), v zahraničí se používají i čerstvá vejce nebo tzv. vaječná melanž (průmyslově připravená čerstvá vejce v tekutém nebo zmraženém stavu). Vejce působí po technologické i nutriční stránce na jakost těstovin příznivě: zlepšují barvu, zvětšují objem a pevnost při vaření. Mírně snižují průsvitnost a v nesusušeném stavu zvyšují křehkost a lámavost (Příhoda a kol., 2004).

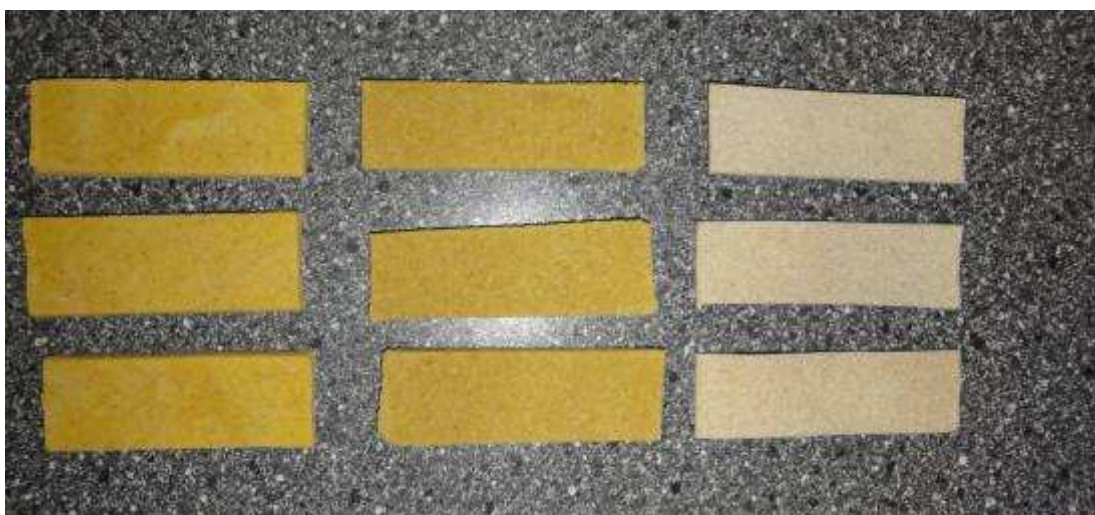
Ostatní suroviny se používají v menším množství jako zlepšující přípravky, nejsou nezbytnou součástí základní receptury. Patří sem kukuřičná mouka (zlepšuje barvu a vařivost), sušené mléko, vitální lepek, barviva (kurkuma, karotenová), vitaminy (B1, B2) aj. (Příhoda a kol., 2004). Kromě již zmiňovaných surovin se používají při výrobě těstovin jako přídavek i další suroviny, např. bramborová,

sójová, fazolová nebo hrachová moučka, různé druhy zeleniny, koření, bylin atp. Právě díky rozmanitosti použitých surovin vznikají spotřebitelům dobře známé barvené variace (Beránková, 2009).

Tzv. celozrnné těstoviny jsou vyrobeny z mouky pšeničné celozrnné (to je mouky s hnědavým nebo tmavočerveným odstínem v důsledku přítomnosti obalových vrstev zrna), (Beránková, 2009).

Kukuřičná mouka pro výrobu těstovin má odpovídat mouce polohrubé. Těstoviny vyrobené pouze z kukuřičné mouky mají zlatě žlutou barvu (obr. č. 3, vlevo). Chuťově jsou však velice odlišné od těstovin z pšeničné mouky. Dle názoru dotazovaných deseti respondentů jejich chuť není dobrá (hodnocení 4 na škále 1 – výborné až 5 – špatné). Tento dojem však může úzce souviset spíše s nezvyklou chutí kukuřičných těstovin oproti těstovinám u nás tradičním, tedy pšeničným.

Obrázek č. 3: Vzorke těstovin (autorka, 2013)



Zleva: Kukuřice 100 %, kukuřice 50 % + chinoa 50 %, pohanka 50 % + chinoa 50 %.

Jsou testovány i těstoviny obsahující ječnou mouku (Smrž, 2012). Pro uplatnění při výrobě těstovin je významné, že ječná mouka má tmavě žlutou barvu a slabě hořkou chuť. Bylo zjištěno, že bílkoviny (hordeiny) ječné a pšeničné mouky spolu navzájem vytváří komplexy o vyšší molekulové hmotnosti. Nově vytvořené vazby umožňují škrobu přijímat méně vody a tím bývají ječné těstoviny méně lepivé. Těstoviny nevaječné s přidavkem ječné mouky v rozsahu 10-90 % na pšeničnou mouku polohrubou těstářenskou byly standardně lisovatelné s teplotou nepřekračující hodnotu 40 °C. V sušeném stavu se přidavek hladké ječné mouky nad 70 % projevil větší deformabilitou a zhoršením vzhledu povrchu (pruhovitost).

Po uvaření vykazovaly těstoviny s celozrnnou moukou 30-90% dobrou tvarovou stabilitu. Vaznost a bobtnavost ječných těstovin souvisela s recepturou a hodnoty byly o cca 10 % nižší ve srovnání s pšeničným druhem. Barevný odstín a vůni ječných těstovin lze hodnotit jako spotřebitelsky přijatelné. Chuťový vjem s obsahem nad 50 % ječných mouk byl popsán spíše jako sensoricky nestandardní (nahořklá příchuť). Těstoviny nevaječné s přídavkem 10 a 30 % ječných otrub se projevíly tvarovou nehomogenitou, která se zhoršila sušením. Přídavek 10 % se vyznačoval standardními spotřebitelskými znaky po uvaření (Smrž, 2012).

Další moukou používanou částečně k výrobě těstovin je mouka ovesná. Ojedinele se přidává se do některých druhů speciálního chleba, kde má příznivý vliv na jeho vláčnost. Na tom má zásluhu obsah polysacharidů d-glukanů, které jako složka vlákniny potravy mají velice příznivý zdravotní efekt (Příhoda a kol., 2004).

Z netradičních obilovin se využívá k výrobě mouky proso a čirok. Mouka z prosa se používá na pečení plochých chlebů kynutých i nekynutých, samotné nebo jako součást směsi pro vařené produkty, snack výrobky, ve směsi s podílem max. do cca 20 % s pšeničnou moukou pro pekařské výrobky, těstoviny a sušenky. Také čirokem lze nahradit max. cca 20 % pšeničné mouky pro výrobu tradičních klenutých pekařských výrobků (Příhoda a kol., 2004).

Mouka může být připravována i z nejrozšířenější pseudocereálie - pohanky obecné (*Fagopyrum esculentum Moench*). Vyrábí se z ní pečivo a těstoviny (Janovská, 2008). Pohanková mouka pro výrobu těstovin má být jemně mletá. Těstoviny z pohankové mají tmavohnědé zbarvení a příjemnou chuť.

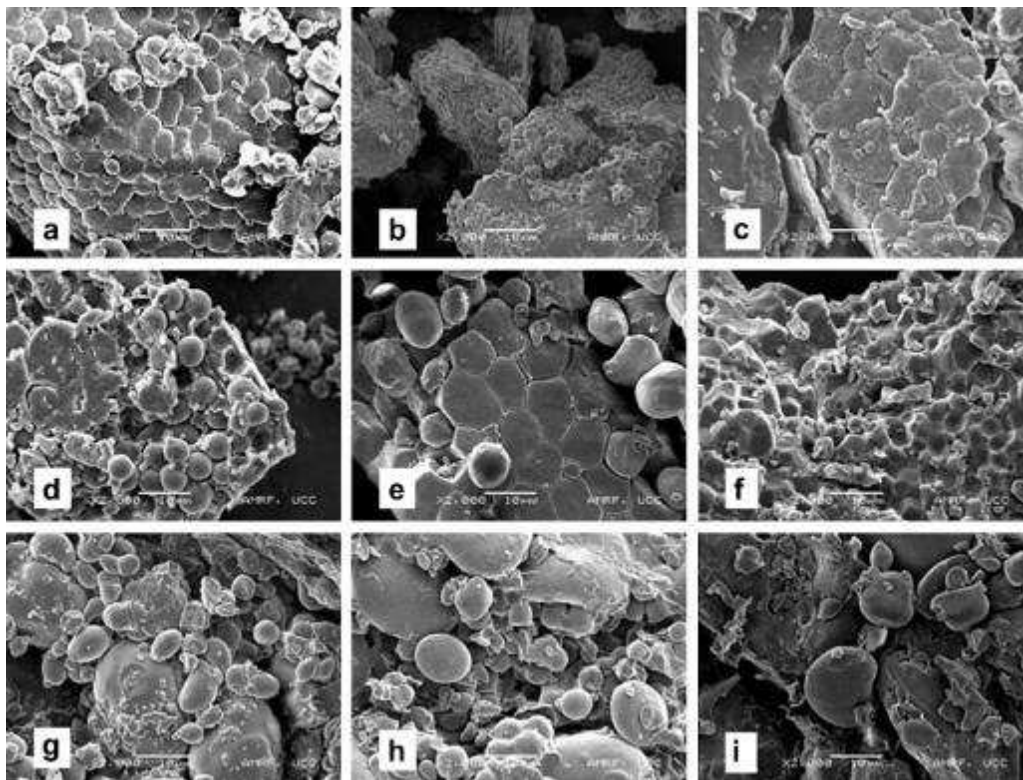
Další pseudocereálií je amarant neboli laskavec. Amarantová mouka nemůže být sama zpracována na pekařské výrobky, neboť nemůže vytvořit klenutý výrobek. Přidává se do pečiva, sušenek nebo těstovin v množství obvykle od 5 do 15 %. Vyšší množství již značně ovlivňuje tvar nebo strukturu výrobku, který se pak liší od tradičních (Příhoda a kol., 2004).

3.5.5 Merlíková mouka

Merlíková mouka pro výrobu těstovin musí být jemně mletá (na rozdíl od mouk obsahujících lepek), tím se částečně snižuje drobivost a špatná soudržnost těsta. Mouka musí být ke zpracování dodána nejdéle do 3 týdnu od semletí. Některé prameny uvádějí, že po 2 měsících bylo pozorováno žluknutí mouky.

Těstoviny s merlíkovou moukou na našem trhu nabízeny nejsou. V zemích s tradicí pěstování a konzumací merlíku, tedy hlavně v zemích Jižní Ameriky, jsou běžně k dostání.

Obrázek č. 4: Škrobová zrna v moukách (Wolter a kol., 2012)



(a) pohanka, (b) chinoa, (c) milička habešská, (d) čirok, (e) kukuřice, (f) rýže, (g) oves, (h) celozrnná pšeničná, (i) pšenice

Celkový obsah škrobu v mouce chinoi je 49 g/100. Chinoa má významně menší škrobová zrna polygonálního tvaru, než všechny ostatní mouky (<2 μm), (obr. č. 4). Škrob chinoi prokázal signifikantně nižší obsah amylozy (pouhých 5 %) z celkového škrobu. Bylo již dříve prokázáno, že vyšší poměr amylozy/amylopektinu má za následek zvýšení hladiny rezistentního škrobu po zahřátí (Wolter a kol., 2012).

Mouka chinoi obsahuje nejvyšší množství vlákniny mezi bezlepkovými moukami (7,1 g na 100 g), tab. č. 6. To je způsobeno tím, že merlíková mouka je vyrobena mletím celého semene. Podíl rozpustné vlákniny tvoří 25 % z celkové vlákniny (Wolter a kol., 2012).

Mouka chinoi má s 13,5 % nejvyšší obsah bílkovin (porovnání s moukou pšeničnou, rýžovou, ovesnou, pohankovou, čirokovou, kukuřičnou a moukou miličky habešské), tab. č. 6 (Wolter a kol., 2012).

Má také vyšší obsah tuku (8,6 %) a nižší obsah sacharidů než většina obilovin, (tab. č. 6). Tuk je charakterizován vysokým obsahem nutričně cenných nenasycených mastných kyselin, např. kyseliny linolové, která tvoří 53 % z celkového obsahu mastných kyselin (Wolter a kol., 2012).

Tabulka č. 6: Chemické složení mouk (Wolter, 2012)

	pšeničná mouka	celozrnná pšeničná mouka	rýžová mouka	ovesná mouka	merlíková mouka	pohanková mouka	čiroková mouka	kukuřičná mouka	mouka miličky habešské
bílkoviny (g/100 g)	11.54 ± 1.07	9.89 ± 0.17	7.33 ± 0.03	6.91 ± 0.08	13.48 ± 0.04	12.19 ± 0.38	4.68 ± 0.04	5.50 ± 0.19	12.84 ± 0.51
škrob (g/100 g)	68.06 ± 2.34	57.24 ± 0.26	77.52 ± 0.42	69.38 ± 1.66	48.88 ± 2.07	61.35 ± 2.15	73.20 ± 1.52	71.52 ± 0.42	57.77 ± 5.94
amylóza (% z celk. škrobu)	21.10 ± 1.29	21.10 ± 2.08	21.38 ± 0.90	20.42 ± 2.43	4.62 ± 0.83	15.95 ± 0.61	18.18 ± 0.55	22.91 ± 0.82	19.72 ± 0.99
celková vláknina (g/100 g)	3.44 ± 0.01	11.42 ± 1.27	0.43 ± 0.15	4.05 ± 0.40	7.14 ± 0.23	2.18 ± 0.11	4.51 ± 0.01	2.62 ± 0.45 ^d	4.54 ± 0.57
rozpustná vláknina (g/100 g)	1.34 ± 0.11	1.60 ± 0.40	0.14 ± 0.06	0.36 ± 0.02	1.77 ± 0.14	0.48 ± 0.17	0.72 ± 0.04	0.64 ± 0.14	0.85 ± 0.17
kalorická hodnota (kcal/100 g)	361	366	359	393	385	368	376	362	380
tuky (hm. %)	1.81 ± 0.05	3.63 ± 0.104	0.90 ± 0.06	6.74 ± 0.80	8.59 ± 0.25	4.21 ± 0.74	3.50 ± 0.31	2.48 ± 0.46	4.39 ± 0.26
kys. linolová (% z obsahu tuků)	23.74 ± 0.034	60.79 ± 0.020	29.38 ± 0.003	26.56 ± 0.011	52.68 ± 0.012	33.01 ± 0.010	49.31 ± 0.13	54.73 ± 0.01	49.99 ± 0.183

Mouka chinoi obsahuje nejvyšší množství kyseliny listové mezi výše uvedenými moukami - 180 µg/100 g. Spotřeba 100 g této mouky přispívá k pokrytí 45 % doporučené denní dávky (Wolter a kol., 2012).

Mouka chinoi obsahuje i velké množství minerálních látek. Obsah vápníku je u chinoi vyšší (497 mg/kg) než u ostatních bezlepkových mouk. Již 100 g této mouky poskytuje lidskému tělu více než 40 % doporučené denní dávky hořčíku. Vysoký je i obsah železa (53,5 mg/kg). Množství 100 g merlíkové mouky představuje 67 % doporučené denní dávky železa u mužů a 30 % doporučené denní dávky u žen. Proto je začlenění této mouky do bezlepkových výrobků

přínosné, protože celiaci často trpí nedostatkem stopových prvků (Wolter a kol., 2012).

I když chinoa vykazuje nutričně lepší vlastnosti než zrna obilnin, absence lepku je technologickým problémem při výrobě těstovin. Proto byly provedeny pokusy s přidáním náhražek lepku, a to karboxymethylcelulosy (CMC) a předželatizovaného škrobu. Bylo ověřeno, že se zvyšujícím se přidáním množství CMC dochází ke snížení elongační a smykové viskozity těstovin. Zvyšující se množství přidaného předželatizovaného škrobu nemělo na výše uvedené vlastnosti těsta vliv. I lámavost se přidáním CMC a předželatizovaného škrobu u merlíkových těstovin zvyšovala. Sensorické hodnocení bylo u merlíkových těstovin označeno jako vyhovující (hodnota 5 na stupnici od 10 do 1), (Chillo a kol., 2009).

4. Materiál a metody

4.1 Suroviny a pomůcky

Semena merlíku čilského (bio-kvalita), dodavatel Alnatura GmbH, původ Bolívie, byla zakoupena v síti prodejen DM Drogerien Markt s. r. o.

Semolinová krupice Hartweizen-Durumgrieß, šarže 1434 ze dne 2. 9. 2013 a 1579 ze dne 30. 9. 2013 (původ Itálie) byla získána od výrobce Assmannmühlen GmbH, Steinfeldgasse 46, 2353 Guntramsdorf, Rakousko.

Čerstvá vejce Schubert Partner CZ11880042 hmotnostní skupina M (53-63 g).

Mouka sójová hladká bezlepková 250 g PALETA s. r. o.

Dále byla použita kuchyňská sůl bez přídavku jodu a fluoru, výrobce Solsan, a. s., Praha, ČR, a destilovaná voda.

Pro namletí mouky byl použit kuchyňský robot TM31 Vorwerk, pro prosetí kovové síto o velikosti ok 0,18 mm, pro výrobu těstovin kuchyňský vál, váleček, ruční strojek na nudle a nudlové těsto Orion Premium Line a rtuťový teploměr pro stanovení teploty vody přidávané do těsta. Suroviny byly váženy na digitálních laboratorních váhách KERN EMB 1200-I a KERN FKB (odchylka 0,1 g) a odměřovány ve skleněném laboratorním válci o objemu 1000 ml. K vaření byl použit kuchyňský nerezový hrnec, k sušení těstovin horkovzdušná trouba.

4.2 Příprava merlíkové mouky

Mouka merlíku čilského není na českém trhu k zakoupení. Proto musela být vyrobena ze semen. Semena merlíku byla promývána v sítu pod tekoucí vodou o teplotě 20 °C po dobu 2 minut. Následně za občasného promíchání 2 hodiny odkapávala voda. Poté byla semena rozprostřena na pečící plech, kde se při pokojové teplotě dosušovala po dobu dvou dnů. Následovalo semletí mouky a prosetí přes kovové síto o velikosti ok 0,18 mm (obr. č. 5).

Obrázek č. 5: Příprava merlíkové mouky



Zleva: Promývání semen merlíku, sušení, prosívání po mletí.

4.3 Příprava směsí, těst, těstovin

Pro výrobu těstovin byly připraveny směsi s obsahem od 10 až do 90 % obsahu merlíkové mouky, zbytek do 100 % hmotnosti tvořila semolina.

Následovalo vyhnětení těsta ze 100 g směsi s 48 ml destilované vody o teplotě 40 °C, doba hnětení byla 20 minut ručně.

Poté byly za pomoci ručního strojku na těstoviny vyrobeny těstoviny o šíři 1 cm a tloušťce 2 mm. Ty byly následně sušeny po dobu 6 hodin v horkovzdušné troubě při teplotě 90 °C (podmínky sušení zvoleny dle metodiky Chillo a kol., 2008), (obr. č. 6).

Obrázek č. 6: Vzorky těstovin (autorka, 2014)



Horní řada zleva: Podíl merlíkové mouky 10, 20, 30, 40 (v %).
Spodní řada zleva: Podíl merlíkové mouky 50, 60, 70, 80, 90 (v %).

Jednotlivé vzorky těstovin byly vařeny po dobu 10 minut v 1 litru vody o teplotě okolo 100 °C (voda lehce probublávala), s přidavkem 10 g soli.

Dále byly vyrobeny těstoviny s přidavkem dalších surovin.

První receptura obsahovala přidané vejce a byla provedena ve dvou variacích, a to s obsahem merlíkové mouky 30 a 40 %, zbytek do 100 % tvořila semolina.

Ve druhé receptuře byla přidána sójová mouka v množství 20 %, pokus byl proveden ve dvou variacích, a to s obsahem merlíkové mouky 30 a 40 %, zbytek do 100 % tvořila semolina.

Ve třetí receptuře byla použita merlíková mouka v obsahu 30 a 40 %, ovšem její polovina byla nejprve zželatizována. Zbytek do 100 % tvořila semolina. Z této směsi pak bylo vyhněteno těsto (obr. č. 7). Předželatizovaný škrob byl získán dle postupu, který uvádí Chillo a kol. (2007). Merlíková mouka byla smíchána s vodou a zahřáta na teplotu 80 °C, následně byla směs zchlazena na teplotu 40 °C a přidána k suché merlíkové mouce.

Pokusy byly provedeny ve dvou opakováních.

Obrázek č. 7: Želatinizace merlíkové mouky (autorka, 2014)



Hodnocena byla **vaznost těstovin**. Vaznost je stanovení vody v hmotnostních procentech, které zkoušená těstovina přijala při vaření.

Ihned po uvaření byly těstoviny scezeny a ponechány po dobu 2 minut v sítu pro odkapání. Poté byly vloženy na předem zváženou misku a zváženy. Od čisté hmotnosti těstovin po uvaření bylo odečteno 100 g (hmotnost těstoviny před uvařením). Výsledná hodnota udává množství vody v hmotnostních procentech.

Dále byla hodnocena **bobtnavost**. Zvětšení objemu (bobtnavost) je poměr objemu zkoušené těstoviny před vařením a po něm, vyjádřený násobkem původního objemu roztoku.

Každá dávka těstovin (100 g) byla v suchém stavu vložena do odměrného válce se 700 ml vody. Válcem bylo mírně zatřepáno, aby byly odstraněny vzduchové bubliny mezi těstovinami a byla odečtena hodnota, o kolik ml stoupla hladina vody ve válci.

Následně byly těstoviny scezeny přes síto a vloženy do kuchyňského hrnce s 1 litrem vroucí destilované vody s přidavkem 10 g soli bez přidání látek a vařeny po dobu 10 minut.

Po uplynutí této doby byly těstoviny scezeny přes síto i s veškerou tekutinou z hrnce. Těstoviny byly ponechány 2 minuty v klidu v sítu, aby odkapala voda. Následně byly vloženy do odměrného válce se 700 ml vody a byla odečtena hodnota, o kolik ml stoupla hladina vody ve válci.

Další sledovanou hodnotou byl **kalový sloupec**, tedy množství sedimentu, které se uvolnilo při vaření.

Každá z dávek vody, použité k vaření, byla ponechána po dobu 1 hodiny při teplotě 7 °C v klidu v odměrném válci, aby mohl být odečten kalový sloupec.

Posledním sledovaným jevem byla **instrumentální přilnavost** – jak uvařené těstoviny přilnou k vidličce v porovnání se semolinovými těstovinami.

Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení těstovin provedla skupina 10 lidí (5 žen a 5 mužů). Hodnotitelé nebyli navzájem v kontaktu a nebyli seznámeni se složením těstovin. Jednotlivé vzorky byly označeny pouze pořadovými čísly. Hodnoceny byly nejprve těstoviny v syrovém a poté v uvařeném stavu. Hodnocení probíhalo na stupnici 1 až 5, přičemž hodnocení 1 odpovídalo nejlepšímu a hodnocení 5 nejhoršímu dojmů. Celkové hodnocení bylo stanoveno aritmetickým průměrem.

U **syrových těstovin** byla hodnocena barva (dle sytosti), celkový vzhled (tvar, okraje), vlastnosti povrchu (hladký, polohladký, drsný), pružnost a pevnost při lámání mezi prsty, průsvitnost.

Vzhled povrchu je důležitou vlastností těstovin, stejně jako barva, tvar, konzistence a chuť. Hraje důležitou roli při rozhodování spotřebitelů (Fongaro a kol., 2013).

U **uvařených těstovin** byla hodnocena barva, vzhled těstoviny se zaměřením na tvar a povrch, vůně podle charakteru a příjemnosti, chuť podle charakteru a příjemnosti a celkový dojem.

4.5 Vyhodnocení získaných dat

Hodnotitelé zapisovali údaje do dotazníků (obr. č. 8) dle společné určené stupnice (obr. č. 9).

Obrázek č. 8: Dotazník senzorického hodnocení těstovin

Senzorické hodnocení těstovin													
Respondent číslo:													
Vzorek	Syrové	1	2	3	4	5	Vzorek	Uvařené	1	2	3	4	5
10 Q/90 S	Barva						10 Q/90 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
20 Q/80 S	Barva						20 Q/80 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
30 Q/70 S	Barva						30 Q/70 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
40 Q/ 60 S	Barva						40 Q/ 60 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
50 Q/50 S	Barva						50 Q/50 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
60 Q/40 S	Barva						60 Q/40 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
70 Q/30 S	Barva						70 Q/30 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
80 Q/20 S	Barva						80 Q/20 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					
90 Q/10 S	Barva						90 Q/10 S	Barva					
	Celkový vzhled							Celkový vzhled					
	Vlastnosti povrchu							Vůně					
	Pružnost a pevnost při lámání							Chuť					
	Průsvítlost							Celkový dojem					

Pozn.: Verze dotazníku pro vyhodnocení výsledků. Verze pro hodnotitele obsahovala namísto označení složení směsí jen pořadová čísla vzorků.

Obrázek č. 9: Stupnice senzorického hodnocení těstovin

Stupnice hodnocení					
Syrové	1	2	3	4	5
Barva	skvělá	výborná	méně výborná	dobrá	neyhovující
Celkový vzhled	skvělý	výborný	méně výborný	dobrý	neyhovující
Vlastnosti povrchu	hladký	méně hladký	hrubší	hrubý	drsňý
Pružnost, pevnost	klade odpor než se zlomí	klade lehce odpor než se zlomí	snadno se láme	téměř hned se láme	křehká, nelze ohybat, okamžitě se zlomí
Průsvitnost	jako semolina	téměř jako semolina	jen po okrajích	téměř žádná	žádná
Uvařené	1	2	3	4	5
Barva	skvělá	výborná	méně výborná	dobrá	neyhovující
Celkový vzhled	skvělý	výborný	méně výborný	dobrý	neyhovující
Vůně	skvělá	výborná	méně výborná	dobrá	neyhovující
Chuť	skvělá	výborná	méně výborná	dobrá	neyhovující
Celkový dojem	skvělý	výborný	méně výborný	dobrý	neyhovující

5. Výsledky

Těsto

Se zvyšujícím se podílem merlíkové mouky a úbytkem lepku semoliny se těsto zpracovávalo hůře. Bylo drobivé, méně soudržné, ztrácelo elasticitu (obr. č. 10).

Obrázek č. 10: Vzorky těsta (autorka, 2014)



Horní řada zleva: Obsah 10 až 50 % merlíkové mouky ve 100 g těsta (zbývající podíl semolina).

Spodní řada zleva: Obsah 60 až 90 % merlíkové mouky ve 100 g těsta (zbývající podíl semolina).

Těsto se hůře vyvalovalo, okraje byly rozštěpené, lámavé. Zprvu žlutá barva těsta přecházela v našedlou až zcela šedou (obr. č. 11).

Obrázek č. 11: Výroba těstovin při různém zastoupení merlíkové mouky (autorka, 2014)



A: podíl merlíkové mouky 40 %, B: podíl merlíkové mouky 60 %, C: podíl merlíkové mouky 90 %

Přidáním vajec se barva a soudržnost těsta zlepšila, těsto však bylo tuhé a hnětení tak vyžadovalo více energie. Po přidání sójové mouky nebylo možné těsto zpracovat při množství 48 ml vody, protože sójová mouka vodu okamžitě pohltila a těsto bylo drobivé. Proto bylo množství vody u receptur obsahujících sójovou mouku navýšeno o 20 ml vody, tedy na 68 ml. Poté bylo těsto již standardně zpracovatelné. Nejvýraznější změna nastala po přidání předželatinizované merlíkové mouky. Těsto se výborně zpracovávalo, bylo vláčné, hladké, světle žluté barvy (obr. č. 12).

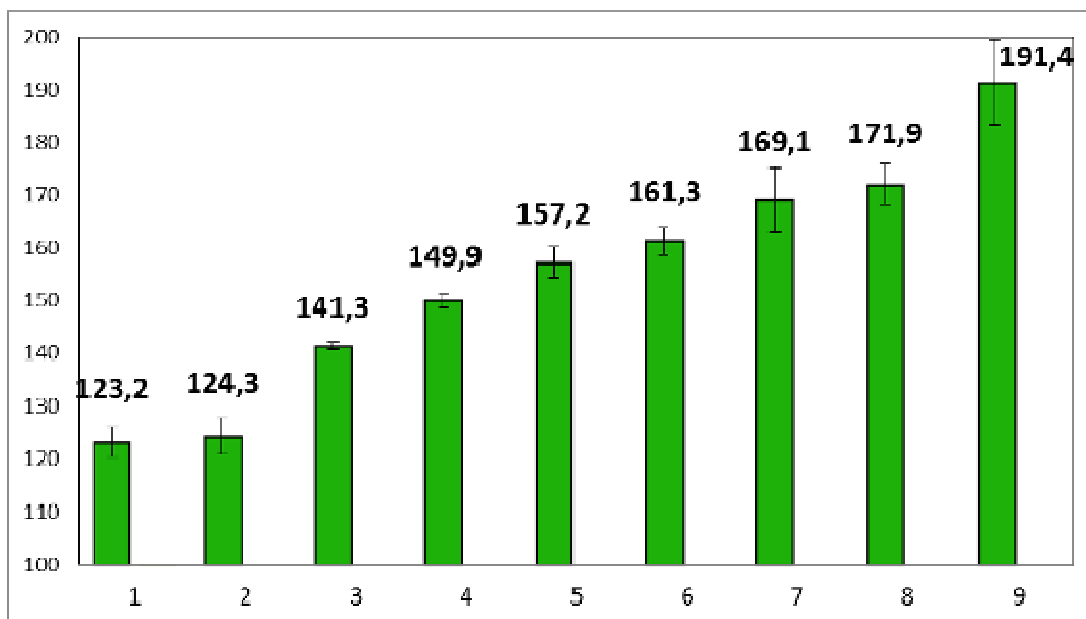
Obrázek č. 12: Těsto s obsahem předželatinizované merlíkové mouky (autorka, 2014)



Vaznost

Vaznost těstovin stoupala se stoupajícím podílem merlíkové mouky. Hodnoty vaznosti se pohybovaly v rozmezí 123,2 až 191,4 hm. % (graf č. 1).

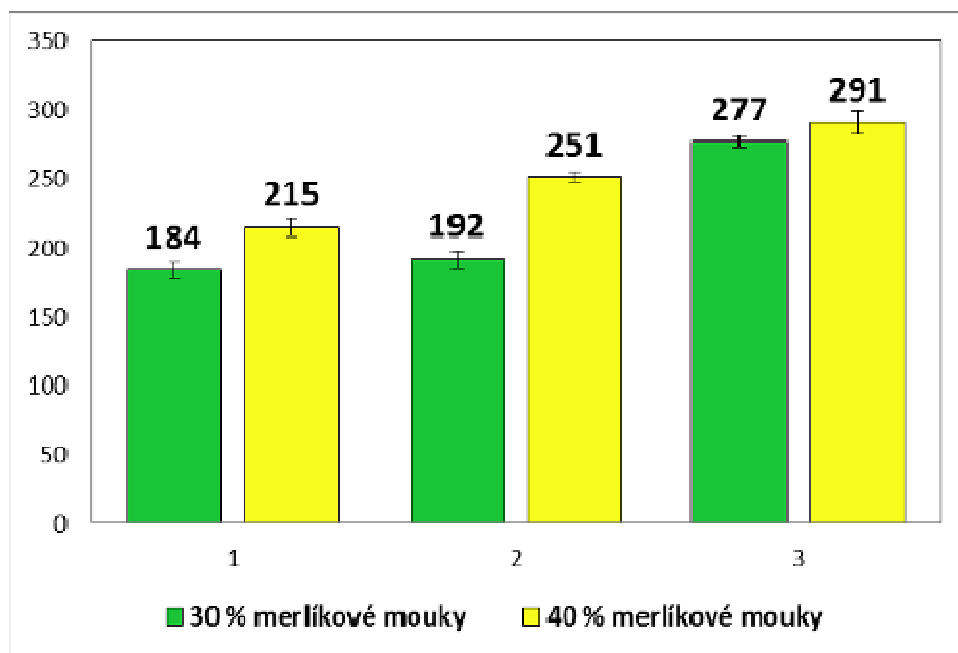
Graf č. 1: Hodnoty vaznosti vody merlíkových těstovin (hmotnostní %) - průměr ze dvou opakování ± směrodatná odchylka



Vodorovná osa: Označení zkoumaných směsí 1-9 odpovídá zastoupení merlíkové mouky ve směsi 10–90 %.

Přidáním vajec se vaznost vody těstovinami zvýšila (graf č. 2). Při obsahu merlíkové mouky 30 % z 141,3 na 184 hm. %, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 149,9 na 215 hm. %. Přidáním předželatinizované merlíkové mouky se vaznost těstovin také zvýšila. Při obsahu merlíkové mouky 30 % z 141,3 na 192 hm. %, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 149,9 na 251 hm. %. Přídavek sójové mouky zvýšil vaznost těstovin nejvíce. Při obsahu merlíkové mouky 30 % z 141,3 na 277 hm. %, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 149,9 na 291 hm. %.

Graf č. 2: Hodnoty vaznosti vody u těstovin s přidanými surovinami (hmotnostní %) - průměr ze dvou opakování ± směrodatná odchylka



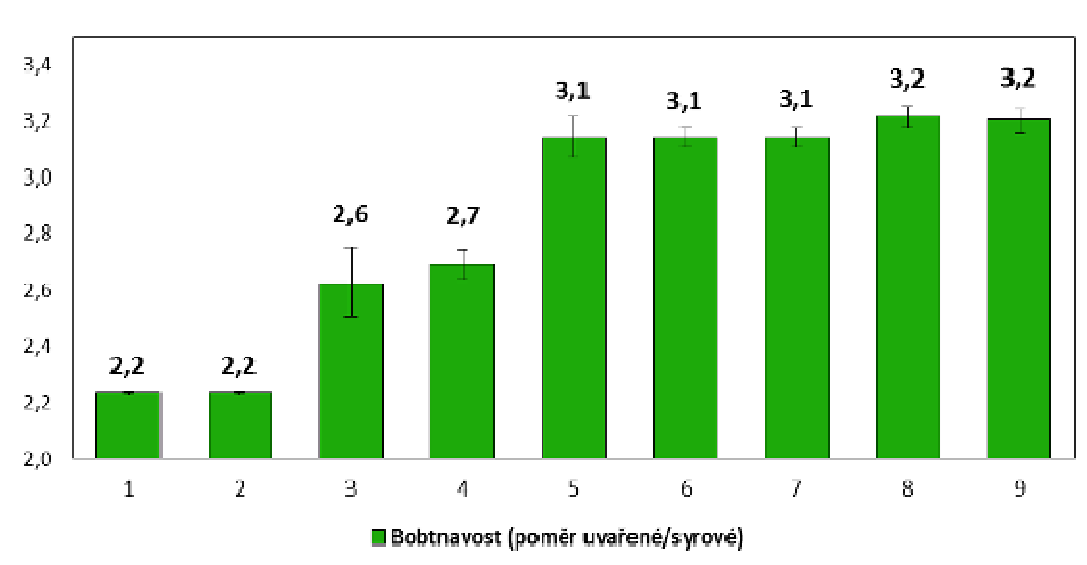
Vodorovná osa: Směs 1 – obsahuje vejce, směs 2 – obsahuje předželatinizovanou merlíkovou mouku, směs 3 – obsahuje sójovou mouku.

Bobtnavost

Bobtnavost těstovin stoupala se zvyšujícím se množstvím podílu merlíkové mouky a pohybovala se v rozmezí od 2,2 do 3,2 násobku původního objemu (graf č. 3). Jemné částice merlíkové mouky, respektive škrobové částice přijímají vodu rychleji, než lepek obsažený v semolině.

Zvyšující se hodnoty bobtnavosti korelují se zvyšujícími se hodnotami vaznosti v tomto pokusu.

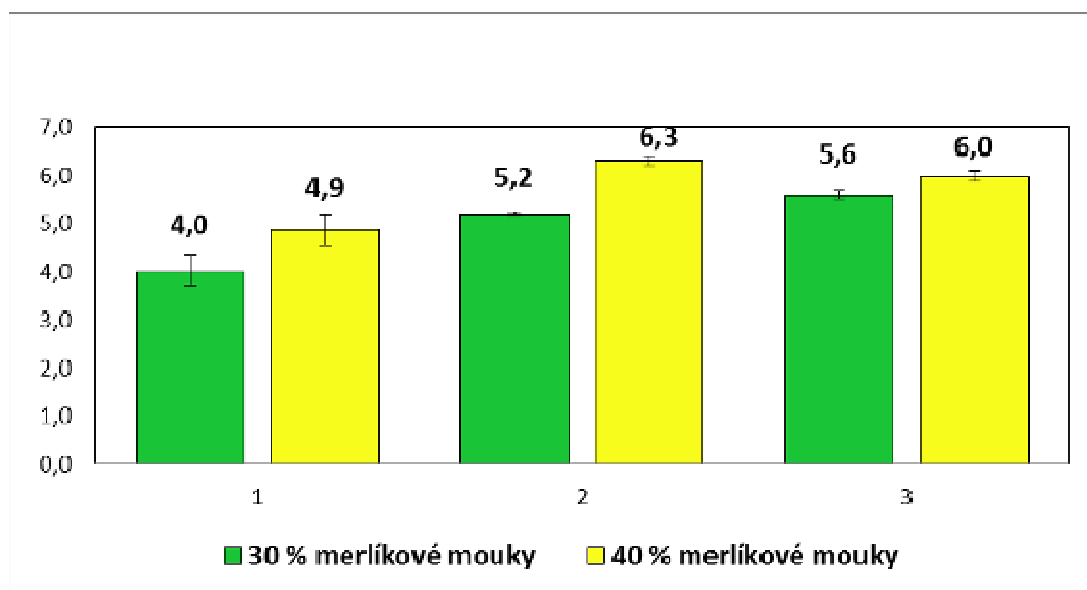
Graf č. 3: Hodnoty bobtnavosti těstovin s různým podílem merlíkové mouky (hmotnostní %) - průměr ze dvou opakování ± směrodatná odchylka



Vodorovná osa: Označení zkoumaných směsí 1-9 odpovídá zastoupení merlíkové mouky ve směsi 10–90 %.

Přidáním vajec se bobtnavost zvýšila (graf č. 4). Při obsahu merlíkové mouky 30 % z 2,6 na 4, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 2,7 na 4,9. Přidáním předželatinizované merlíkové mouky se bobtnavost těstovin také zvýšila. Při obsahu merlíkové mouky 30 % z 2,6 na 5,2, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 2,7 na 6,3. Přídavek sójové mouky zvýšil bobtnavost těstovin při obsahu merlíkové mouky 30 % z 2,6 na 5,6, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 2,7 na 6.

Graf č. 4: Hodnoty bobtnavosti těstovin s přidávanými surovinami (hmotnostní %) – průměr ze dvou opakování ± směrodatná odchylka

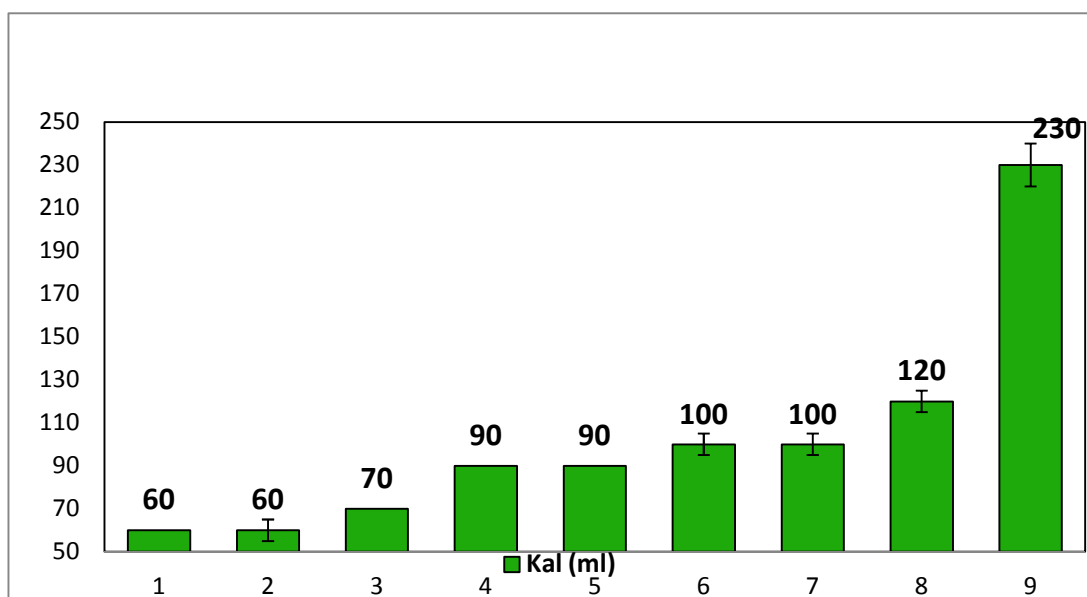


Vodorovná osa: Směs 1 – obsahuje vejce, směs 2 – obsahuje předželatinizovanou merlíkovou mouku, směs 3 – obsahuje sójovou mouku.

Kalový sloupec

Se zvyšujícím se podílem merlíkové mouky se zvyšovalo i množství sedimentu uvolněného při vaření těstovin a tím hodnoty kalového sloupce. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 60 až 230 ml (graf č. 5).

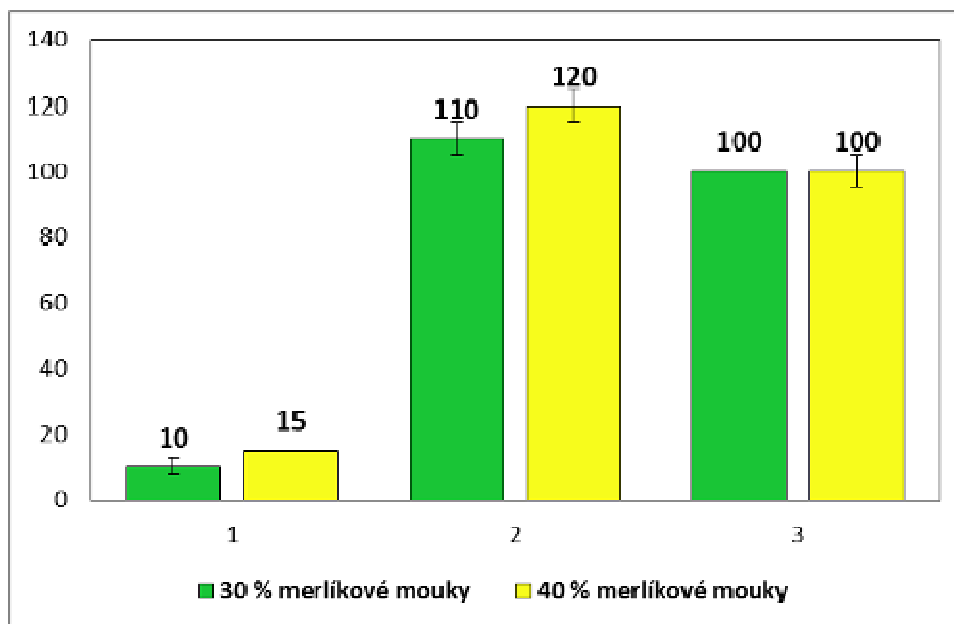
Graf č. 5: Výška kalového sloupce u těstovin s různým podílem merlíkové mouky průměr ze dvou opakování ± směrodatná odchylka



Vodorovná osa: Označení zkoumaných směsí 1-9 odpovídá zastoupení merlíkové mouky ve směsi 10–90 %.

Přidáním vajec se podstatně snížila výška kalového sloupce. Při obsahu merlíkové mouky 30 % ze 70 ml na 10 ml, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 90 ml na 15 ml. Přidáním předželatinizované merlíkové mouky se výška kalového sloupce zvýšila. Při obsahu merlíkové mouky 30 % ze 70 ml na 110 ml, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 90 ml na 120 ml. Přídavek sójové mouky také zvýšil kalový sloupec - při obsahu merlíkové mouky 30 % ze 70 ml na 100 ml, při obsahu 40 % merlíkové mouky z 90 ml na 100 ml (graf č. 6).

Graf č. 6: Výška kalového sloupce těstovin s přidávanými surovinami (hmotnostní %) – průměr ze dvou opakování ± směrodatná odchylka



Vodorovná osa: Směs 1 – obsahuje vejce, směs 2 – obsahuje předželatinizovanou merlíkovou mouku, směs 3 – obsahuje sójovou mouku

Přilnavost

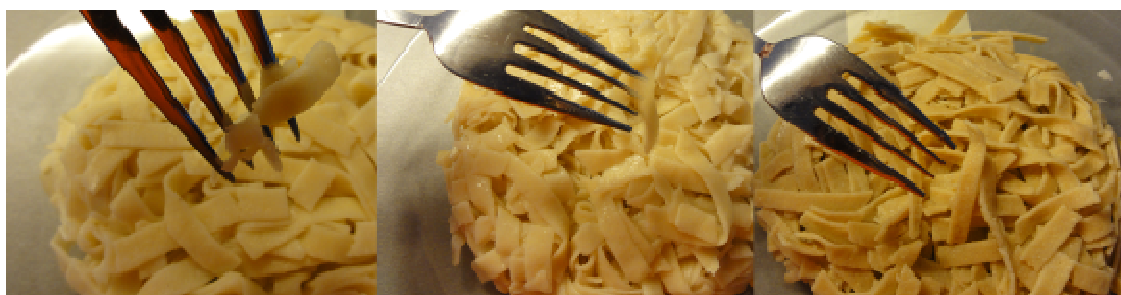
Výsledky instrumentální přilnavosti prezentuje tabulka č. 7. Přilnavost uvařených těstovin se snižovala s ubývajícím podílem semoliny (obr. č. 13).

Tabulka č. 7: Vyhodnocení přilnavosti těstovin

Vzorek	Přilnavost	Stupnice:
10Q/90S	3	1 - vůbec se nelepí na vidličku
20Q/80S	3	2 - lehce se lepí na vidličku
30Q/70S	2	3 - více se lepí na vidličku
40Q/60S	2	4 - hodně se lepí na vidličku
50Q/50S	1	5 - silně se lepí na vidličku
60Q/40S	1	
70Q/30S	1	
80Q/20S	1	
90Q/10S	1	

Hodnota před lomítkem udává procentuální zastoupení merlíkové mouky ve směsi, hodnota za lomítkem udává procentuální zastoupení semoliny ve směsi.

Obrázek č. 13: Hodnocení přilnavosti těstovin (autorka, 2014)



Zleva: Stupeň přilnavosti 3, stupeň přilnavosti 2, stupeň přilnavosti 1

Těstoviny s přidaným vejcem se vůbec nelepily na vidličku, těstoviny s přidaným podílem předželatinizované mouky a sójové mouky se lepily lehce (tab. č. 8).

Tabulka č. 8: Vyhodnocení přilnavosti těstovin s přidanými surovinami

Vzorek	Přilnavost	Stupnice:
30Q/70S+vejce	1	1 - vůbec se nelepí na vidličku
30Q/70S(50%Q želat.)	2	2 - lehce se lepí na vidličku
30Q/20Só/50S	2	3 - více se lepí na vidličku
40Q/60S+vejce	1	4 - hodně se lepí na vidličku
40Q/60S(50%Q želat.)	2	5 - silně se lepí na vidličku
40Q/20Só/40S	2	

Hodnota před lomítkem udává procentuální zastoupení merlíkové mouky ve směsi, hodnota za lomítkem udává procentuální zastoupení semoliny a přidaných surovin ve směsi.

Senzorické hodnocení

Při senzorickém hodnocení těstovin v **syrovém stavu**, byly těstoviny s podílem merlíkové mouky do 30 % včetně, hodnoceny nejvyššími známkami na stupnici, tedy skvělé a výborné (tab. č. 9).

Tabulka č. 9: Senzorické hodnocení těstovin s podílem merlíkové mouky 10-90 % v syrovém stavu

Vzorek	Barva	Celkový vzhled	Vlastnosti povrchu	Pružnost a pevnost při lámání	Průsvitnost	Výsledná známka
10 Q/90 S	1	1	1	1	1	1
20 Q/80 S	1	2	2	1	4	2
30 Q/ 70 S	1	2	2	2	4	2
40 Q/60 S	2	3	2	2	4	3
50 Q/50 S	2	3	3	3	4	3
60 Q/40 S	2	3	3	3	4	3
70 Q/30 S	3	4	4	4	5	4
80 Q/20 S	3	4	4	4	5	4
90 Q/10 S	4	5	5	5	5	5

Hodnota před lomítkem udává procentuální zastoupení merlíkové mouky ve směsi, hodnota za lomítkem udává procentuální zastoupení semoliny ve směsi.

Nejrychlejší pokles známek se týkal průsvitnosti. Semena merlíku nejsou sklovitá, tak jako obilky pšenice. Následoval pokles hodnocení u celkového vzhledu a vlastností povrchu. Povrch byl drsný a hrubý, postrádal hladkost semolinových těstovin. Nejdéle si dobré hodnocení udržely těstoviny za barvu, a to až do obsahu 60 % merlíkové mouky. Všichni respondenti uvedli, že by si v syrovém stavu zakoupili těstoviny s maximálním podílem 30 % merlíkové mouky. Těstoviny s vyšším zastoupením merlíku pro ně již vzhledově nebyly atraktivní (obr. č. 14).

Obrázek č. 14: Porovnání vzhledu syrových těstovin (autorka, 2014)



Zleva: Směs chinoa 10 % + semolina 90 %, směs chinoa 90 % + semolina 10 %

Při sensorickém hodnocení v **syrovém stavu** byly těstoviny s přidaným vejcem s podílem merlíkové mouky 30 % hodnoceny známkami o stupeň vyššími - tedy výborné a s podílem 40 % dokonce o 2 stupně vyššími – skvělé. Respondenti je shledali lepšími ve všech sledovaných parametrech. Také těstoviny s přidaným podílem předželatinizované merlíkové mouky byly ohodnoceny známkami skvělé, z původního hodnocení výborné (30 % obsahu merlíkové mouky) a skvělé, z původního hodnocení méně výborné (40 % obsahu merlíkové mouky). Respondenti je shledali lepšími ve všech sledovaných parametrech. Těstoviny s přidáním sójové mouky byly hodnoceny stejně jako bez ní – tedy výborné (30 % obsahu merlíkové mouky) a méně výborné (40 % obsahu merlíkové mouky), (tab. č. 10).

Tabulka č. 10: Sensorické hodnocení těstovin s přidanými surovinami v syrovém stavu

Vzorek	Barva	Celkový vzhled	Vlastnosti povrchu	Pružnost a pevnost při lámání	Průsvitnost	Výsledná známka
30Q/70S+vejce	1	1	1	1	2	1
30Q/70S(50%Q želat.)	1	1	1	1	1	1
30Q/20Só/50S	2	2	2	2	3	2
40Q/60S+vejce	1	1	1	1	2	1
40Q/60S(50%Q želat.)	1	1	1	1	1	1
40Q/20Só/40S	3	3	2	2	3	3

Hodnota před lomítkem udává procentuální zastoupení merlíkové mouky ve směsi, hodnota za lomítkem udává procentuální zastoupení semoliny a přidaných surovin ve směsi.

Při sensorickém hodnocení **uvařených** těstovin, byly kladně hodnoceny těstoviny s podílem merlíkové mouky až do 40 % včetně, známkami skvělé a výborné (tab. č. 11). Nejlépe byla respondenty vnímána vůně a chuť těstovin, a to až do 40 % obsahu merlíkové mouky. Ovšem od podílu 50 % merlíku se hodnocení rychle zhoršovalo. Chuť těstovin nabývala na hořkosti, stávaly se tvarově nestabilními a rozpadaly se, jejich povrch byl rozvařený. Respondenti shodně uvedli, že těstoviny s obsahem 50 % merlíkové mouky a vyšším, pro ně již nejsou atraktivní.

Tabulka č. 11: Senzorické hodnocení těstovin s podílem 10-90 % merlíkové mouky po uvaření

Vzorek	Barva	Celkový vzhled	Vůně	Chuť	Celkový dojem	Výsledná známka
10 Q/90 S	1	1	1	1	1	1
20 Q/80 S	1	1	1	1	1	1
30 Q/ 70 S	2	2	1	1	2	2
40 Q/60 S	3	2	1	2	2	2
50 Q/50 S	3	3	2	3	3	3
60 Q/40 S	4	3	2	4	4	3
70 Q/30 S	4	4	2	4	4	4
80 Q/20 S	5	5	3	5	5	5
90 Q/10 S	5	5	4	5	5	5

Hodnota před lomítkem udává procentuální zastoupení merlíkové mouky ve směsi, hodnota za lomítkem udává procentuální zastoupení semoliny ve směsi.

Při senzorickém hodnocení uvařených těstovin byly těstoviny s přidaným vejcem s podílem merlíkové mouky 30 % hodnoceny známkou shodnou - tedy skvělé a s podílem 40 % o 1 stupeň vyšší, tedy skvělé. Respondenti je shledali lepšími v parametrech barva, celkový vzhled a chuť. Těstoviny s přidaným podílem předželatinizované merlíkové mouky byly ohodnoceny známkami skvělé, stejně jako při původním hodnocení (30 % obsahu merlíkové mouky) a skvělé, z původního hodnocení méně výborné (40 % obsahu merlíkové mouky). Respondenti je shledali lepšími v parametrech barva, celkový vzhled a chuť. Těstoviny s přídavkem sójové mouky byly hodnoceny hůře – tedy výborné (30 % obsahu merlíkové mouky) z původního skvělé a méně výborné (40 % obsahu merlíkové mouky) z původního hodnocení výborné. Hodnotitelé je shledali horšími v parametrech celkový vzhled, vůně i chuť (tab. č. 12, obr. č. 15).

Tabulka č. 12: Senzorické hodnocení těstovin s přidanými surovinami po uvaření

Vzorek	Barva	Celkový vzhled	Vůně	Chuť	Celkový dojem	Výsledná známka
30Q/70S+vejce	1	1	1	1	1	1
30Q/70S(50%Q želat.)	1	1	1	1	1	1
30Q/20Só/50S	2	2	3	2	2	2
40Q/60S+vejce	1	1	1	2	1	1
40Q/60S(50%Q želat.)	1	1	1	2	1	1
40Q/20Só/40S	3	3	2	3	2	3

Hodnota před lomítkem udává procentuální zastoupení merlíkové mouky ve směsi, hodnota za lomítkem udává procentuální zastoupení semoliny a přidaných surovin ve směsi.

Obrázek č. 15: Těstoviny s podílem 30 % merlíkové mouky a přidanými surovinami (autorka, 2014)



Zleva: S přidavkem zželatinizované merlíkové mouky, s přidavkem vejce, s přidavkem sójové mouky

6. Diskuze

Těsto

Hlavním předpokladem pro úspěšné vyhnětení těsta je jemně namletá merlíková mouka (0,18-0,25 mm). Jemné částice dobře přijímají vodu a působí jako pojivo. Pokud jsou částice větší než 0,25 mm, těsto je drobné a nesoudržné. Také v pokusu provedeném Caperuto a kol. (2001) byl průměrný rozměr částic 0,18 mm. Také Schönnlechner a kol. (2010) použil pro svůj pokus mouku o velikosti částic menších než 0,25 mm.

Pokud je přidáno vejce, působí jako výborné pojivo, ovšem těsto je tužší a vyžaduje větší dodatek energie pro vyhnětení. Jeho barva je sytě žlutá.

Při přidání předželatinizované merlíkové mouky se těsto velmi dobře zpracovávalo. Mělo dobrou soudržnost, bylo elastické a vláčné. Výborně se vyvalovalo, mělo světle žlutou barvu a hladký povrch. Ovšem dle výsledků pokusu Chillo a kol. (2009) se u takto obohaceného těsta hodnoty tažnosti nemění. Přidáním sójové mouky těsto vyžaduje přidání většího množství vody, protože částice sójové mouky vodu rychle absorbují a těsto je drobivé. Vůně a barva těsta není tradičně těstovinová.

Vaznost

Výsledky vaznosti (123,2 až 191,4 hm. %) odpovídají hodnotám naměřeným u obdobných pokusů. Při výzkumu použití amarantu, chinoi a pohanky pro výrobu bezlepkových těstovin, provedeným Schönlechnerem a kol. (2010), ukázaly výsledky pokusu, že přidáním chinoi se zvýšila hmotnost těstovin po uvaření.

Vysoká absorpce vody u těstovin s přidáním merlíkové mouky je způsobena přítomností malého množství rezistentního škrobu, který je odolnější ke vstřebávání vody, což zvyšuje hmotnost uvařených těstovin (Chillo a kol., 2009).

Také hodnoty naměřené Caperuto a kol. (2001) (směs byla tvořena moukou kukuřice a chinoi), velmi dobře koreluje s výsledky autorkou provedeného pokusu, jak ukazuje tab. č. 13. Domnívám se, že rozdíl v naměřených hodnotách může být způsoben použitím kukuřičné mouky v pokusech, které provedl Caperuto a kol., (2001), protože její škrobové částice mají větší bobtnavost než částice semolinového lepku, použité autorkou.

Tabulka č. 13: Porovnání výsledků pokusů vaznosti (hm. %)

Podíl chinoi ve směsi 100g (g)	Caperuto* (hm. %)	Bigasová (hm. %)	Rozdíl (hm. %)
10	129,25	123,2	6,05
15 - 20	129,6	124,3	5,3

* průměrné hodnoty více měření

Semolinový lepek přijímá vodu pomaleji, soudržnost těstoviny není ani po odkapání narušena. Oproti tomu jemné částice merlíkového škrobu přijímají vodu rychleji, struktura těstovin se narušuje a těstoviny ztrácí soudržnost a snadno

se rozpadají. Povrch želatinizuje, gel obsahuje velké množství vody a jejich hmotnost stoupá.

Všechny přidané suroviny vaznost vody těstovin navýšily. Všechny mají vysoký obsah bílkovin, které jsou schopné vytvořit síť, která blokuje únik škrobu (Chillo a kol., 2008). Ten rychle bobtná a tím se zvyšuje množství zadržené vody.

Bobtnavost

Výsledky bobtnavosti těstovin s přidavkem merlíkové mouky odpovídají hodnotám naměřeným u obdobných pokusů tab. č. 14. Domnívám se, že rozdíl v naměřených hodnotách může být způsoben použitím kukuřičné mouky (Caperuto a kol. 2010), protože její škrobové částice mají větší bobtnavost než částice semolinového lepku, použité autorkou.

Tabulka č. 14: Porovnání výsledků pokusů bobtnavosti

Podíl chinoi (g/100g)	Caperuto*	Bigasová	Rozdíl
10	2,6	2,2	0,4
15 - 20	2,5	2,2	0,3

* průměrná hodnota více měření

Všechny přidané suroviny vaznost vody těstovin navýšily. Všechny mají vysoký obsah bílkovin, které jsou schopné vytvořit síť, která blokuje únik škrobu (Chillo a kol., 2008). Ten rychle bobtná a tím se zvyšuje množství zadržené vody.

Kalový sloupec

Se zvyšujícím podílem mouky se zvyšovala výška kalového sloupce. Vysoká absorpce vody u těstovin s přidavkem merlíkové mouky je způsobena přítomností malého množství rezistentního škrobu, který je odolnější ke vstřebávání vody, což dle Chillo a kol. (2009) a Schönlechner a kol. (2010) zvyšuje rozvařivost a podíl kalu. Ztráty při vaření jsou tedy u těstovin obsahujících merlík vyšší, než u těstovin semolinových, amarantových i těstovin z mouk luštěnin (Chillo a kol., 2008).

Přidáním vajec se snížila výška kalového sloupce o 83,4 % a 86 %. Vejce tedy snižuje rozvařivost těstovin, a proto je množství odloučených částic při vaření podstatně nižší. K podobným výsledkům došla Marti a kol. (2013), kdy se přidavkem

vajec do rýžové mouky snížila ztráta částic při vaření o 35,7 %. Došla k závěru, že koagulací bílkovin byla vytvořena síť pro vyšší zadržení škrobu. Také v pokusu Schönlechnera a kol. (2010) bylo přidáním vejce do směsi 100 % merlíkové mouky sníženo množství odloučených částic o 13 %. To uvádí i Příhoda a kol. (2004), vejce zlepšují barvu, zvětšují objem a pevnost při vaření.

Přidáním předželatinizované merlíkové mouky se výška kalového sloupce zvýšila o 57 % a 33 %. Předželatinizované částice škrobu jsou již před vařením nabobtnalé vodou a při varu se nabíráním další tekutiny snáze odlučují, množství sedimentu tedy stoupá.

Přídavek sójové mouky také zvýšil kalový sloupec o 43 % a 11 %. Ovšem toto zvýšení není tak velké, jako u přidání předželatinizované mouky. Sójová mouka tak vykazuje lepší reologické vlastnosti.

Dle Chillo a kol. (2009) zvýšení obsahu amylozy snižuje přilnavost. Sisson a kol. (2005) uvádí, že přilnavost těstovin se snižuje s rostoucím obsahem bílkovin. Přilnavost uvařených těstovin se snižovala s ubývajícím podílem semoliny. To potvrdil ve svých pokusech i Schönlechner a kol., (2010), kde přilnavost merlíkových těstovin byla o 48% nižší, než semolinových. To lze vysvětlit vyšším obsahem bílkovin chinoi, které jsou schopné vytvořit síť, která blokuje únik škrobu (Chillo a kol., 2008).

Těstoviny s přidaným vejcem se vůbec nelepily na vidličku, byly tvrdší na skus, po vidličce sklouzávaly. Těstoviny s přidaným podílem předželatinizované mouky a sójové mouky se lepily lehce, díky zželatinizovanému škrobu na povrchu.

Senzorické hodnocení

Mujica a kol. (2006) uvádí, že pro zachování standardních technologických a senzorických vlastností pokrmů je možno obohatit těstoviny jen o 20 % mouky z chinoi. Mastromatteo a kol. (2012) směs obohatil jen o 15 % merlíkové mouky (zbytek tvořilo 65 % kukuřičné mouky, 15 % předželatinizované kukuřičné mouky a 5 % sójové mouky s přídavkem vody 38,5 hm. % směsi). Viskozita těsta byla nízká, ovšem těstoviny z něj vyrobené se blížily vlastnostem těstovin vyrobených z pšenice tvrdé.

V našem pokusu, však při sensorickém hodnocení těstovin v syrovém stavu byly kladně hodnoceny těstoviny s podílem merlíkové mouky až do 30 % a uvařené těstoviny pak do obsahu 40 % merlíkové mouky. Jednalo se o směsi s přidaným vejcem a zželatinizovanou merlíkovou moukou.

Při přidavku vajec a předželatinizované merlíkové mouky byly těstoviny respondenty přijímány skvěle do obsahu 40 % merlíkové mouky jak v syrovém, tak uvařeném stavu.

Přídavek sójové mouky sensorické vlastnosti těstovin nezlepšil. Byly respondenty přijímány nejhůře. Nejvíce jim byla vytýkána netypická narudlá barva a výrazná vůně sóji, která neodpovídá vůni spojované s tradičními těstovinami.

Domnívám se, že další možnou kombinací, která by spojila všechny pozitivní poznatky z provedeného pokusu, by byla receptura obsahující vejce a zároveň zželatinizovanou merlíkovou mouku.

7. Závěr

Z výsledku provedeného pokusu vyplývá, že těstoviny s podílem do 30 % merlíkové mouky jsou technicky vyrobitelné. Použití předželatinizované merlíkové mouky tuto hranici posouvá až na 40 % obsahu merlíkové mouky.

Jak v syrovém, tak i v uvařeném stavu jsou srovnatelné s těstovinami semolinovými a jsou konzumenty kladně přijímány.

Spotřebitelé oceňují hlavně jejich příjemnou oříškovou vůni i chuť. Takové těstoviny jsou nutričně cennější, než těstoviny ze semoliny. Přídavkem merlíkové mouky jsou fortifikovány o bílkoviny, minerální a stopové prvky, vlákninu i antioxidanty. Dále existuje celá řada možností kombinace merlíkové mouky s dalšími bezlepkovými moukami, aby vzniklé směsi byly vhodné pro pacienty s celiakií.

Při vyšším zastoupení merlíkové mouky je těsto zpracovatelné s obtížemi. Těsto není soudržné, je drobné, při vyvalování praská. Povrch těstovin je matný, barva našedlá až šedá. Suché těstoviny jsou velmi křehké, při manipulaci a tlaku se snadno rozlamují a drobí. Po uvaření jsou tvarově nestálé. Vůně merlíku je spíše až nepříjemně výrazná (neslučuje se s vůní, spojovanou s tradičními těstovinami). Chuť nabývá nepříjemné hořké pachuti.

Těstoviny s vyšším zastoupením merlíkové mouky se navíc obtížně konzumují, protože jejich přilnavost k vidličce je minimální. Povrch těstovin je pokryt vrstvou tvořenou zželatinizovaným škrobem. Těstoviny jsou těžké, kompaktně složené jedna na druhou, takže i jejich scezení je problematické, protože takto uzavřou všechny otvory v sítu, částečně i částicemi sedimentu, který při vaření vzniká a přebytečná voda zůstává v sítu.

Nicméně – jak bylo již výše uvedeno, lze proto doporučit použití merlíkové mouky v zastoupení do 30 % do směsí pro výrobu těstovin.

Přidání vajec či zželatinizování merlíkového škrobu posunuje možný podíl merlíku v těstovinách až na 40 % zastoupení merlíkové mouky jak z hlediska kvalitativních parametrů tak jejich sensorické kvality.

Věřím, že příznivci zdravé stravy a celiaci chinou ocení, jako příjemné a hodnotné obohacení jídelníčku a merlíkové těstoviny tak naleznou své místo v lidské výživě.

8. Seznam použité literatury

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

ARENDET, E. K, HAGER A. S., ZANNINI. E. 2012. Gluten-free pasta--Advances in research and commercialization. *Cereal Foods World* 57(5): 225-229.

AUFHAMMER, W., KÜBLER, E., LEE, J. H., 1999. Äußere und innere Kornqualität der Pseudocerealien Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench), Reismelde (*Chenopodium chinoa* Willd.) und Amarant (*Amarantbus hypochondriacus* L. x *A. hybridus* L.) in Abhängigkeit vom Anbauverfahren. *Die Bodenkultur* 50 (1), 11 - 24.

BERÁNKOVÁ, J. 2009. Definice, rozdělení těstovin a jakostní požadavky dle vyhlášek MZe. ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY A INFORMACÍ. Praha. [cit. 2014-03-227]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=93666&ids=167>

BIGASOVÁ, V. 2012. Význam a uplatnění merlíku čilského (*Chenopodium quinoa* Willd.) ve výživě člověka. Bakalářská práce. ZF JU.

CAPERUTO, L., AMAYA-FARFAN, J., CAMARGO, C. 2001. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81(1): 95–101.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚSTAV. 2010. Spotřeba potravin v Česku [online]. 2012, s. 24 [cit. 2013-10-20]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/cpotr041012analyza12.pdf>

DEPILLIS, L. 2013. Quinoa should be taking over the world. This is why it isn't. *The Washington Post* [online]. Columbia: University of Missouri Press, 2013, 11. 7. 2013 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.washingtonpost.com/blogs/wonkblog/wp/2013/07/11/quinoa-should-be-taking-over-the-world-this-is-why-it-isnt/>

DOLTSINIS, S., ANDLAUER, W. 2004. Schlüsselkomponenten der Nahrung, Alternativen zu tierischen Proteinen. *Chemie Unserer Zeit* 38, 182 – 189.

FAO. 2011. News. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, [on line cit. 15. 11. 2011]. Dostupné z odkazu: http://km.fao.org/gipb/index.php?option=com_community&view=groups&task=viewbulletin&groupid=3&bulletinid=6&Itemid=100073&lang=en

FLEMING, J. E., GALWEY, N. W. 1995. Quinoa (*Chenopodium quinoa*). In: Cereals and Pseudocereals (ed. Williams, J. T.). London: Chapman and Hall, 3-83.

FONGARO, L. KVAAL K. 2013. Surface texture characterization of an Italian pasta by means of univariate and multivariate feature extraction from their texture images. Food Research International 51(2):693-705

CHILLO, S., CIVICA, V., IANNETTI, M., SURIANO, N., MASTROMATTEO, M., DEL NOBILE, M., A. 2009. Properties of quinoa and oat spaghetti loaded with carboxymethylcellulose sodium salt and pregelatinized starch as structuring agents. Carbohydrate Polymers 78(4): 932–937.

CHILLO, S., LAVERSE J., FALCONEA P. M., DEL NOBILE. M. A. 2007. Effect of carboxymethylcellulose and pregelatinized corn starch on the quality of amaranthus spaghetti. Journal of Food Engineering 83(4):492–500.

CHILLO, S., LAVERSE J., FALCONE P. M., DEL NOBILE M. A. 2008. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. Journal of Food Engineering 84 (1):101-107 .

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. 2013. Spotřeba potravin klesá. [online]. [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/tz.nsf/i/spotreba_potravin_klesa_20131205

JANOVSKÁ, D., KALINOVÁ J., MICHALOVÁ A. 2008. Metodika pěstování pohanky obecné v ekologickém a konvenčním zemědělství. Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, ISBN 978-80-7427-000-0.

KALACĚ, P., MOUDRÝ, J. 1998. Chemické složení a nutriční hodnota chinoi (*Chenopodium chinoi*). Czech Journal of. Food Science 18(3), 115-119.

KILL, R., TURNBULL K. 2001. Pasta and semolina technology. Blackwell Science, Malden, MA, 226 s. ISBN 06-320-5349-6.

KOPÁČOVÁ, O. 2007. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Praha: ÚZPI, 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0.

KOZIOL, M. J. 1993. Quinoa: A potential new oil crop. In: New crops (ed. J. Janick and J. E. Simon). New York: Wiley. 328-336.

KRUGER, J. E., MATSUO R. B, DICK J. W. 1996. Pasta and noodle technology. St. Paul, USA: AACC, Inc.

MARTI, A., BARBIROLI, A., MARENGO M., FONGARO L., IAMETTI, S., PAGANI, M. A. 2014. Structuring and texturing gluten-free pasta: egg albumen or whey proteins?. European Food Research and Technology 238(2):217-224.

MARIOTTI, M., IAMETTI, S., CAPPA, C., RASMUSSEN, P., LUCISANO, M. 2011. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products. Journal of Cereal Science 53(3): 319-327

MASTROMATTEO, M., CHILLO S., IANNETTI M., CIVICA V. DEL NOBILE, M. A. 2011. Formulation optimisation of gluten-free functional spaghetti based on quinoa, maize and soy flours. International Journal of Food Science 46(6): 1201-1208

MASTROMATTEO, M., S. CHILLO, V. CIVICA, M. IANNETTI, N. SURIANO, DEL NOBILE, M. A. 2012. A multistep optimization approach for the production of healthful pasta based on nonconventional flours. Journal of Food Process Engineering 35 (4):601-621

MEYER, R., 2005. Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Karlsruhe, 141 s.

MICHALOVÁ, A., KULICHOVÁ, P., ČEPKOVÁ, P. 1999. Chinoa – Merlík čilský (*Chenopodium chinosa Willd.*). Výživa a potraviny 4: 141 – 142.

MUJICA, A., ORTIZ, R., BONIFACIO, A., SARAVIA, R., CORREDOR, G., ROMERO, A. 2006. Proyecto Quinoa: Cultivo multipropósito para los países Andinos. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Lima, Peru, 237 s.

POSPIECH, M., PAŽOUT, V. 2012. Hygiena a technologie vegetabilních produktů Hygiena a technologie mlýnských obilných výrobků, pekárenských výrobků, těst a těstovin, brambor, škrobů a výrobků z nich, luštěnin, olejnatých semen a tuků rostlinného původu. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno. ISBN 978-80-7305-619-3.

PRUGAR, J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 327 s.

PŘÍHODA, J., SKŘIVAN, P., HRUŠKOVÁ, M. 2004. Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 203s. ISBN 80-7080-530-7

REPO-CARRASCO, R., ESPINOSA, C., JACOBSEN, S. E., 2003. Nutritional value and use of the Andean crops chinoa (*Chenopodium chinoa*) and kanila (*Chenopodium pallidicaule*). Food Review International 19 (1/2): 179–189.

ROSSEL, C. M., CORTEZ, G., REPO-CARRASCO, R. 2009. Breadmaking use of Andean crops chinoa, kañiwa, kiwicha, and tarwi. Cereal Chemistry 86(4): 386 – 392.

RUALES, J., BABOO, M. N. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in chinoa (*Chenopodium chinoa*, Willd) seeds. Food Chemistry 48: 131 - 136.

ŘÍDÍCÍ VÝBOR PRO SPOLEČNOU ORGANIZACI TRHŮ. Zpráva z řídicího výboru pro Společnou organizaci trhů – obiloviny. 2013. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z:

https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDAQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.apicak.cz%2Fdata_ak%2F13%2Fk%2FO%2FOSOT1324.doc&ei=epUoU_6jLOme7AbQioG4Cg&usg=AFQjCNG9VhwMeFSPrWK922Z9w6YaMOQUnA

SCHOENLECHNER, R., DRAUSINGER, J., OTTENSCHLAEGER, V., JURACKOVA, K., BERGHOFER, E. 2010. Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced from Amaranth, Quinoa and Buckwheat. Plant Foods for Human Nutrition 65 (4): 339-349.

SISSON, M. J., EGAN, N. E., GIANIBELLI, M. C. 2005. New insights into the role of gluten on durum pasta quality using reconstitution method. Cereal Chemistry 82 (5): 601-608.

SMRŽ, F. 2012. Renesance ječmene: publikace České technologické platformy pro potraviny. Praha: Potravinářská komora České republiky, ISBN 978-80-905096-0-3.

STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE. ODDĚLENÍ METODIKY KONTROLY. 2009. Jakostní požadavky. [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/>

TAUFEROVÁ, A., SKOČKOVÁ, A., TREMLOVÁ, B. 2012. Senzorická kvalita semolinových těstovin. *Potravinářstvo* 4: 113-116.

VEGA-GALVEZ, A., MIRANDA, M., VERGARA, J., URIBE, E., PUENTE, L., MARTÍNEZ, E. A. 2010. Nutrition facts and functional potential of chinoa (*Chenopodium chinoa*, Willd) an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90(15), 2541 - 2547.

VELÍŠEK, J. 2002. *Chemie potravin 3*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 331 s. ISBN 80-866-5903-8 (soubor).

VELÍŠEK, J. 1999. *Chemie potravin 1*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 328 s. ISBN 80-902-3912-9 (soubor).

VELÍŠEK, J. 2002. *Chemie potravin 2*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 331 s. ISBN 80-866-5903-8 (soubor).

Vyhláška 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, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. Státní zemědělská a potravinářská inspekce [online]. 16.12.2008, s. 11, 2012 [cit. 2012-04-02]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007478&nid=11816&hl=těstoviny>.

WOLTER, A., ZANNINI, E., AREND, E. K. 2012. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. *Journal of Cereal Science* 56 (2): 239-247.

WRIGHT, K. H., HUBER, K. C., FAIRBANKS, D. J., HUBER, C. S. 2002. Isolation and characterization of *Atriplex hortensis* and sweet *Chenopodium chinoa* starches. *Cereal Chemistry* 79(5), 715 – 719.

Příloha – fotodokumentace pokusu

Obrázek č. 1: Zrna merlíku čilského (autorka, 2014)



Obrázek č. 2: Odstranění saponinů promýváním (autorka, 2014)



Obrázek č. 3: Sušení zrn merlíku (autorka, 2014)



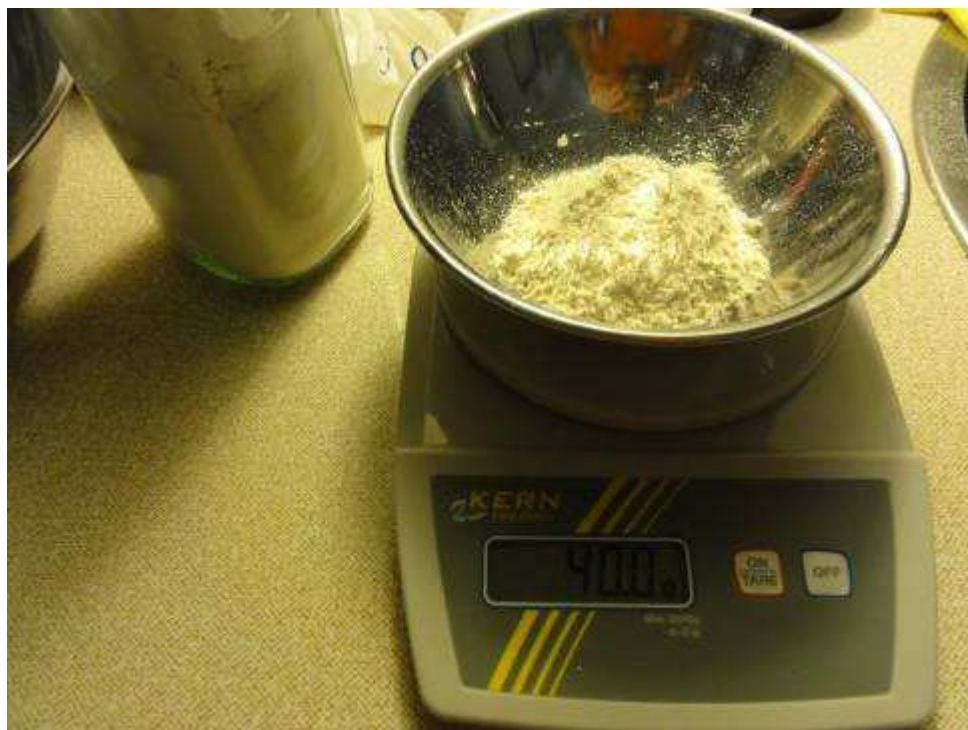
Obrázek č. 4: Prosívání semleté merlíkové mouky (autorka, 2014)



Obrázek č. 5: Semolina (autorka, 2014)



Obrázek č. 6: Vážení mouky merlíku čilského (autorka, 2014)



Obrázek č. 7: Vážení semoliny (autorka, 2014)



Obrázek č. 8: Směs mouk (autorka, 2014)



Obrázek č. 9: Těsto (autorka, 2014)



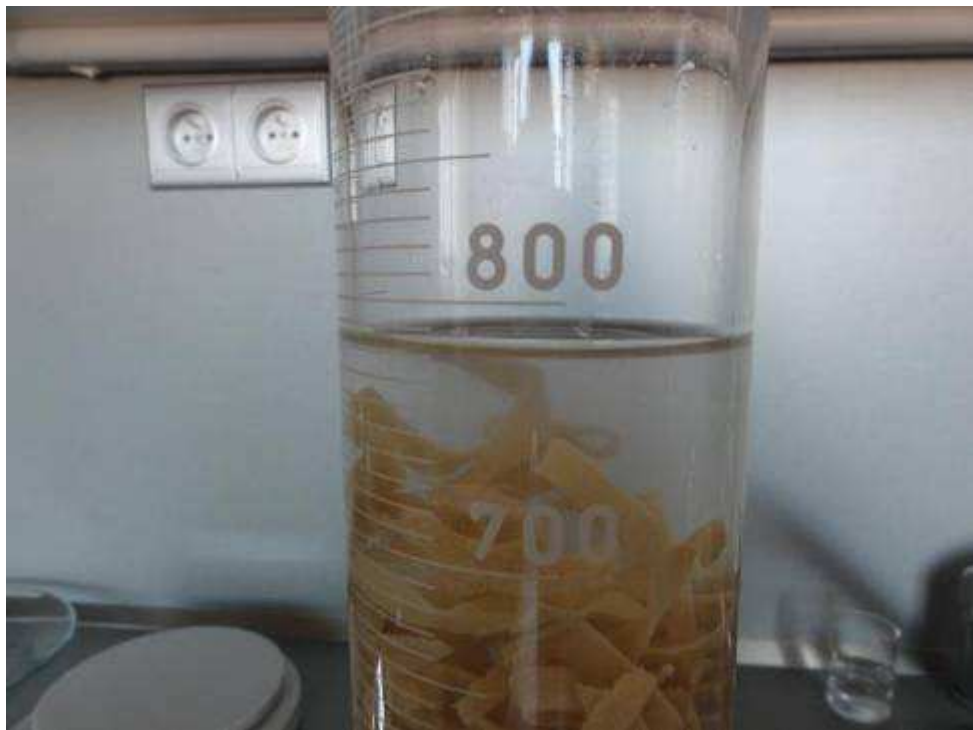
Obrázek č. 10: Příprava výroby těstovin na ručním strojku (autorka, 2014)



Obrázek č. 11: Těstoviny (autorka, 2014)



Obrázek č. 12: Měření objemu syrových těstovin (autorka, 2014)



Obrázek č. 13: Vaření těstovin (autorka, 2014)



Obrázek č. 14: Stanovení objemu uvařených těstovin (autorka, 2014)



Obrázek č. 15: Stanovení hmotnosti uvařených těstovin (autorka, 2014)



Obrázek č. 16: Stanovení kalového sloupce (autorka, 2014)

