Srovnání parametrů pečiva vyrobeného z vybraných pseudocereálií a netradičních obilovin

Bc. Alena Petrjanošová, Dis.

Diplomová práce
2012

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2011/2012

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

Jméno a příjmení:	**Bc. Alena PETRJANOŠOVÁ, DiS.**
Osobní číslo:	**T100017**
Studijní program:	**N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Téma práce:	**Srovnání parametrů pečiva vyrobeného z vybraných pseudocereálií a netradičních obilovin**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část:

1. Zpracovat literární rešerši k dané problematice: Charakteristika pseudocereálií a netradičních obilovin a jejich pekárenské využití.

II. Praktická část:

1. Materiál a metody.
2. Výsledky a diskuze.
3. Závěr.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **PRUGAR, Jaroslav. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí.Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. ISBN 978-808-6576-282.**

2. **MOUDRÝ, Jan a Zdeněk STRAŠIL. Pěstování alternativních plodin. 1. vyd.České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 1999. ISBN 80-7040-383-7.**

3. **ALVAREZ-JUBETE, L., E.K. ARENDT a E. GALLAGHER. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. Trends in Food Science &Technology. 2010, vol. 21, s. 106-113. ISSN 0924-2244.**

4. **JABLONSKÝ, Ivan. Pěstujeme kličící osivo a výhonky. 1. vyd. Praha: Grada publishing, 2005. ISBN 80-247-1114-1.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petra Dvořáková**
student Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **6. ledna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

L.S.

doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

P R O H L Á Š E N Í

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně .....

.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na srovnání některých parametrů pseudocereálií a netradičních obilovin. V práci je stručně popsána historie pěstování vybraných obilovin, botanická charakteristika, taxonomie a chemické složení. Dále je zde také nahlédnuto do způsobu využití. Zvláštní pozornost je věnována využití v pekárenském průmyslu.

Praktická část je zaměřena na porovnání pečiva z vybraných pseudocereálií a netradičních obilovin připraveného pomocí pekařského pokusu a následné vyhodnocení textury upečených bochníků na přístroji Texturometr TA.XT Plus.

Klíčová slova: pseudocereálie, netradiční obiloviny, pekařský pokus, texturometr

ABSTRACT

This thesis is focused on a comparison of specific parameters of pseudocereals and non-traditional cereals. The work briefly describes the history of a selected cereals, botanical characteristics, chemical composition and taxonomy. Then the ways of use are discussed. Particular attention is given to use in baking industry.

The practical part is focused on a comparison of selected pseudocereals bread and non-traditional cereals, obtained by the baking test and subsequent evaluation of bread crumb texture using Texturometer TA.XT Plus.

Keywords: pseudocereals, non-traditional cereals, baking test, texturometr

Chci poděkovat své vedoucí diplomové práce, Ing. Petře Dvořákové za cenné připomínky, rady a velkou dávku trpělivosti. Panu Ing. Petru Martínkovi, CSc. ze Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži děkuji za poskytnutí vzorků. Paní Mgr. Věře Kroftové děkuji za poskytnutí potřebné literatury. Velký dík patří také mé rodině a přátelům.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD **11**
I. TEORETICKÁ ČÁST **12**
1 POHANKA **13**
1.1 TAXONOMIE 14
1.2 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA 14
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ 15
1.3.1 Bílkoviny 16
1.3.2 Sacharidy 16
1.3.3 Tuky 17
1.3.4 Další látky 17
1.4 VYUŽITÍ POHANKY 19
1.4.1 Pekařské využití 20
1.4.2 Další využití 22
2 AMARANT **24**
2.1 TAXONOMIE 25
2.2 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA 25
2.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ 25
2.3.1 Bílkoviny 26
2.3.2 Sacharidy 27
2.3.3 Tuky 27
2.3.4 Další látky 28
2.4 VYUŽITÍ AMARANTU 28
2.4.1 Pekařské využití 29
2.4.2 Další využití 29
3 MERLÍK CHILSKÝ **31**
3.1 TAXONOMIE 31
3.2 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA 31
3.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ 32
3.3.1 Bílkoviny 32
3.3.2 Sacharidy 33
3.3.3 Tuky 33

3.3.4 Další látky 33
3.4 VYUŽITÍ MERLÍKU CHILSKÉHO 34
3.4.1 Pekařské využití 34
3.4.2 Další využití 35
4 TRITIKALE 36
4.1 PŘEDNOSTI A NEDOSTATKY 37
4.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ 38
4.2.1 Bílkoviny 39
4.2.2 Sacharidy 39
4.2.3 Další látky 39
4.3 VYUŽITÍ TRITIKALE 41
4.3.1 Pekařské využití 41
4.3.2 Další využití 41
5 TRITORDEUM 42
5.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ 42
5.2 VYUŽITÍ TRITORDEA 43
5.2.1 Pekařské využití 43
6 TRITINALDIA 44
7 VYTRVALÁ PŠENICE PSR 3628 45
II. PRAKTICKÁ ČÁST 46
8 CÍL PRÁCE 47
9 MATERIÁL A METODY 48
9.1 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH VZORKŮ 48
9.2 METODIKA 48
9.2.1 Vlhkosti mouky 48
9.2.2 Vaznosti mouky 48
9.2.3 Stanovení mokrého lepku 49
9.2.4 Stanovení objemu pečiva 49
9.2.5 Pekařský pokus 49
9.2.6 Texturní profilová analýza 50
9.2.7 Statistická analýza 50
10 VÝSLEDKY A DISKUSE 52
10.1 STANOVENÍ ANALYTICKÝCH UKAZATELŮ 52

10.2 PEKAŘSKÝ POKUS 52
10.3 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA 62
ZÁVĚR 70
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 71
SEZNAM OBRÁZKŮ 81
SEZNAM TABULEK 83
SEZNAM PŘÍLOH 84

ÚVOD

Sortiment cereálií používaných pro pekařské účely, představující původně pšenici a žito, se postupně rozšířil o oves, kukuřici, ječmen, rýži, tritikale, čirok a proso. Používají se i olejnatá semena jako jsou například sezamová, slunečnicová, dýňová a další. V poslední době se věnuje pozornost také skupině plodin označované jako pseudocereálie.

Název pseudocereálie není dosud přesně definován. Obecně se do této skupiny řadí plodiny, které obsahují semena, použitelná, vzhledem k jejich složení, jako částečná nebo i úplná náhrada běžného obilí k výrobě pekařských výrobků. Pseudocereálie sice nepatří botanicky do čeledi lipnicovité, ale způsob pěstování a využití je podobný jako u běžných cereálií. Do skupiny pseudocereálií patří pohanka, amarant a merlík chilský.

Kromě běžných cereálií hojně využívaných v pekařském průmyslu a pseudocereálií existují cereálie, které nedosahují vysokých výnosů, ale jsou pro pěstování běžných cereálií významné a prozatím slouží k výzkumným účelům. V budoucnu, díky těmto méně známým druhům, může dojít ke zlepšení některých pěstitelských i technologických vlastností běžných cereálií.

Teoretická část této diplomové práce je zaměřena na obecné seznámení s jednotlivými vybranými netradičními cereáliemi a pseudocereáliemi a jejich současným, popřípadě možným využitím v pekařském průmyslu. Praktická část se pak zabývá porovnáním pečiva a jeho textury upečeného pouze z vybraných plodin.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POHANKA

Pravlastí pohanky seté jsou oblasti jihovýchodní Asie. Vědci, kteří se zabývali nalezením oblasti původního výskytu pohanky seté, dospěli k závěru, že tato oblast se nachází v Himalájích. Později se pěstování rozšířilo i do dalších oblastí jako je Indie a Čína. Nejstarší archeologické nálezy semen pohanky pochází již z doby železné. Při archeologických vykopávkách u Azovského moře byla objevena skýtskosarmatská nádoba z 6–7. století, která obsahovala semena pohanky. V 10. století byla plodina známa v Maďarsku. V Německu, Anglii, Itálii a Francii je podložen výskyt v 16. století. V Polsku pak kolem 14–15. století [1].

Co se týká názvu, například Číňané jí říkali „ciao-maj“. Což je spojení slov pšenice-ječmen. Estonci, Finové, Bulhaři, Poláci, Rumuni, Slováci a Češi odvozují název od Gretícha, Tatar, Tatarka. Tato pojmenování zřejmě vzniklo ve 13. století, kdy docházelo k nájezdům Tatarů. Kteří ji do našich zemí přivezli. Francouzi nazývali pohanku „le blé sarrasin“, Italové „grano saraceno“ a původní německý název byl „Heidencorn“. U nás se začal používat název pohanka. Většina pojmenování souvisí s tím, že pohanku přivezli pohané, saracéni, tataři. V latině je ale název “Fagopyrum“ odvozen od plodu buku a pšenice a to z důvodu že nažka pohanky se podobá bukvici. Podobně je tomu i v anglosaských jazycích kde jsou označovány jako „Buckwheat “nebo „ Buchweizen“. V Polsku a Rusku se ale domnívali, že pohanka pochází z Řecka a nazvali ji „Grečicha“ nebo „Gryka“ [2].

O hojném pěstování pohanky v Čechách se zmiňuje Petr Ondřej Mathiol ve svém Herbáři-bylináři v roce 1596. Kde popisuje, že z pohanky se dělala krupice, chudí lidé si z ní dělali chutný chléb, který byl ale černý, dost sytý a trochu nadýmavý. Také zde zmiňuje, že mouka z pohanky vařená v mléce se používala proti horkým otokům a úplavici. V 18. století bohužel došlo ke změně stravovacích zvyků, začalo se ustupovat od kašovitých pokrmů, tím také bohužel došlo i k úpadku pěstování pohanky [3, 4]. Renesance pěstování u nás nastala po roce 1990, kdy začal růst zájem o racionální výživu. Pohanka se stala zajímavou hlavně pro pěstitele, kteří hospodaří v ekosystému [5]. V Evropě se pohanka pěstuje hojně převážně v Polsku, v zemích bývalého Sovětského Svazu a na Balkáně. Dalšími zeměmi kde je pohanka (Obr. 1) i v současnosti oblíbenou plodinou jsou Nepál, Korea a Čína [6].

Obr. 1. Pohanka [7]

1.1 Taxonomie

Pohanka patří do čeledi rdesnovité – *Polygonaceae.* V roce 1930 pan Steward zaznamenal 8 divokých druhů pohanky, v té době se ještě řadila do rodu *Polygonum.* V roce 1998 pan Ohnishi přidal další 4 druhy a posléze v roce 2002 ještě další 2 druhy. Nyní je pohanka řazena do rodu *Fagopyrum* a podčeledi *Polygonidae*. Tento rod v současnosti zahrnuje 18 druhů, 2 poddruhy a 2 mutace genů. U nás se nejčastěji pěstuje pohanka setá a tatarská *Fagopyrum esculentum – Polygonum fagopyrum* a *Fagopyrum tataricum* [4, 5].

1.2 Botanická charakteristika

Pohanka je rostlina dvouděložná. Je to jednoletá bylina s kolénkatým načervenalým stonkem. Kořen této rostliny je mělký. Pohanka je teplomilná a náročná na vláhu. Pohanka setá je na rozdíl od tatarské cizosprašná. Hlavní opylovač je včela medonosná. Barva a tvar nažky záleží na odrůdě a typu. Typická nažka pohanky je zobrazena na Obr. 2. Nažka na průřezu je bílá [2, 8]. Porovnání vlastností pohanky seté a tatarské se nachází v Tab. 1. Seznam některých odrůd pohanky se nachází v příloze P I.

Tab. 1. Porovnání pohanky seté a tatarské [5]

Znaky	**Pohanka setá**	**Pohanka tatarská**
Lodyhy	zelené s červeným nádechem nebo červené	zelené, mohutnější, hladké, dorůstají výšky 150cm
Děložní lístky	velké, často slabě načervenalé	malé, světle až tmavě zelené
Kvítky	poměrně velké, vonné, bílé, růžové nebo červené	drobné bez vůně, žlutozelené, málo nápadné
Květenství	konečné nebo úžlabní okolíkaté, laty hroznů	na všech větévkách řídký hrozen
Listy	srdčitě střelovité, trojboké, málo zbarvené antokyanem, nebo bez antokyanu	podobné ale s ostřejšími hranami, výrazněji antokyanově zbarveny na jejich bázích
Nažky	poměrně velké, tříhranné s ostře vynikajícími hranami	malé, méně zřetelně trojboké, svraštělé, silnoslupkaté, hrany vrásčitě zubaté

1.3 Chemické složení

Pohanka se pěstuje pro velmi nutričně cenné plody, kterými jsou tmavohnědé trojboké nažky. Obsahuje vysoce kvalitní lehce stravitelné bílkoviny a je považována za jeden z nejlepších rostlinných zdrojů bílkovin. Dále je také velmi bohatá na minerální látky a esenciální aminokyseliny [9, 10].

Nažka pohanky má následující chemické složení:

- 12,6 mg/100 g voda
- 9,77 mg/100 g bílkoviny
- 1,73 mg/100 g tuky
- 72,4 mg/100 g sacharidy
- 1,58 mg/100 g vláknina
- 1,72 mg/100 g minerální látky [1].

Obr. 2. Nažky pohanky [7]

1.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny pohanky mají vysokou biologickou hodnotu a jsou velmi dobře stravitelné. Obsah bílkovin se v nažce pohybuje průměrně kolem 12 %, v mouce vymleté z loupané pohanky se pak tato hodnota pohybuje kolem 6,5 %. Bílkoviny pohanky jsou zastoupeny vysokým podílem snadno rozpustitelných plazmatických bílkovin, jako jsou albuminy a globuliny (50 %) a minimálním obsahem prolaminů (6,3 %). Dále se zde vyskytují gluteliny (18,7 %). Díky nízkému obsahu prolaminů, lze využít pohanku při bezlepkové dietě. Stravitelnost bílkovin pohanky je 74 %. Pohanka také obsahuje esenciální aminokyseliny, nachází se zde vysoký obsah treoninu, tryptofanu, lyzinu a sirných aminokyselin. Limitující aminokyselinou je leucin [3, 5, 11, 12].

1.3.2 Sacharidy

Hlavním sacharidem je škrob, který tvoří 55 % hmotnosti nažky. Velkou měrou se podílí na chuti a konzistenci výrobků z pohanky. Škrob je koncentrován ve středu endospermu. Obsahuje velké množství amylosy (42–52 %) což je hodnota dvakrát vyšší než u pšenice. Také bobtnavost škrobu je vyšší než u pšeničného škrobu. Škrob je velmi důležitý při kontrole kvality pohankové mouky.

Nažka pohanky obsahuje 2 % rozpustných sacharidů. Hlavním zástupcem je sacharosa. Mezi rozpustné sacharidy také patří D-chiro-inositol a fagopyritoly. Fagopyritoly tvoří 40 % celkových rozpustných sacharidů v nažce a vyskytují se převážně v aleuronové

vrstvě a v zárodku. Mají schopnost redukovat symptomy na inzulinu nezávislé cukrovky, a proto jsou nyní v zájmu lékařské vědy. V malém množství lze zde najít i arabinósu, xylosu, glukosu a disacharid melibiosu. Ve vodě rozpustné polysacharidy z pohankového endospermu obsahují manosu, galaktosu, xylosu a kyselinu glukuronovou. Obsah vlákniny v nažce se pohybuje kolem 11 % a v kroupě 0,8 % [5, 13].

1.3.3 Tuky

Nažka pohanky obsahuje 2–3 % tuků. Nejvíce tuků je obsaženo v embryu a endospermu. Z celkového obsahu tvoří 81–85 % tuky neutrální, 8–11 % fosfolipidy a 3–5 % glykolipid. Z mastných kyselin tvoří největší podíl kyselina linolenová a palmitová. Kyselina linolenová zabraňuje koagulaci krve v cévách a napomáhá snížení hladiny krevního cholesterolu [5, 8]. Z fyziologicky aktivních sterolů jsou v pohance obsaženy sitosterol, stigmasterol, kampesterol. Mají pozitivní účinky na některá chronická onemocnění a snižují vstřebávání cholesterolu [3].

1.3.4 Další látky

Vitaminy

Pohanka obsahuje především vitamin B_1 (thiamin) asi 0,4 mg/100 g a jeho největší koncentrace je v aleuronové vrstvě. Dále pak vitamin B_2 (riboflavin) asi 0,1 mg/100 g a koncentrace tohoto vitaminu je největší v endospermu kolem klíčku. Vitamin B_3 (niacin), kterého je v pohance asi 5,7 mg /100 g se objevuje v největší koncentraci v obalové vrstvě semen. Pohanka obsahuje také vitamin B_6 asi 0,6 mg/100 g a vitamin E asi 0,9 mg/100 g vzorku.

Ze semen byl izolován specifický protein, který váže thiamin. Tento protein slouží k transportu a uchovávání thiaminu v rostlině. Zlepšuje tak jeho stabilitu a využitelnost. Pohankové otruby mají vyšší obsah vitaminů, lze je tedy řadit mezi vysoce hodnotnou potravinovou surovinu. Na pokrytí denní dávky vitaminu B_1, B_2 a E pro člověka stačí 250 g pohanky. Pohanka setá má větší obsah většiny vitaminů než pohanka tatarská. Ta je zase oproti seté bohatší na karotenoidy [5, 8, 14].

Antioxidanty

Hlavní skupinou přírodních antioxidantů v pohance jsou flavonoidy. Jejich obsah se pohybuje kolem 40 $mg.g^{-1}$ v sušině. Dominantní je glykosid rutin. V mouce se jeho množství pohybuje kolem 6,5 mg /100 g^{-1}. V nati pohanky ho je asi 1,8 %. V nažce pohanky seté se potom jeho obsah pohybuje od 200 do 400 $mg.kg^{-1}$. Mouka z celých neloupaných semen obsahuje asi 60 % celkového obsahu rutinu nažky. Největší obsah je v rostlině na počátku jejího kvetení. Nejméně obsahuje lodyha asi 1 %. Listy a květy obsahují 9–10 %. Obsah rutinu je ovlivněn odrůdou a podmínkami prostředí. Rutin byl identifikován ve *Fagopyrum esculentum, F. tataricum a F. cymosum*. Nejvyšší obsah byl zaznamenán u *F. tataricum*.

Rutin je antioxidant kyseliny askorbové, který byl objeven v roce 1842. Má pozitivní vliv na pružnost a pevnost cév, redukuje výskyt aterosklerosy, redukuje vysoký krevní tlak, zlepšuje rozlišovací zrakové schopnosti, chrání před patologickými změnami v plicích při diabetes mellitus a snižuje obsah cholesterolu. Pohanka obsahuje ještě další významné antioxidanty, jako jsou katechin, epikatechin, myricetin, kvercetin a jeho deriváty kvercetin-3-beta-D-glukosid a kvercetin-3-D-galaktosid. Vyskytuje se zde i kyselina chlorogenová. V listech a květech je obsažen vitamin E a skvalen [1, 3, 12, 15].

Minerální látky

Pohanka se řadí mezi velmi cenný zdroj minerálních látek. Obsah minerálních látek v pohance je 2,5 %. Více než 50 % z tohoto množství se pak nachází v klíčku a další významný podíl je ve slupce.

Pohanková mouka obsahuje zinek, měď, draslík, hořčík, vápník a železo. Pohankové kroupy jsou zdrojem draslíku, hořčíku, vápníku, mědi, fosforu, sodíku a zinku. Pohankové nažky obsahují fosfor, draslík, hořčík, železo. Je to významný zdroj stopových prvků, jako jsou například zinek, mangan a měď. Tyto prvky řadíme také mezi esenciální prvky. V porovnání s jinými pseudocereáliemi (amarant, merlík) má pohanka nižší obsah vápníku [5].

Antinutriční látky

Pohanka obsahuje inhibitory proteáz a taniny. Inhibitory proteáz jsou faktory, které snižují aktivitu trávících enzymů (trypsinu a chymotrypsinu) a tím snižují stravitelnost bílkovin. Vysoká hladina taninů má za následek snížení stravitelnosti bílkovin v pohankových produktech. Obsah taninů v nažce se pohybuje v rozmezí 0,5–4,5 % v závislosti na odrůdě a podmínkách pěstování. Tanin se nachází hlavně v osemení a ve slupkách. Dalšími antinutričními látkami v pohance jsou fytáty. Jejich největší výskyt je v buňkách aleuronové vrstvy. Celá nažka pak obsahuje asi 10 $g.kg^{-1}$ kyseliny fytové [3, 16].

Vláknina

Pohanka obsahuje 3,4–5,2 % vlákniny. Samotné slupky obsahují 80 % z celkové vlákniny a z toho 60 % tvoří kyselá detergentní vláknina, 30 % celulosy a 18 % hemicelulosy. Kyselá detergentní vláknina je zbytek buněčných stěn (celulosa a lignin), který zůstane po kyselé hydrolýze. Vysoký obsah způsobuje zhoršení stravitelnosti. Slupky dále obsahují také velké množství taninů a kondenzovaných polyfenolů. Obsah vlákniny má velký význam při léčbě hypertenze a hypercholesterolemie a také při jejich prevenci. V pohance je obsaženo více vlákniny než v amarantu a merlíku [5, 17].

Další látky

V pohance se vyskytuje fototoxický derivát hypericinu fagopyrin. Fagopyrin patří do skupiny fotosenzibilizujících látek. V květech a listech se obsah fagopyrinu pohybuje v koncentracích 0,02–0,08 %. Fagopyrin lze využít při léčbě cukrovky. Sušení a dlouhé skladování obsah fagopyrinu ale snižuje.

Mezi další látky v pohance můžeme zařadit organické kyseliny, fenolové komponenty, fosforylové cukry, nukleové kyseliny a nukleotidy [3, 5].

1.4 Využití pohanky

Pohanka se může konzumovat jako zelenina a to ve formě pohankových klíčků. Jako zeleninu lze využít i listy a mladé části rostlin. Z listů se dá připravit i čaj, který se používá k léčbě otoků dolních končetin u pacientů, kteří trpí chronickým onemocněním cév. Některé části rostliny se po usušení mohou použít jako prášek, který poslouží jako přírodní bar-

vivo. Z pohanky lze vyrábět alkoholické nápoje. Vyrábí se fermentací i destilací například v Nepálu. V Číně se ze semen pohanky tatarské vyrábí tmavý ocet. Pohanka má praktické využití v bezlepkové dietě [2, 3, 5, 18].

1.4.1 Pekařské využití

Pohanka je brána jako dietetická potravina, která podporuje trávení. V Japonsku se z pohanky vyrábí japonské nudle Soba (Obr. 3). Jedná se o tenké nudle z pohanky, které mohou být sušené nebo čerstvé. Sušené nudle mají hnědou nebo zelenou barvu. Čerstvé i sušené nudle se mohou konzumovat studené nebo jako zavářka do polévek. V jihovýchodní Asii je pohanka hlavní potravinou v mnoha horských oblastech. Z mouky se tam vyrábí nekynutý chléb zvaný „chapattis“ (Obr. 4). V Polsku a Rusku se stal velmi populární kukuřično-pohankový extrudovaný produkt, který se používá pro snídaně vysoké nutriční hodnoty. Z pohanky se dále ve světě často vyrábí omelety, těstoviny, pečivo, sušenky, bývá často i součástí müsli. Pohanková mouka a kroupy se používají na polévky a kaše [2, 3, 18].

Obr. 3. Nudle Soba [19]

Obr. 4. Chapattis [20]

V Rusku se také používá loupaná a pražená pohanka k přípravě malých lívanečků z pohankové mouky. Tyto lívanečky připomínají české lívance a jmenují se „bliny“ (Obr. 5). V severní Itálii se pohanková mouka používá k přípravě „pizzoccheri“ (Obr. 6). Jedná se o druh velkých plochých nudlí. Nudle se smíchávají s různými druhy vařené zeleniny a konzumují se jako hlavní jídlo [21].

Obr. 5. Bliny [22]

Obr. 6. Pizzoccheri [23]

U nás se z pohanky vyrábí kolem 40 různých druhů výrobků. Vyrábí se například neloupaná pohanka, lámanka, kroupy, mouka tmavá, mouka světlá (Tab. 2), krupice, těstoviny, směsi na lívance a omelety, vločky, pekařské výrobky, pohankový nápoj, pohankový čaj se šípkem, bramboráčky s pohankou, pohanka pufovaná, speciální výrobky pro celiaky a jiné výrobky, pohankový toast, pohankový chléb, křehký chléb s pohankou [5].

Tab. 2. Nutriční složení pohankových krup, pohankové mouky tmavé a světlé (g/100 g)[24]

Pohankový produkt / složka	**Pohanková kroupa**	**Pohanková mouka tmavá**	**Pohanková mouka světlá**
Bílkoviny	12,2	11,5	6,4
Sacharidy	67,8	68,6	79,5
Tuky	3,6	3,2	3,2
Vláknina	7,3	10,0	0,5
Minerální látky	2,0	2,2	0,9

1.4.2 Další využití

Pro vysoký obsah rutinu je pohanka využívána i ve farmacii. Rutin je významnou součástí různých preparátů jako jsou například Ascorutin a Cilcanol, snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění a aterosklerosy. Jeho nedostatek vede ke krvácení dásní a degenerativním cévním změnám.

Pohanka se k farmaceutickým účelům pěstuje podobným způsobem jako na semeno. Sklizeň probíhá začátkem kvetení, kdy se výška rostlin pohybuje 20–25 cm a to asi 40 dnů po zasetí. V této době totiž obsahuje nejvíce účinných látek. Pro tyto účely je výhodnější pěstovat raději pohanku tatarskou, protože se vyznačuje vyšším obsahem rutinu v porovnání s pohankou setou. V Bhútánu se používá pohanka tatarská k léčbě slintavky a kulhavky. V Číně touto plodinou léčí onemocnění dýchacích cest způsobených *Mycoplasma gallisepticum* u kuřat. Zkoumá se i cytotoxická aktivita pohanky tatarské vůči rakovinotvorným buňkám přítomným v lidském těle.

Lze ji použít jako meziplodinu na zelené hnojení. V méně úrodných půdách dokáže zvyšovat dostupnost živin, hlavně fosforu a zlepšuje strukturu půdy. Používá se i při potlačování plevelů, díky svému rychlému počátečnímu vývoji a rychlému vytvoření listové plochy. Dříve se také používala jako předplodina lnu. V USA je pohanka používána jako krycí plodina pro vojtěšku.

Pohanka je označována často jako detoxikační plodina pro svou rezistenci k některým kovům. Podle výzkumů lze toleranci pohanky k hliníku spojovat s reakcí kyseliny oxalové. Následně dojde k formování netoxického Al-oxalového komplexu. Pohanka lze použít i jako krmivo pro hospodářská zvířata.

Med z pohanky je hnědý se silnou specifickou kořeněnou chutí a jeho vůně je výrazná pohanková. Pro svůj velký obsah fenolických látek má vyšší antioxidační aktivitu a léčebné účinky, nesmí ale přijít do horkého čaje.

Sláma a slupky obsahují antokyany a flavonoidy a lze je tak využít k výrobě barviva. Výsledné barvivo je tmavě červené a rozpustné ve vodě. Barevné spektrum se pak pohybuje od žluté po fialovou v závislosti na koncentraci. Nevýhodou je nízká termolabilita, nízká odolnost vůči světlu a nízká odolnost k oxidaci. V Japonsku se pohankové slupky používají po upravení a vyčištění k plnění matrací a polštářů. V Dánsku lze pohanku najít i v parcích jako okrasnou rostlinu. Slupky mají využití i jako mulč. V Nepálu se používá pohanková sláma jako palivo. V USA je často jako stelivo pro drůbež. Odpadní slámu lze také využít jako substrát k pěstování hub. Popel ze spálené slámy se dříve dokonce používal k výrobě mýdla [5, 25].

2 AMARANT

Název amarantus pochází z řečtiny a znamená nesmrtelný, nevadnoucí. Český název je pak laskavec a někdy se mu lidově říká i květ milosti. První zmínka o něm se datuje už kolem roku 4000 před naším letopočtem. Amarant pochází z úbočí And, kde byla kdysi vlast Inků. Nyní se v těchto místech nachází Peru. Inkové věřili v zázračnou sílu pokrmů vyrobených z amarantu a tak byl v této kultuře cennější než zlato. Pod jménem „kiwicha“ se na úbočích And pěstuje dodnes. Inkové nazývali amarant nesmrtelným a uctívali ho dokonce jako božstvo. Aztékové jej pěstovali pod jménem „huautli“ [26].

V době objevení Ameriky se amarant stal spolu s fazolemi a kukuřicí nejrozšířenější plodinou. V Evropě byl později ale používán spíše jako okrasná rostlina. Rozšířil také na asijský kontinent, kde například v Indii, Nepálu, Tibetu a Číně byla využívána celá rostlina a v oblasti Středozemního moře se používal spíše jako salátová zelenina [3]. V dnešní době je amarant považován za plodinu 21. století. Nejvíce se nyní pěstuje v USA, Mexiku, Jižní Americe a to hlavně pro semeno. V Africe a v Asii se pěstují převážně formy zeleninové. V Evropě se pěstováním zabývají hlavně Maďarsko, Slovensko a Itálie a to pěstováním pro zrno (Obr. 7) [8].

Obr. 7. Amarant [27]

2.1 Taxonomie

Rod *Amaranthus* patří do čeledi *Amaranthaceae.* Taxonomie tohoto rodu není ale doposud zcela vyjasněna díky tomu, že existuje velké množství synonym. Rod *Amaranthus* zahrnuje více, než 60 druhů z toho asi 50 se vyskytuje na americkém kontinentě. Dalších 15 lze najít v Evropě, Austrálii, Asii a v Africe. U nás se pro produkci semen pěstují *A. cruentus* a *A. hypochondriacus.* Dále pak *A. caudatus*, který se u nás pěstuje spíše jako okrasná odrůda. Ostatní druhy jsou plevelné a plané [28].

2.2 Botanická charakteristika

Amarant je jednoletá dvouděložná teplomilná rostlina, která má hluboko pronikající kořen. Stonek této rostliny je zelený nebo může být i pigmentovaný a bývá přímý nebo rozložitý. Výška rostlin se pohybuje v rozmezí 0,5–2,5m. Je to samosprašná rostlina a její vegetativní doba je 110–130 dnů [12, 28, 29]. Amarant se vyznačuje velkým rozmnožovacím potenciálem. Jedna rostlina dokáže vyprodukovat 200–500 000 malých semen čočkovitého tvaru, která jsou bohatá na bílkoviny a tuk [30]. Seznam některých odrůd amarantu se nachází v příloze P II.

2.3 Chemické složení

Listy a semena amarantu se vyznačují vysokou nutriční hodnotu ve srovnání s ostatními obilovinami. Z dietetického hlediska je významný vysoký podíl kvalitních bílkovin v semenech. Složení amarantu:

- 16 g/100 g bílkoviny
- 7,5 g/100 g lipidy
- 62,0 g/100 g sacharidy
- 4,2 g/100 g balastní látky
- 15 mg/100 g železo
- 250 mg/100 g vápník
- 310 mg/100 g hořčík [3, 28].

2.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny amarantu se svými hodnotami blíží ideální bílkovině doporučované FAO/WHO (Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství a Světová zdravotnická organizace). Jsou velmi kvalitní díky vyváženému aminokyselinovému profilu s vysokým obsahem lyzinu. Kříženci druhu *Amaranthus hypochondriacus* jsou schopni tvořit ještě větší množství lyzinu než ostatní druhy. *Amaranthus cruentus* vyniká zase vyšším obsahem vlákniny. Obsah bílkovin se u každé odrůdy trochu liší, ale všechny mají příznivé aminokyselinové složení. Amarant se vyznačuje také vyšším obsahem sirných aminokyselin. Nedostatková je aminokyselina leucin, limitující aminokyselinou je treonin, ale uvádí se lyzin a leucin nebo také lyzin a izoleucin. Srovnání aminokyselinového složení amarantu a pohanky uvádí Tab. 3.

Odrůdy *Amaranthus hypochondriacus* a *Amaranthus cruentus* se vyznačují téměř stejnou skladbou bílkovinných frakcí. Obsah albuminů a globulinů se pohybuje okolo 56 %, prolaminů 3,3 %, glutelinů 22 %. Mouka získávaná z amarantu obsahuje více bílkovin až o 17,9 % než mouka získávaná z jiných obilovin, u kterých se hodnota pohybuje v rozmezí 8,5–14 % [3, 28, 31].

Amarant je vhodný pro bezlepkovou dietu, pro jeho nízký obsah lepku. Obsah lepku stanovený imunologickým testem ELISA (enzyme linked immunosorbent assay) se pohyboval podle odrůdy 2,4–8,4 mg/100 g sušiny. Stanovený limit 10 mg/100 g tedy nebyl překročen [32].

Tab. 3. Obsah aminokyselin v pohance a amarantu (g vztaženo na 16 g dusíku) [31]

Aminokyselina	Pohanka	Amarant	Aminokyselina	Pohanka	Amarant
ALA	4,7	3,4	PHE	3,8	3,6
ARG	9,8	7,4	PRO	4,3	3,6
CYS	2,4	1,4	SER	5,0	7,1
GLY	5,0	8,7	TRP	1,4	1,5
HIS	2,1	2,3	TYR	2,4	3,4
ILE	3,4	3,6	VAL	6,7	4,3
LEU	5,9	5,3	Esenciální AMK celkem	34,8	28,4
LYS	3,8	5,0	AMK celkem	93,3	89,4
MET	1,5	1,8	Index esenciálních AMK	76	76

2.3.2 Sacharidy

V semenech amarantu jsou ve stopovém množství zastoupeny jednoduché sacharidy glukosa a fruktosa. Obsah oligosacharidů se pohybuje 1–2 % a je zastoupen maltosou, stachyosou, sacharosou a rafinosou. Zrno obsahuje 58–66 % škrobu, ve kterém dominuje amylopektin. Velikost jeho zrn je proměnlivá podle odrůdy. Pohybuje se od 1–3,5 μm [33].

2.3.3 Tuky

Množství tuků v amarantu se pohybuje v rozmezí od 3,1 do 11,5 % a jsou koncentrovány v semenech amarantu především v klíčku.

Hlavními nenasycenými kyselinami amarantu jsou kyselina linolová a kyselina olejová. Nenasycené mastné kyseliny tvoří přes 74 % celkového obsahu mastných kyselin. Kyselina linolová je zastoupena v listech a v semenech se jí vyskytuje 38–55,9 %. Kyselina olejová se nachází převážně v semenech a to 22–35 %.

Z nasycených mastných kyselin se v amarantu nejvíce vyskytuje kyselina palmitová. Kyselina palmitová je hojně zastoupená v listech, semenech (18–25 %) a také i ve stonku. Převládajícími mastnými kyselinami v semenech amarantu jsou kyselina linolová, olejová, palmitová a stearová 4–5 %. Tyto čtyři mastné kyseliny tvoří přes 95 % mastných kyselin [28, 30, 33].

2.3.4 Další látky

Vitaminy

Amarant je proti ostatním běžným obilovinám zvláštní svým obsahem vitaminu C. Dále jsou zde zastoupeny vitaminy A, B_1, B_2, B_3, B_6 a lektin, které podporují imunitní systém živočichů. Amarant je též zdrojem důležitých antioxidantů $\alpha-$ tokoferolu a β a γ tokotrienolů [28, 29].

Minerální látky

Semena amarantu jsou ve výživě velmi významný zdroj minerálních látek, převážně fosforu (550–600 mg/100 g). Dále pak obsahují draslík (400–500 mg/100 g), vápník (200–250 mg/100 g), hořčík (230–260 mg/100 g), železo (380–480 mg/100 g) [3].

Antinutriční látky

Jsou to látky, které snižují výživovou hodnotu potravin. Snižují stravitelnost, využitelnost živin, omezují účinnost vitaminů a mohou omezovat i metabolismus minerálních látek. Patří sem saponiny, fenoly, taniny, fytohemaglutininy a inhibitor trypsinu. Lze je odstranit ze semen tepelným ošetřením [33].

Vláknina

Zrno obsahuje 3–6 % vlákniny jak rozpustné tak i nerozpustné. Rozpustná vláknina snižuje hladinu cholesterolu a nerozpustná je vhodná k léčbě a prevenci zácpy. Obsah vlákniny v amarantu se podobá obsahu v pšenici, ovlivňuje stravitelnost některých látek, a s tím související dostupnost živin [34, 35, 36].

2.4 Využití amarantu

Využití Amarantu je velmi široké. V některých státech Jižní a Střední Ameriky a také v Africe se konzumují převážně mladé listy a rostliny čerstvé, případně vařené a ochucené kořením. Listy se také mohou využívat jako špenát a dají se jimi plnit omelety a tortilly. V západní Africe se naopak amarant používá pouze jako ingredience do zeleninových polévek a semena se nevyužívají.

V Mexiku se vyrábí z pukanců amarantu (pufovaná semena), spolu s melasou nebo sirupem, cukrovinky, nebo tradiční nápoj „atole“, který je tvořený mletými praženými semeny, sirupem a vodou.

Amarant se také může využívat jako zahušťovadlo do koktejlů, krémů, polévek, pudingů a omáček [28].

2.4.1 Pekařské využití

Některé státy využívají pouze semena a to celá, neupravovaná, nebo expandovaná, vařená, umletá na mouku. V Himalájích z amarantu připravují plochý chléb a placky z amarantové mouky.

U nás se amarant využívá k výrobě pekařských výrobků, těstovin, dětské výživy, instantních nápojů, různých sušenek, piškotů, křupek, čoček, amarantových pukanců.

Pro přípravu těchto výrobků prochází zrna různými úpravami jako je například mletí, pražení, pufování, bobtnání, extruze, vaření za atmosferického nebo zvýšeného tlaku, naklíčení, enzymatická úprava, vločkování a další [28].

Nejběžnější úpravou semen je jejich opražení při teplotě 170–190 °C za normálního nebo zvýšeného tlaku. Zrno pukne, získá oříškovou příchuť a zároveň zvětší svůj objem. Takto upravená semena lze konzumovat samostatně, jako snacky, s mlékem a medem jako přesnídávka nebo je použít při obalování zeleniny či masa. Při výrobě cukrářských výrobků se používají k posypu povrchu [30].

Celá amarantová zrna jsou základem při výrobě celozrnného chleba. Celozrnná mouka z neupravených semen je vhodná pro bezlepkovou dietu. Z amarantu se mohou vyrábět i amarantové vločky. Z pražených nebo extrudovaných semen se vyrábí takzvaná instantní mouka využívaná dále na kaše nebo pekařské výrobky. Instantní mouka může být obohacená rýží nebo kukuřicí [28].

2.4.2 Další využití

Amarant se u nás používá jako listová zelenina a lze jej využít jako krmivo pro hospodářská zvířata nebo jako okrasná rostlina. Dále se využívají látky jako sqalen a betakianin.

Squalen

je důležitá tuková složka, která je přirozenou ochranou kožního filmu pokožky, proto se využívá v kosmetickém průmyslu.

Betakianin

konkuruje barvivu z červené řepy, jelikož je jasnější a má lepší stabilitu. Barvivo z amarantu se používá k barvení nápojů, želatiny, zmrzlin. Amarant má stejně jako pohanka praktické využití pro bezlepkovou dietu a jako funkční potravina [28].

3 MERLÍK CHILSKÝ

Historie merlíku je velmi podobná amarantu. Pěstoval se v Bolívii a Peru převážně v okolí jezera Titicaca už v letech 3500 před naším letopočtem. Byl tedy znám ještě dříve, než vznikla říše Inků. Inkové si plodinu také velmi oblíbili, nazývali ji „matka obilovin“ a používali ji jako kultovní plodinu. Pěstování merlíku mělo podobný osud jako pěstování amarantu a merlík byl vytlačen do horských oblastí. V 60. letech 20. století se merlík zase díky své nutriční hodnotě začal opět v oblastech Peru a Bolivie pěstovat, ale protože jeho chuť je díky saponinům nahořklá, přidával se pouze do obilných chlebů.

V Evropě se objevil poprvé kolem roku 1550 a v 19. století se pěstoval v období hladomoru. V 80. letech minulého století o něj opět vzrostl opět zájem díky jeho vynikající nutriční hodnotě [3, 37].

3.1 Taxonomie

Merlík chilský, latinsky *Chenopodium quinoa*, je málo prošlechtěný tetraploidní 2a=4x=36 druh. Patří k rozsáhlé čeledi merlíkovitých *Chenopodiaceae.* Rod *Amarantus* a *Chenopodium* společně řadíme do řádu *Caryophyllales*. Pohanka patří do řádu *Polygonales*. Oba řády spolu vzájemně souvisí. Dohromady tvoří podtřídu *Caryophyllidae* [8, 38].

3.2 Botanická charakteristika

Merlík je jednoletá dvouděložná rostlina (Obr. 8), která dosahuje v průměru výšky 1–1,5 m. Samotná rostlina může mít barvu purpurovou, zelenou nebo červenou. Během dozrávání může docházet ke změně barvy. Například zelená barva přechází do barvy žluté, oranžové, bílé nebo červené. Purpurová zase přechází do barvy žluté, ale může také zůstat nezměněna. Různou barvu mohou mít i semena. Perikarp bývá zbarven bíle, žlutě, oranžově, hnědě, červeně a černě. Černou barvu mají většinou semena planých druhů. Merlík je rostlinou mírného a subtropického pásma a dozrává nerovnoměrně [8].

Obr. 8 Merlík chilský [27]

3.3 Chemické složení

Merlík chilský je významný svým příznivým složením bílkovin, které mají vysoký obsah esenciálních aminokyselin a nutriční hodnotou se velmi podobají složení mléčného kaseinu. Pro kojeneckou výživu je nesmírně významný obsah argininu a histidinu [39].

Merlík chilský obsahuje:

- 15–17 % bílkoviny
- 70 % sacharidy, převážně škrob
- 6–8 % tuk
- 3,5–4,5 % vláknina
- 3–4 % popeloviny [40].

3.3.1 Bílkoviny

Zrno merlíku má v porovnání s ostatními obilovinami vyšší obsah bílkovin. Také skladba aminokyselin je velmi příznivá, 44–47 % hrubých bílkovin tvoří albuminy a globuliny. Obsah prolaminů je u merlíku nízký 0,5–7 % a obsah lepku se pohybuje pouze okolo 1,8 mg/100 g, proto je vhodný pro bezlepkovou dietu [8].

Lyzinu, který je u většiny cereálií limitující aminokyselinou, obsahuje merlík v porovnání s nimi dvakrát takové množství, dále se vyznačují vysokým obsahem aminokyselin histidinu a argininu, důležitých hlavně pro kojeneckou výživu, kde jsou zastoupeny jako esenciální aminokyseliny [41].

3.3.2 Sacharidy

Škrob se v merlíku nachází převážně v perispermu. Obsah amylosy je poměrně nízký okolo 11–12 %. Malá velikost škrobových zrn (0,6–2 μm) způsobuje, že mouka není příliš dobře zpracovatelná, ale používá se většinou v kombinaci s jinými druhy mouk. Přidává se v malém množství do (10 %) do pekárenských výrobků [3, 8]. Škrob merlíku má neobvyklou stabilitu při zmrazování a rozmrazování, je odolný proti retrogradaci (nestabilitě disperzí) a lze jej použít jako zahušťovadlo do mrazených výrobků, do salátových zálivek, omáček, nebo koláčových náplní [42].

3.3.3 Tuky

Merlík se vyznačuje vysokým obsahem tuku. Ve složení převládají nenasycené mastné kyseliny 88 %, kyselina linolová 56 %, kyselina olejová 22 %, linolenová 7 %. Z nasycených mastných kyselin jsou nejvíce zastoupeny kyselina palmitová 11 %, kyselina stearová 1 % a tvoří pouze 12 % z celkového obsahu tuku [3].

3.3.4 Další látky

Vitaminy

Merlík obsahuje ve 100 g semen:

- 0,39 mg β karotenu
- 0,38 mg vitaminu B_1
- 0,39 mg B_2
- 1,06 mg B_3
- 4,0 mg vitaminu C
- 5,37 mg vitaminu E [43].

Minerální látky

Ze stopových prvků jsou v merlíku zastoupeny zinek, mangan, železo a malé množství selenu. Merlík dále obsahuje: fosfor 412 mg/100 g, draslík 783 mg/100 g, hořčík 214 mg/100 g, síru 137 mg/100 g, vápník 66 mg/100 g a sodík 16 mg/100 g.

Antinutriční látky

Součástí slupek semene merlíku je glykosid saponin. Jeho množství se pohybuje v rozmezí 0–4 %. Tato látka je rozpustná v lihu a její přítomnost lze také pozorovat ponořením semene do vody, kdy dojde k tvorbě pěny. Přítomnost saponinu v merlíku se vyznačuje hořkou chutí. Saponiny lze ze semen odstranit dokonalým praním ve studené vodě. Další možností je mechanické odstranění obalových vrstev. Naprosto nejlepším způsobem je kombinace obrušování a praní semen před kuchyňskou úpravou [8, 44].

Dalšími antinutričními látkami v merlíku jsou fytáty. Fytáty jsou soli kyseliny fytové, které na sebe váží některé minerální látky jako například železo, fosfor, zinek a vápník. Protože střeva člověka neobsahují enzym fytázu, neumí tyto komplexy rozštěpit a dále využít. Jejich obsah je 1,2 %, což je více než u ostatních obilovin [40].

3.4 Využití merlíku chilského

Ve světě se merlík používá do polévek nebo těstovin. Listy mohou být použity jako zelenina k přípravě salátů [27]. Zkvašováním semen se připravuje nápoj zvaný chicha, který má blahodárný účinek na trávicí ústrojí [45].

3.4.1 Pekařské využití

Semena merlíku lze použít celá nebo jako mouku či krupici. Mouka je velmi dobře stravitelná a její chuť je velmi příjemná i pro výživu dětí, navíc neobsahuje lepek, proto je vhodná pro bezlepkovou dietu [46].

Z celozrnné mouky se připravuje chléb kispina a ve směsi s pšeničnou moukou dále různé pečivo, biskvity a sušenky. V zahraničí je také oblíbené pečivo s přídavkem merlíku (Obr. 9) [47]. Merlík je možné také upravovat pufováním a extruzí. Takto upravená zrna jsou součástí cereálních přesnídávek a výrobků určených pro zdravou výživu [45].

Obr. 9. Pečivo s přídavkem merlíku [48]

3.4.2 Další využití

Díky vysokému obsahu saponinů se merlík využívá ve farmacii při výrobě farmaceutických steroidů, ale také v kosmetice při výrobě mýdel, šamponů a jiné kosmetiky [49].

Využití merlíku dává příslib i do budoucna, Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů FAO (Food and Agriculture Organization) jej vybrala jako jednu z hlavních plodin, při zajišťování potravinové dostatečnosti ve 21. století. Národní úřad pro letectví a kosmonautiku NASA (National Aeronautic and Space Administration) chce využít merlík jako potencionální novou plodinu do systému, který využívá rostliny k odstranění CO_2 z atmosféry. Zkoumá také možnost využití merlíku k výrobě potravin pro posádky vesmírných misí [50].

4 TRITIKALE

Tritikale je mezidruhový kříženec pšenice obecné a žita setého, který byl vytvořen uměle poprvé v roce 1876 v Anglii. Tento hybrid byl však sterilní a první plodný hybrid se podařilo vyšlechtit o pár let později v roce 1888 německému šlechtiteli Wilhelmu Ripnauovi. Od té doby se tritikale stalo plodinou, která se těšila velkému zájmu šlechtitelů. Při opačném křížení, vznikl kříženec, který se nazýval *Secalotricum*. Tento kříženec neměl však žádný hospodářský význam [51, 52, 53].

Několik prakticky využitelných odrůd vzniklo až v letech 1979–1982, kdy polská odrůda Lasko otevřela cestu k pěstování nového obilného druhu a pro pekařské účely se jako první zkoušela odrůda Pawo [54, 55]. U nás bylo šlechtění tritikale započalo v 60. letech a postupem času bylo ve Státní odrůdové knize registrováno 16 zimních odrůd a 3 jarní odrůdy tritikale. Podle původu převládají odrůdy z Polska a Německa. V poslední době zaznamenávají úspěch i česká šlechtění [3].

Triticale je dosud nejpoužívanějším názvem, který vznikl již v roce 1926 díky panu Tschermakovi. Český název „žitovec“ se velmi pomalu ujímá a převládá spíše počeštělý název tritikale. V mnoha dalších zemích existují místní názvy jako například v polštině „pšenžito“, v bulharštině „pšero“, ve švédštině „ragvete“ (Obr. 10). Rodové označení je *Triticosecale* a jedná se o název, který byl složený z latinského označení pšenice *Triticum* a žita *Secale* [51].

Obr. 10. Tritikale SW Talentro [56]

Podle původu se tritikale dělí na:

- primární vzniklé různou kombinací geonomů z křížení pšenice a žita
- sekundární vzniklé z křížení odrůd s rozdílnými sadami chromozomů s pšenicí nebo žitem
- nekombinované vzniklé křížením různých kmenů tritikale se stejnou sadou chromozomů [51].

4.1 Přednosti a nedostatky

Vlastnosti a znaky:

Pšenice	**Žito**
velké plné zrno	velký počet zrn v klasu
vysoký výnos	stabilní výnos
průměrné odnožování	odnožování i během zimy
vysoký sklizňový index	vysoká produkce biomasy
odolnost k prorůstání	odolnost k suchu
krátkostéblost	mrazuvzdornost
vysoká výnosová kvalita zrna	vysoký obsah lyzinu
odolnost k chorobám žita	odolnost k chorobám pšenice

U tritikale se podařilo získat jen některé vlastnosti od každého z rodičů, ale jsou dosti významné a přispěly k širokému rozšiřování v praxi. Hlavní příčinou zájmu o pěstování tritikale byla poměrně dobrá výnosová stabilita [51]. Nároky tritikale na půdní a klimatické podmínky jsou menší než u pšenice ozimé ale ve srovnání s žitem vyšší. Tritikale je ale méně zimovzdorné než žito a i ozimá pšenice [52, 57].

V 70. letech se začali šlechtitelé zabývat studiem vlastností zrna tritikale z hlediska potřeb mlýnského a pekárenského průmyslu. Z toho že v pekárnách se často používá směsí žitné a pšeničné mouky se usuzovalo, že tritikale bude vhodnou surovinou pro pekařskou výrobu. Kvalita pekařských výrobků z mouky tritikale je však horší než u výrobků ze směsí

mouky pšeničné a žitné nebo z mouky pšeničné. Hlavním nedostatkem mouky z tritikale je vysoká aktivita amylolytických enzymů a vysoký obsah popela. Nepříznivou vlastností připravených těst je jejich silnější lepivost. Šlechtitelé se proto zaměřili na vyšlechtění odrůdy, u které budou sníženy negativní vlastnosti [51]. Seznam některých odrůd tritikale se nachází v příloze P III.

Tritikale je zdrojem nutričně hodnotným díky svému obsahu bílkovin a také zdrojem funkčně významných látek, jako jsou polyfenoly a vláknina. Lze jej proto uplatnit při výrobě speciálních celozrnných pekařských výrobků. Tritikale zdědilo od žita příznivé senzorické vlastnosti jako je výraznější chuť a prodloužení trvanlivosti výrobku, proto se nejčastěji používá do vícezrnných pekařských výrobků, ale i jako surovin pro extrudované výrobky [3].

4.2 Chemické složení

Látkové složení zrna tritikale se svým složením blíží pšenici i žitu. Tritikale se ale vyznačuje vyšším obsahem bílkovin než žito, je také mnohem bohatší na esenciální aminokyseliny než pšenice a někdy dokonce i než žito.

Vyznačuje se vyšším obsahem dusíkatých látek oproti ostatním obilovinám a je také považováno za obilovinu s velmi hodnotnými bílkovinami. Bílkoviny jsou charakteristické vysokým obsahem lyzinu. Těchto vlastností se ale prozatím převážně využívá v krmivářském průmyslu [58, 59].

Tritikale obsahuje:

- 55,0 % škrob
- 10,75 % bílkoviny
- 2,25 % vláknina
- 1,60 % tuk
- 1,50 % popeloviny [60].

4.2.1 Bílkoviny

Látkové složení zrna tritikale se svým složením blíží pšenici i žitu, ale vyznačuje se vyšším obsahem bílkovin než žito. Je také bohatší na esenciální aminokyseliny (obzvláště lyzin) než pšenice a někdy dokonce i než žito. Obecně se v tritikale vyskytují leucin, izoleucin, treonin, glycin, valin, tyrosin, fenylalanin, arginin a histidin. Podíl neesenciálních aminokyselin je nižší než u pšenice, což má souvislost se zvýšeným podílem albuminové a globulinové frakce tritikale (Tab. 4) [53, 58, 59].

Tab. 4 Podíl jednotlivých frakcí u tritikale a pšenice (%)[51]

Frakce	Tritikale	Pšenice
Albuminy	17,1	12,7
Globuliny	12,7	9,9
Gluteniny	18,4	20,1
Prolaminy	40,8	49,7

4.2.2 Sacharidy

Nejdůležitějšími sacharidy tritikale jsou pentosany – xylosa a arabinosa, které hrají velmi významnou roli při tvorbě těsta z žitné mouky. Tritikale vykazuje stejný nebo mírně vyšší obsah pentosanů než pšenice, ve srovnání s žitem je však obsah nižší.

Strukturně se jedná o polysacharid arabinoxylan, který je tvořen ze základního řetězce skládajícího se z jednotek monosacharidu xylosy. Řetězec je dále větvený krátkými řetězci arabinózy. Při hnětení ovlivňují vaznost vody, vytváří glykoproteiny, sloučeniny sacharidů a proteinů, a přispívají k tvorbě prostorové struktury těsta [61, 62].

4.2.3 Další látky

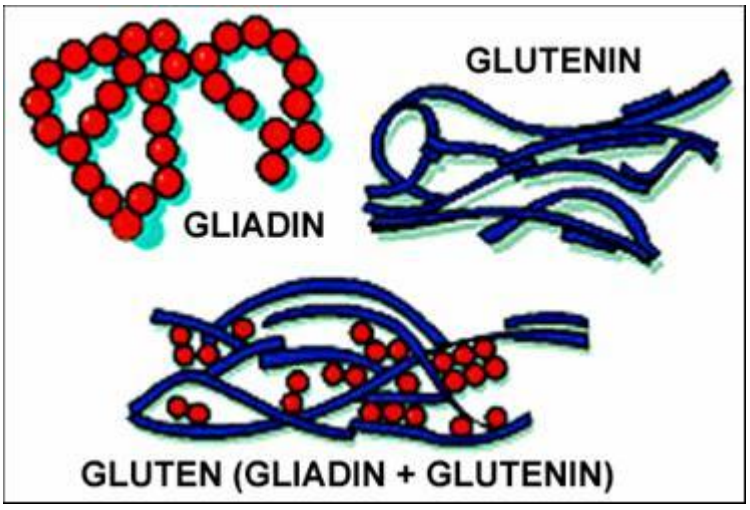
Minerální látky

Z minerálních látek je v tritikale nejvíce obsažen fosfor, draslík, hořčík a vápník [53].

Lepek

Rozmezí hodnot mokrého lepku je u odrůd tritikale velmi široké. Například u odrůdy Dagro byl zjištěn obsah lepku až 34 % zatím co u odrůdy Lasko nebylo lepek vůbec možné vyprat. Obsah a kvalita lepku tak ovlivňuje nejenom vlastnosti těsta ale i výsledky pečení [51]. Lepek těstu dodává elasticitu a hotovému výrobku charakteristické texturální vlastnosti. Díky lepku se v těstě vytváří matrice, jejíž struktura má schopnost zadržovat plyn, k jehož tvorbě dochází v kvasném procesu. Zadržuje také vodu a dodává pečeným výrobkům jejich specifickou texturu.

Lepek obsahuje 75–86 % bílkovin na sušinu a zbytek je tvořen tuky a sacharidy. Tyto jsou pak poutány k matrici silnými vazbami. Bílkovinné frakce lepku se nazývají gliadin a glutenin (Obr. 11). Dojde-li k plné hydrataci lepku, stane se glutenin tuhou gumovitou hmotou, ale gliadin tvoří tekutou viskosní hmotu. Díky kombinaci těchto komponent získává lepková matrice a poté i těsto výjimečné viskoelastické vlastnosti jako jsou například tažnost nebo třeba schopnost zadržovat plyn. Lepek obklopuje fragmenty vlákniny a škrobové granule a tím vytváří unikátní strukturu [63]. Charakteristickými znaky lepku jsou tažnost, pružnost a schopnost bobtnat ve zředěném roztoku kyseliny mléčné. Míra těchto jeho vlastností předurčuje do značné míry vlastnosti těsta [64].



Obr. 11. Propojení gliadinu a gluteninu [65]

Antinutriční látky

Mezi antinutriční látky obsažené v tritikale patří látky polyfenolického charakteru. Především pak vysokomolekulární polyfenoly, které váží rozpustné bílkoviny a inhibují enzymatické systémy. Způsobují trpkou, kyselou, hořkou, fenolickou příchuť [53].

4.3 Využití tritikale

Již před 20 lety první kanadské pokusy naznačily, že lze tritikale velmi dobře využít při výrobě lihu. Lihoviny dosahovaly znamenité jakosti. Tritikale bylo dokonce zdárně použito i k výrobě skotské whisky [51].

4.3.1 Pekařské využití

Zrno tritikale po stránce jakosti sice není dosud potravinářskou surovinou, ačkoli z některých odrůd lze upéci chleba nebo speciální pěčivo. Odrůdou šlechtěnou pro pekařské účely je odrůda Pawo. Ze zrna tritikale se vyrábí některé druhy makaronů nebo špaget, dietní pečivo a suchary. Díky svému vysokému obsahu a skladbě bílkovin je tato plodina zajímavá také pro makrobiotiky a vegetariány [57].

Vzhledem k nízké pekařské kvalitě je zrno tritikale možné použít do celozrnných výrobků, obilných snídaní a müsli. Přídavek lze využít jako zdroj nutričně hodnotných látek (esenciálních aminokyselin, převážně lyzinu) [66]. Využití tritikale na výrobu chleba nebo pečiva je stále aktuálnější otázkou. V některých asijských zemích využívají převážně celozrnnou mouku k výrobě různých druhů kvašených výrobků, jako jsou chapatties a bulgur [3].

4.3.2 Další využití

Díky svým vysokým výnosům a nenáročností na pěstební podmínky se tritikale řadí mezi velmi kvalitní krmivářskou plodinu. Krmná hodnota se tak řadí mezi její nejcennější vlastnosti tritikale. Tritikale se spolu s kukuřicí dále využívá pro výrobu biolihu díky vysokému obsahu škrobu a vysoké enzymatické činnosti [67, 68].

5 TRITORDEUM

Tritordeum (X *Tritordeum* Ascherson et Graebner) bylo uměle vytvořeno křížením planého vytrvalého ječmene (*Hordeum chilense* Roemer et Schultese) s pšenicí tvrdou (*Triticum-turgidum* conv. *durum*) a bylo vyšlechtěno profesorem Antoniem Martinem v roce 1977. Šlechtění této plodiny pokračuje v Cordobě ve Španělsku i nadále. Tritordeum představuje dosud pouze jarní formy velmi odolné vůči některým houbovým chorobám, které se běžně vyskytují u pšenice. Patří k nejmladším obilovinám, které byly vytvořeny uměle, svým vzhledem se podobá spíše pšenici (Obr. 12) [69, 70].

Obr. 12. Tritordeum [71]

5.1 Chemické složení

Tritordeum se vyznačuje vysokým obsahem bílkovin 16–22 % a vysokým obsahem lepku 40 %, který má však technologické vlastnosti horší než pšenice. Proto je tritordeum méně vhodné pro pekařské využití. Obsah esenciálních aminokyselin (lyzin, fenylalanin, valin, leucin, izoleucin, metionin, treonin), je u této plodiny vysoký [72].

Tritordeum se také vyznačuje mimořádně vysokým obsahem antioxidačního karotenoidu luteinu, vysokou hladinou rozpustné vlákniny, fenolických antioxidantů a mikroelementů. Lutein, kterého je přítomno až desetinásobně více než v pšenici obecné, má příznivý vliv na zdraví očí a pečivu dodává zlatožlutou barvu.

Kromě nutričních vlastností, má tritordeum velmi dobré organoleptické vlastnosti a výrobky z něj se vyznačují příjemnou chutí [73].

5.2 Využití tritordea

Tritordeum je označováno jako obilovina třetího tisíciletí a její komerční využití je předmětem cereálního výzkumu ve světě i u nás.

Díky jeho vysokému obsahu bílkovin lze využít ke krmení hospodářských zvířat [74]. Tritordeum spolu s tritikale, tritinaldií a vytrvalou pšenicí PSR 3628 slouží jako prostředníci pro přenos některých znaků, které se v průběhu domestikace pšenice ztratily nebo které běžná pšenice vůbec neobsahuje a jsou to například některé typy suchovzdornosti, některé bílkovinné alely, nebo některé odolnosti k chorobám [75].

5.2.1 Pekařské využití

Hladké mouky z různých linií tritordea mají sice vysoký obsah bílkovin, ale nemají vlastnosti požadované pro výrobu fermentovaného těsta, například viskoelastické vlastnosti jsou charakteristické nízkou pružností a tažností těsta. Těsto je lepivé a z tohoto důvodu se míchá do směsí s pšeničnou moukou a to v poměru 1 : 1, dojde tak ke zpevnění těsta, prodloužení stability kynutí a zvýšení měrného objemu pečiva [69]. Tritordeum lze také použít na výrobu extrudovaných výrobků, snídaňových cereálií, nebo pro přípravu ovesné kaše či jako náhrada rýže [76].

6 TRITINALDIA

Tritinaldia je český název pro *Haynaldotica sardoum* Meletti et Onnis, které vzniklo v Itálii jako spontánní hybrid mezi pšenicí tvrdou (*Triticum durum*) a kosmáčem huňatým *Haynaldia villosa*, který je charakteristický 2 liniemi. Jedna linie má duté stéblo (ozimá forma) a druhá linie má pevné stéblo vyplněné dření (jarní forma) [77]. Tritinaldia se vyznačuje vysokým obsahem proteinů v průměru kolem 15,5 % a může být využita ve šlechtitelských programech pšenice jako donor genů pro zvýšení obsahu bílkovin obilky, případně také jako donor genů odolnosti vůči fuzáriím. V současné době je ale jeho využití v praxi limitováno nízkým výnosem a zvýšenou poléhavostí stébel. Obilka tritinaldia je uvedena na Obr. 13. [78, 79].

Obr. 13. Tritinaldia – vlastní foto

7 VYTRVALÁ PŠENICE PSR 3628

Jedná se o pšenično-pýrný hybrid, zimní typ hnědé pšenice, který vznikl z pšenice a pýru a lze jej použít v pekárenském průmyslu. Jeho kvalita je ale horší než u běžné pšenice. V současné době se tento hybrid komerčně nepěstuje, ale slouží k výzkumným účelům. Jedná se o poměrně rezistentní druh obiloviny a předmětem zájmu výzkumu je přenos genů rezistence k chorobám do běžné pšenice. Obilka vytrvalé pšenice je uvedena na Obr. 14. [80].

Obr. 14. Pšenice PSR 3628 – vlastní foto

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CÍL PRÁCE

- Charakterizovat vybrané druhy cereálií a pseudocereálií.
- Popsat historii pěstování, taxonomii, botanickou charakteristiku a chemické složení.
- Využití vybraných pseudocereálií v pekárenském průmyslu a jiných odvětvích.
- Stanovit vlastnosti mouky.
- Pekařským pokusem získat a vyhodnotit vzorky.
- Vyhodnotit texturní parametry získaného pečiva.
- Porovnat texturní parametry pečiva připraveného z cereálií a pseudocereálií.
- Statisticky vyhodnotit výsledky a diskutovat s literaturou.
- V závěru zhodnotit přínos práce pro praxi.

9 MATERIÁL A METODY

9.1 Charakteristika použitých vzorků

Pro realizaci pekařského pokusu, jeho vyhodnocení a následnou analýzu texturních vlastností pečiva bylo použito 6 vzorků cereálií a 3 vzorky pseudocereálií. Vzorky cereálií byly získány ze Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži z úrody v roce 2011. Vzorek amarantu poskytla firma Vega Provita s. r. o. Vzorek mouky z merlíku chilského byl získán ze suroviny od firmy Country life a pohankovou mouku poskytl Pohankový mlýn pana Šmajstrly, který zpracovává převážně odrůdu Pyra. Všechny suroviny byly pomlety na mouku a následně podrobeny analýzám.

Jako srovnávací vzorek byla použita mouka z pšenice Chevalier, která byla sklizena v roce 2011 v Zemědělském výzkumném ústavu se sídlem v Kroměříži. Chevalier je pekařská polopozdní odrůda elitní pekařské jakosti (kategorie E). Členění potravinářské jakosti pšenice se nachází v příloze P IV.

9.2 Metodika

9.2.1 Vlhkosti mouky

Obsah vody v jednotlivých moukách byl stanoven dle ČSN 56 0512-7. Vlhkost je definována jako úbytek hmotnosti vzorku. K úbytku došlo sušením za podmínek specifikovaných metodou. Vzorek mouky byl sušen 30 minut při teplotě 130°–133°C. Byl vychlazen a zvážen s přesností na 1 mg [81, 82].

9.2.2 Vaznosti mouky

Stanovení bylo provedeno podle ICC 115/1 na přístroji Farinograf. Farinograf je přístroj, který zaznamenává odpor těsta a tím i změnu konzistence těsta při hnětení za předepsaných podmínek. Do vytemperované hnětačky bylo vloženo ekvivalentní množství stanovované dle vlhkosti. Stanovení bylo opakováno třikrát a následně byl vypočítán aritmetický průměr pro dosažení co nejpřesnějšího výsledku [83, 84].

9.2.3 Stanovení mokrého lepku

Stanovení mokrého lepku bylo provedeno podle normy ČSN 461011-9. Protože lepek je pružný gel, je možné ho jednoduše izolovat vypíráním proudem vody, přičemž dochází k postupnému vyplavování látek rozpustných ve vodě a škrobu. Po určité době vyplavování zůstává substance, která se nazývá „mokrý lepek“ [85].

9.2.4 Stanovení objemu pečiva

K měření objemu pečiva byl použit kalibrovaný odměrný válec naplněný plastovými kuličkami, které se svým objemem a tvarem podobaly řepkovému semenu. Objem byl postupně změřen u všech 3 bochníků, které byly z každého vzorku mouky upečeny, a byl vypočítán aritmetický průměr. Takto získané hodnoty byly použity k dalším výpočtům.

9.2.5 Pekařský pokus

Pekařský pokus byl proveden podle metodiky ICC 131. Těsto bylo připraveno smícháním předepsaných materiálů a vyhněteno na hnětači, poté bylo zváženo a rozděleno na hmotnostně shodné klonky, které se vložily do termostatu a nechaly se zrát. Po uplynutí 30 minut se klonky přetužily a opět vložily na 50 minut do termostatu. Klonky byly upečeny v laboratorní peci při teplotě 220 °C po dobu 20 minut. Za 24 hodin po upečení se vzorky zvážily, vyfotily a vyhodnotily a podrobily texturní analýze.

Pekařská receptura:

- Mouka 100 % (dle vlhkosti a vaznosti mouky)
- Sušené droždí 1,8 %*
- Sůl 1,5 %*
- Cukr 1,86 %*
- Kyselina askorbová 0,005 %*

*vztaženo na hmotnost mouky [86].

9.2.6 Texturní profilová analýza

Jako vzorky byly použity upečené bochníky z pekařského testu, které byly podrobeny analýze na texturometru. Texturometr je přístroj sloužící ke stanovování mechanických vlastností potravin, které souvisí se senzorickým hodnocením. Vyobrazení tohoto přístroje se nachází v příloze P V.

Vzorky byly otestovány metodou dvojité komprese s hloubkou stlačení 40 %. Výsledkem byly dvě deformační křivky, vyhodnoceny softwarem TA.XT Plus. Byly získány následující hodnoty: tvrdost (síla nutná pro uskutečnění deformace – maximální síla při první deformaci; N), lepivost (relativní síla přilnavosti mezi střídkou a povrchem sondy, bezrozměrná hodnota) elasticita (výška, do které se vzorek obnoví během doby, která uplyne mezi koncem prvního kompresního cyklu a začátkem druhého kompresního cyklu; bezrozměrná hodnota), kohezivnost (pevnost vnitřní struktury vzorku; bezrozměrná hodnota), žvýkatelnost (součin tvrdosti, kohezivnosti a elasticity; bezrozměrná hodnota) a gumovitost (součin tvrdosti a kohezivnosti; bezrozměrná hodnota). Texturní analýza byla provedena 24 hodin po upečení vzorků [87].

9.2.7 Statistická analýza

Všeobecně používané označení ANOVA pochází z anglických slov „ANalysis Of VAriance“ (analýza rozptylu). Analýza rozptylu umožňuje ověřit významnost rozdílu mezi výběrovými průměry většího počtu náhodných výběrů. Podle počtu analyzovaných faktorů rozlišujeme jednofaktorovou, dvoufaktorovou a vícefaktorovou analýzu rozptylu. Variance (též rozptyl, střední kvadratická odchylka) je charakteristikou variability rozdělení náhodné veličiny, která vyjadřuje variabilitu rozdělení souboru náhodných hodnot kolem její střední hodnoty. Její velikost vyjadřuje, jak daleko jsou hodnoty náhodné veličiny „rozptýlené“ kolem střední hodnoty. Je druhým centrálním momentem náhodné veličiny, což znamená, že se její hodnota stanoví jako průměrná velikost druhých mocnin odchylek od střední hodnoty.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mathrm{E}(x))^2$$

Používá se k porovnání středních hodnot (průměrů) více než dvou souborů, určení vlivu způsobu přípravy vzorků (několika způsobů) a zpracování mezilaboratorních porovnávacích zkoušek (MPZ). Statistická významnost se testuje Fisherovým testem jako podíl rozptylu mezi třídami s_1^2 a rozptylu reziduálního s_r^2. Testuje se hypotéza $H_0: m_1 = m_2 = \ldots = m_m$. Kritický obor je na hladině významnosti a určen nerovností $F > F_{a(m-1, n-m)}$. [88, 89].

10 VÝSLEDKY A DISKUSE

10.1 Stanovení analytických ukazatelů

V tabulce č. 5 jsou uvedeny vybrané kvalitativní parametry porovnávaných cereálií a pseudocereálií, které posloužily nejenom k porovnávání, ale také pro realizaci pekařského pokusu.

Tab. 5. Přehled vybraných kvalitativních parametrů

	Pšenice	**PSR 3628**	**Tritordeum**	**Tritikale**	**Tritinaldia**	**Pohanka**	**Merlík chilský**	**Amarant**
Vaznost [%]	51,50	64,8	48,50	65,30	55,00	Nelze stanovit	Nelze stanovit	Nelze stanovit
Vlhkost [%]	12,10	13,23	12,30	11,20	12,50	14,00	11,7	11,1
Lepek [%]	32,9	46,9	38,9	5,7	53,6	0	0	0

10.2 Pekařský pokus

Cílem pekařského pokusu bylo připravit vzorky a zjistit jejich vlastnosti. Pekařský pokus byl proveden na 300 g mouky metodou přímého vedení těsta a krátkého vedení času dle metodiky ICC 131 (1980) za použití hnětače KitchnenAid. U takto připravených bochníků pečiva byla dále vyhodnocena výtěžnost těsta, výtěžnost pečiva, ztráty pečením a specifický objem.

Při přípravě těsta v hnětači byla sledována a hodnocena konzistence těsta. Těsto z amarantové a merlíkové mouky bylo vyhodnoceno jako lepivé. Těsto z pohankové mouky bylo drobivé a těsta z tritikale, tritordea, tritinaldie, pšenice PSR 3628 a ozimé pšenice byla vyhodnocena jako nelepivá.

Studie Kopáčové [39] prokázala, že bezlepková těsta vyžadují vyšší vlhkost a více droždí než běžná těsta. Dále uvádí, že těsta bez lepku jsou lepivá a jejich hnětení je obtížnější, což

je v souladu s našimi zjištěnými výsledky. Podle Armera a kol. [90] jsou hlavními faktory ovlivňující kvalitu textury těsta obsah vody, pH a kvalita lepku.

Tvar bochníku z pohankové, amarantové mouky a také z mouky z tritikale, tritordea, vytrvalé pšenice PSR 3628 byl středně vyklenutý. Tvar bochníku z pohankové a amarantové mouky zůstal spíše stejný, jako před pečením, nicméně úbytkem vody došlo v průběhu pečení ke vzniku trhlin. Bochníky z ozimé pšenice a tritinaldie byly vyklenuté. Amarantová mouka podle zjištěných výsledků tvaru bochníku není vhodná k pekařskému využití v samostatné formě. Hauptvogel a kol. [91] provedli chlebopekárenské testy s pšenicí a amarantem. Nejlepší výsledky dosáhly směsi pšenice letní s přídavkem amarantu v poměrech 90 : 10 a 80 : 20.

Petr a kol. [53] shledali kvalitu pekařských výrobků připravených z mouky tritikale, nebo ze směsi mouky z tritikale a pšeničné či žitné horší, než u výrobků připravených pouze z pšeničné mouky, nebo ze směsi pšeničné a žitné mouky. Hlavním nedostatkem mouky z tritikale je vysoká aktivita amylolytických enzymů, nízký obsah nekvalitního lepku a vysoký obsah popela. Podobně na tom bude i tritordeum.

Varga a kol. [92] uvádí, že využití samotného tritikale v mlýnské a pekárenské výrobě ve zvýšené míře bude možné až po vyšlechtění odrůd, které budou mít snížené technologicky negativní vlastnosti.

Bochník z merlíkové mouky byl plochý. To svědčí o tom, že samotnou mouku z merlíku stejně jako mouku z pohanky a amarantu, díky nedostatku lepku nelze využít za stanovených podmínek k pekařskému použití. Studie Jancurové a kol. [93], které byly zaměřeny na využití merlíku v pekařské technologii, doporučují používat při výrobě chleba přídavek mouky z merlíku 10–13 %. Lorenz a kol. [94] se zmiňují, že při vyšším přídavku merlíkové mouky došlo k poklesu objemu výrobku a že přídavky přesahující 30 % mají významný vliv na chuťové vlastnosti (hořká chuť).

Podle barvy kůrky bochníku bylo pečivo rozděleno na tři skupiny. Tmavou kůrku mělo po upečení pečivo z pohankové a amarantové mouky. U obou těchto plodin byly na povrchu patrné trhliny. Což je v souladu s tvrzením Schuberta a kol. [95], kteří uvádí, že tento jev se u bezlepkových výrobků vyskytuje hojně. Naopak světlou kůrku vykazoval bochník z merlíku chilského. U pečiva z tritikale, tritordea, tritinaldie, ozimé pšenice a vytrvalé pšenice PSR 3628 měla kůrka barvu typicky pečivovou.

Podle Drdáka a kol. [96] při pečení v kůrce probíhá při teplotě 120–140 °C chemická dextrinace škrobu a při teplotě 140–150 °C termická karamelizace cukru. Produkty těchto dvou reakcí mají podobně jako melanoidní látky vznikající termickou reakcí monosacharidů s produkty hydrolýzy bílkovin (Maillardova reakce) vliv na zbarvení kůrky finálního výrobku.

U pečiva z mouky z tritordea se razantně projevil výskyt karotenoidů a to výrazně žlutým zbarvením střídy. Což je v souladu s tvrzením Sergia a kol. [97] o vysokém obsahu karotenoidů v zrnu tritordea. Fotky bochníků jsou uvedeny v příloze P VI.

Dalším hodnoceným kriteriem byla struktura střídy. Střída u bochníků z pohankové a merlíkové mouky byla nepružná a nelepivá, zatímco střída bochníku z amarantové mouky byla sice také nepružná ale lepivá. Střídy zbývajících bochníků byly pružné a nelepivé.

Drdák a kol. [96] popisuje vznik střídky u pečiva obsahujícího lepek jako koloidně-chemické procesy, kdy lepek bobtná při 30 °C a denaturuje při 60 °C, kdy uvolní vázanou vodu. Škrob bobtná v rozmezí 40–60 °C a začne mazovatět a vázat vodu, v důsledku tohoto procesu těsto zvětšuje svůj objem. Kadlec a kol. [62] uvádí, že po ochlazení pečeného výrobku dojde k vytvoření škrobového gelu, který je hlavním nositelem vláčnosti a obsažené vody ve střídě výrobků. Z tohoto důvodu je škrob významný pro pekárenství a jeho druhý význam spočívá v tom, že je zdrojem zkvasitelných cukrů pro kvasinky při kypření těsta.

U bochníků z vytrvalé pšenice PSR 3628 byl zaznamenán ve střídě výskyt velkých děr (Obr. 15). Bochníky z pohankové a amarantové mouky byly charakteristické trhlinou uprostřed střídy (Obr. 16 a 17).

Obr. 15. Výskyt velkých děr

Obr. 16. Trhlina u pohanky

Obr. 17. Trhlina u amarantu

Příhoda a kol. [84] uvádí, že mouka s dobrou kvalitou má obsahovat větší množství zkvasitelných cukrů a současně také velké množství porušených makromolekul škrobu. Pokud mouka splňuje tyto vlastnosti, dochází k tvorbě plynu a tím se utváří i vlastnosti a struktura střídy. Lze tedy konstatovat, že podle vzhledu střídy je možné za kvalitní mouku považovat mouku z pšenice. Mouka z tritikale, tritordea, tritinaldie a pšenice PSR 3628 jsou horší kvality.

Muchová [98] dodává, že u plodin, které obsahují méně kvalitní lepek (slabý) dochází k jeho peptizaci a po částečném nabobtnání se roztéká. Takový lepek není následně schopen trvale udržet svoji strukturu a přispívat tak k udržení oxidu uhličitého ve střídce. Nedochází tak k vytváření správné pórovitosti střídky a optimálního tvaru finálního výrobku. Zmíněné nedostatky byly zaznamenány u bezlepkového pečiva i u ostatního pečiva. Výjimkou byl pouze vzorek z pšenice.

U výrobků z amarantu, pohanky a merlíku došlo k většímu odpaření vody při pečení, tím i ke vzniku následných trhlin uprostřed střídy a na povrchu bochníku. Což je zapříčiněno nepřítomností lepku a tím, že nedochází ke tvorbě potřebné struktury. Vyhodnocení pekařského pokusu je zaznamenáno v tabulce 6.

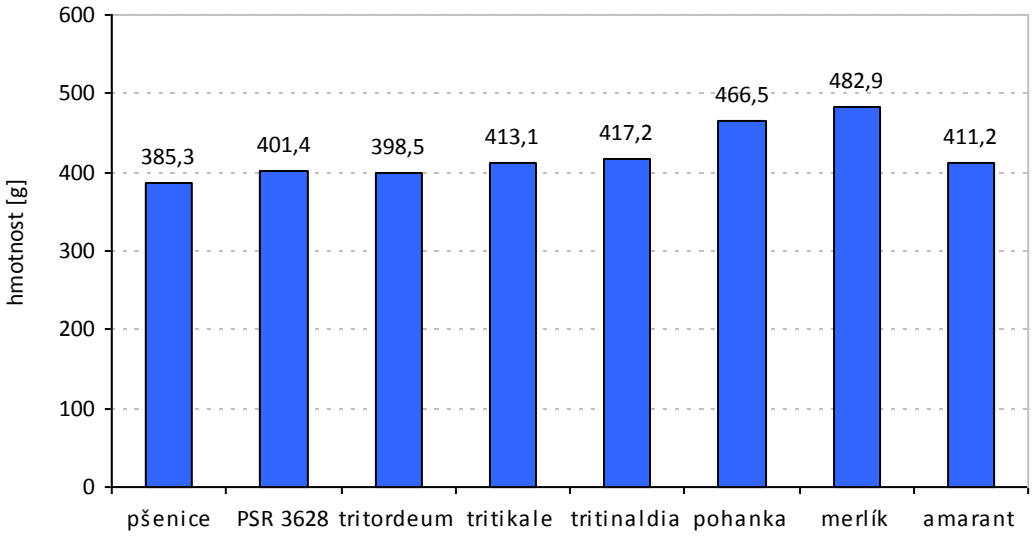
Tab. 6. Vyhodnocení pekařského pokusu

Plodina	**Konzistence těsta**	**Tvar bochníku**	**Barva kůrky**	**Struktura střídy**	**Výskyt velkých děr**	**Abnormality**
Pohanka	Drobivé	Středně vyklenutý	Tmavá	Nepružná, nelepivá	Uprostřed trhlina	Výrazně hnědé zbarvení pečiva
Amarant	Lepivé	Středně vyklenutý	Tmavá	Nepružná, lepivá	Uprostřed trhlina	Hnědé zbarvení pečiva
Merlík chilský	Lepivé	Plochý	Světlá	Nepružná, nelepivá	Ne	Vůně a chuť připomíná mák setý
Tritikale	Nelepivé	Středně vyklenutý	Normální	Pružná, nelepivá	Ne	
Tritordeum	Nelepivé	Středně vyklenutý	Normální	Pružná, nelepivá	Ne	Výrazně žluté zbarvení střídy
Tritinaldia	Nelepivé	Vyklenutý	Normální	Pružná, nelepivá	Ne	
Pšenice PSR3628	Nelepivé	Středně vyklenutý	Normální	Pružná, nelepivá	Ano	
Ozimá pšenice	Nelepivé	Vyklenutý	Normální	Pružná, nelepivá	Ne	

Hmotnost pečiva

Hmotnost pečiva byla zjišťována na laboratorních vahách. Na základě zjištěných hodnot byla vypočítána výtěžnost těsta, výtěžnost pečiva, ztráta pečením.

Nejvyšší hmotnost pečiva byla zjištěna u merlíku chilského (482,9 g) a nejnižší hodnota byla stanovena u vzorku ozimé pšenice (385,3 g). Hmotnosti pečiva z amarantu (411,2 g), tritikale (413,1 g) a tritinaldie (417,2 g) byly podobné. Zjištěné hodnoty u pšenice PSR 3628 (401,4 g) a tritordea (398,5 g) se blížily hodnotám ozimé pšenice. Hmotnosti jednotlivých vzorků pečiva jsou zaznamenány na obrázku č. 18.



Obr. 18. Hmotnost pečiva

Výtěžnost těsta

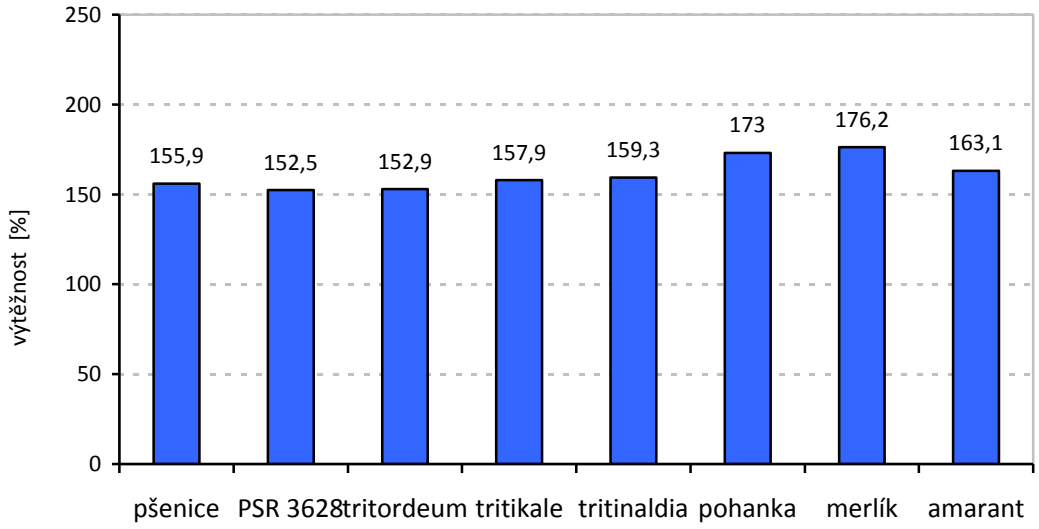
Jedná se o poměr hmotnosti těsta k hmotnosti mouky. Výtěžnost pečiva vypočítáme pomocí vzorce:

$$x = \frac{m_t}{m_m} * 100$$

m_t je hmotnost těsta v kg,

m_m je hmotnost mouky v kg.

Nejvyšší výtěžnost těsta byla zjištěna u vzorku z merlíku chilského (176,2 %) naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny u vzorku z vytrvalé pšenice PSR 3628 (152,5 %), zároveň se této nejnižší hodnotě přibližovala výtěžnost těsta tritordea (152,9 %). U pohanky (173 %) byla výtěžnost jen o něco málo nižší než výtěžnost těsta z merlíku (hodnota). Výtěžnosti ostatních těst se svými hodnotami podobaly. Z výpočtů a grafu můžeme také konstatovat, že skupina bezlepkových výrobků dosahovala vyšší výtěžnosti těsta oproti skupině výrobků, které obsahují lepek. Výtěžnosti těsta jednotlivých vzorků jsou zaznamenány na obrázku č. 19.



Obr. 19. Výtěžnost těsta

Výtěžnost pečiva

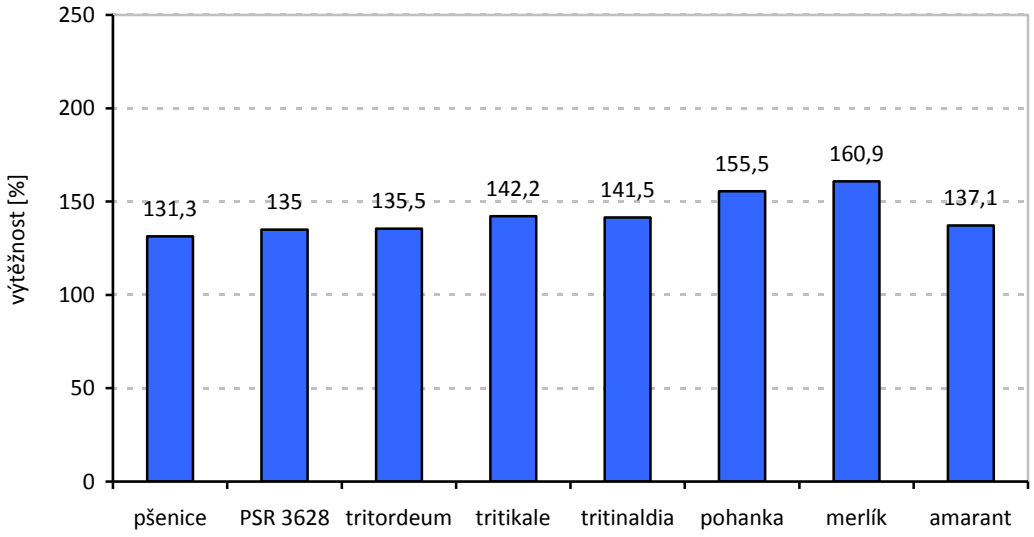
Udává množství pečiva upečeného ze 100 kg mouky. Vypočítá se podle vzorce:

$$x = \frac{m_p}{m_m} * 100$$

m_p je hmotnost pečiva v kg,

m_m je hmotnost spotřebované mouky v kg.

S hodnotou 160,9 % měl nejvyšší výtěžnost pečiva vzorek merlíku chilského a naopak nejnižší hodnota 131,3 % byla zjištěna u ozimé pšenice. Hodnoty ostatních vzorků byly podobné a pohybovaly se v rozmezí 135–155,5 %. Výtěžnosti pečiva jednotlivých vzorků jsou zaznamenány na obrázku č. 20.



Obr. 20. Výtěžnost pečiva

Ztráty pečením

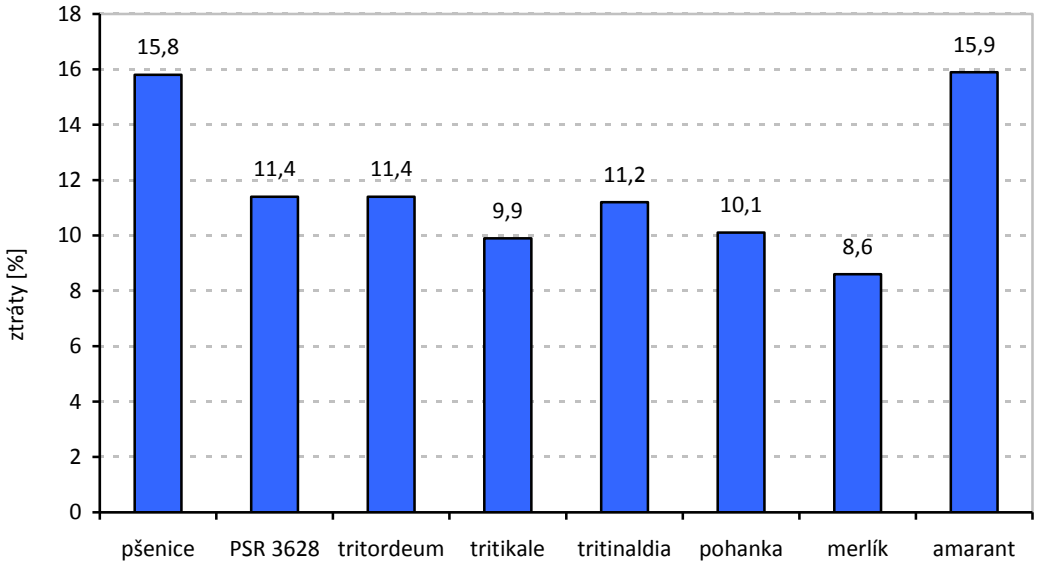
Jsou to ztráty vznikající odpařením části vody a lze je vypočítat pomocí vzorce:

$$x = \frac{m_t - m_p}{m_t} * 100$$

m_t je hmotnost těsta v kg,

m_p je hmotnost pečiva v kg.

Nejvyšší ztráty pečením byly zjištěny u vzorku amarantu a to 15,9 % a blížily se hodnotám pšenice (15,8 %). U vzorků pečiva z pšenice PSR 3628 a tritordea byla zjištěna naprosto stejná hodnota a to 14,4 %. Nejmenší ztrátu pak vykazoval vzorek pečiva z merlíku chilského a to 8,6 %. Hodnoty tritikale 9,9 %, tritinaldie 11,2 % a pohanky 10,1 % byly velmi podobné. Ztráty pečením jednotlivých vzorků jsou zaznamenány na obrázku č. 21.



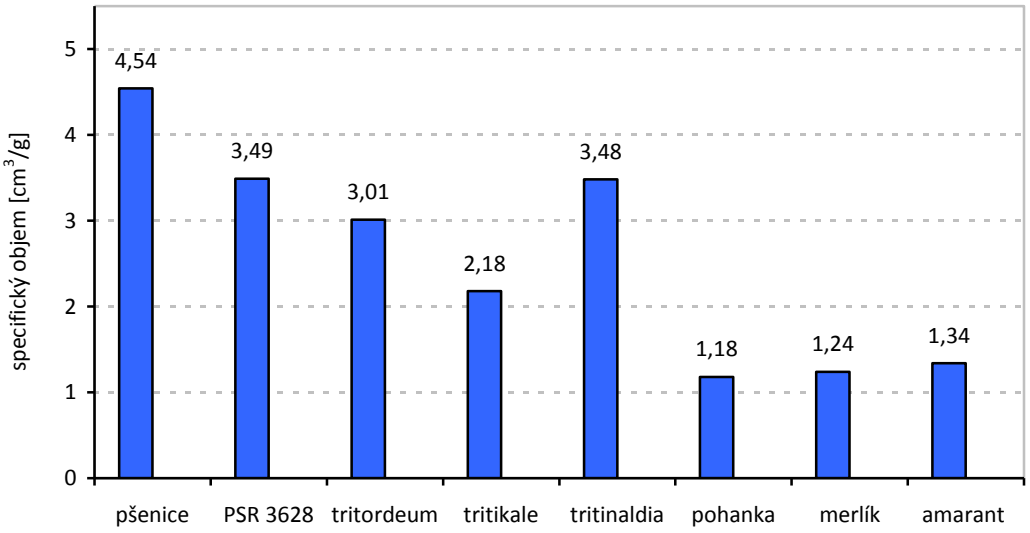
Obr. 21. Ztráty pečením

Specifický objem výrobku

Jedná se o velmi důležitou hodnotu sledovanou v pekárenském průmyslu, protože obecně platí, že čím větší specifický objem, tím je mouka vhodnější k pekárenskému zpracování [96]. Specifický objem výrobku se vypočítá tak, že celkový objem pečiva vydělíme jeho hmotností.

Nejvyšší specifický objem byl zaznamenán u vzorku z pšenice (4,54 cm^3/g), naopak nejnižší hodnota 1,18 cm^3/g byla zjištěna u vzorku z pohanky. U bezlepkových výrobků se opět potvrdilo, že samotná mouka není vhodná ke zpracování na pekařské výrobky vyráběné kvasným způsobem, ale lze je použít jako přídavek k pšeničné mouce nebo ve směsi do bezlepkových výrobků. Tritordeum (3,01 cm^3/g), tritinaldia (3,48 cm^3/g) a pšenice PSR 3628 (3,49 cm^3/g) vykazovaly navzájem podobné hodnoty, což se dá přisuzovat tomu, že jejich společnou mateřskou plodinou je pšenice, a tím u těchto plodiny dojde k projevu některých znaků charakteristických pro pšenici. Výjimkou je vzorek tritikale, který nedosahuje kvalit pšenice i když také i jeho mateřskou plodinou je pšenice. U specifického objemu výrobku se také razantně projevil rozdíl mezi bezlepkovou skupinou a skupinou obsahující lepek, bezlepkové výrobky vykazovaly mnohem nižších hodnoty. Specifický objem výrobku u jednotlivých vzorků je zaznamenán na obrázku 22.

Studie Barci a kol. [99] prokázala, že přídavek amarantové mouky do bezlepkového pečiva, má pozitivní vliv na specifický objem bochníku. Zkoušeli kombinaci amarantové mouky a mouky z praženého amarantu, ze kterých byl za přídavku droždí, vody, soli a cukru vyroben bezlepkový chléb. Jako nejlepší byl vyhodnocen přídavek amarantových mouk v poměrech 40 : 60 a 30 : 70. Při těchto přídavcích bochníky vykazovaly nejlepší specifický objem. Vyšší přídavek již ale způsobil kolaps střídy. Kůrka v tomto případě nevykazovala trhliny, jak je tomu u běžné u bezlepkových výrobků.



Obr. 22. Specifický objem pečiva

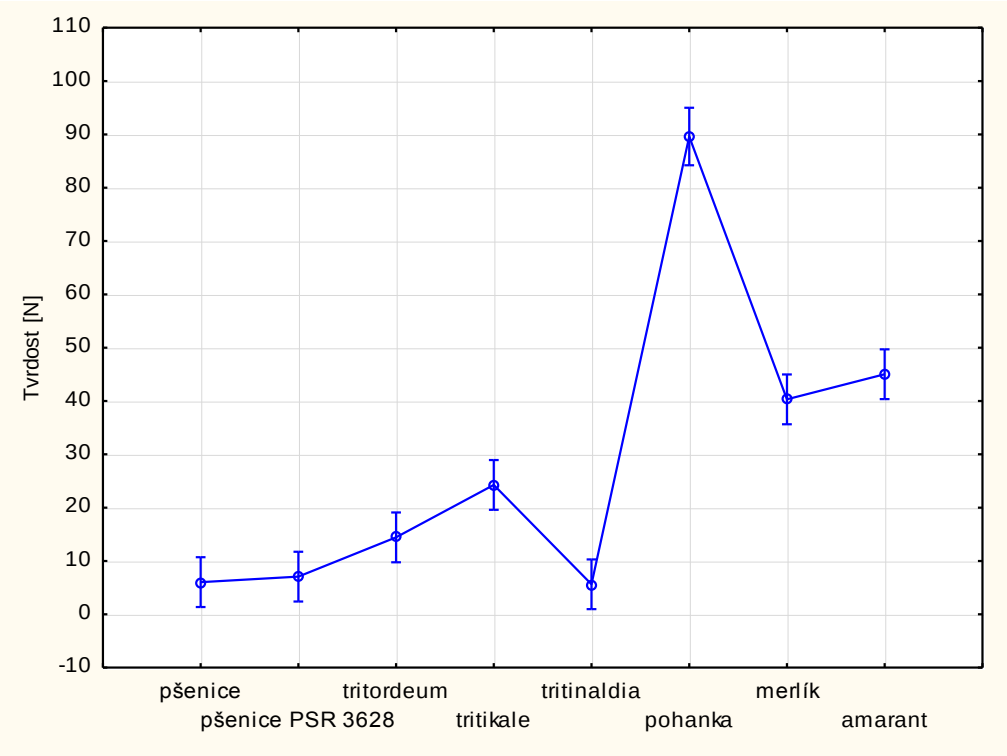
10.3 Texturní profilová analýza

Vzorky, které jsme získali z pekařského testu, byly podrobeny texturní profilové analýze zaměřené na posuzování tvrdosti, lepivosti, elasticity, žvýkatelnosti, gumovitosti střídy pečiva.

Tvrdost

Texturní analýzou bylo zjištěno, že tvrdost střídky dosahovala podobných hodnot u pečiva z pšenice (6,0 N), pšenice PSR 3628 (7,1 N) a tritinaldie (5,6 N). Naprosto nejvyšší tvrdostí se vyznačovalo pečivo z pohanky (89,6 N). Celkově lze konstatovat, že pečivo neobsahující lepek dosahovalo vyšších hodnot, než ostatní pečivo. Výjimku opět tvoří pečivo z tritikale (24,3 N), jehož hodnota je poněkud vyšší než hodnoty pšenice (6,0 N), pšenice

PSR 3628 (7,1 N) a tritinaldie (5,6 N), kterým se přibližují i výrobky z tritordea (14,4 N). Porovnání výsledků je znázorněno na obrázku č. 23.



Obr. 23. Tvrdost střídy pečiva

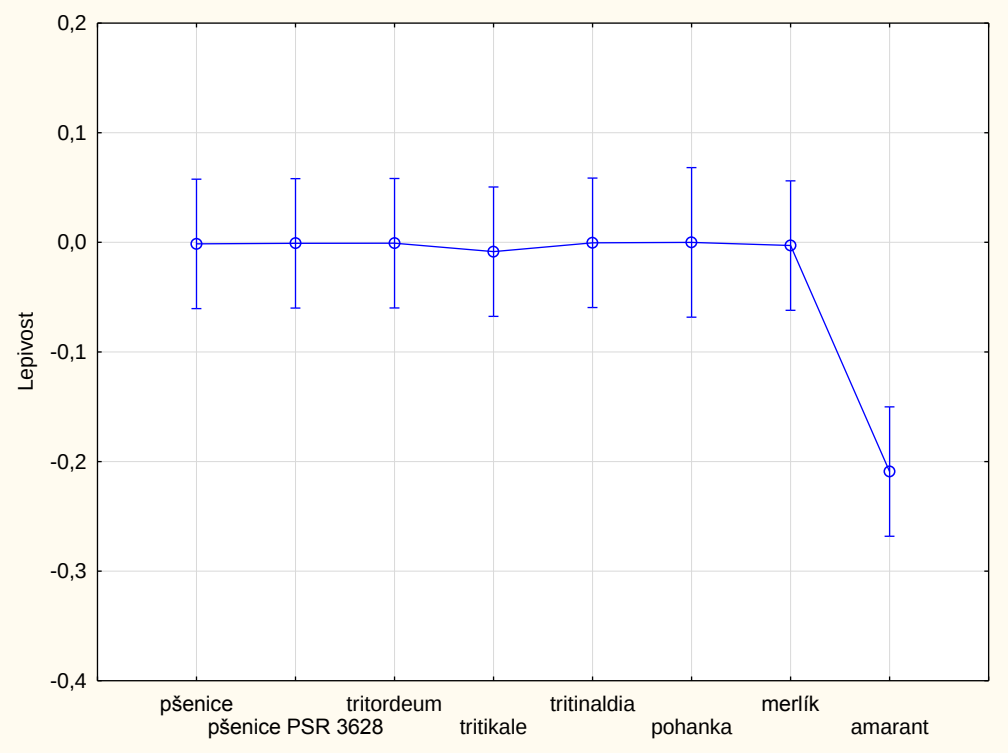
Pečivo, které je vyrobenou pouze z pseudocereálií a tedy neobsahuje lepek, vykazovalo sice nejvyšší tvrdost, ale jejich přídavek do bezlepkového chleba může naopak jejich texturu změkčit. Alvarez–Jubete a kol. [100] uvádí, že náhrada bramborového škrobu v bezlepkovém pečivu moukou z pseudocereálií (amarant, pohanka, merlík) způsobila změkčení textury. Nejlepší výsledek byl zaznamenán u vzorku s přídavkem amarantové mouky, kdy byly výrobky také pružnější. Přídavkem pohanky a merlíku došlo také k zvýšení objemu pečiva, avšak u chlebů s přídavkem pohankové mouky klesala elastičnost během skladování. Vysoký obsah tuků v amarantu a merlíku má příznivý vliv na texturu výrobku.

Další studie Torbica a kol., [101] se zabývala vytvořením výrobku, který by se svými vlastnostmi co nejvíce podobal pšeničnému chlebu a také směsí pohankové a rýžové mouky pro výrobu bezlepkového pečiva. Bezlepkové pečivo je většinou suché, tvrdé a drobivé a jeho

trvanlivost je malá. Pro zlepšení textury pečiva je snaha nahradit nepřítomný lepek různými alternativami, jako například použitím hydrokoloidů, škrobů, mléčných výrobků. V této práci také došlo k nahrazení rýžové mouky moukou z amarantu, pohanky, soji, nebo kukuřice. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při přídavku pohankové mouky jemně mleté i celozrnné a nejlepšího výsledku bylo dosaženo přídavkem 10, 20 a 30 %. Bylo prokázáno, že přídavek tohoto množství mouky neměl vliv na tvrdost vyrobeného pečiva. Přídavek nad 30 % má však již negativní vliv nejenom na tvrdost, ale také chuťové vlastnosti (hořkost), které byly razantnější převážně u zvyšujícího se přídavku celozrnné pohankové mouky. Vyšší přídavky pohankové mouky také zapříčinily popraskání kůrky bezlepkových výrobků.

Lepivost

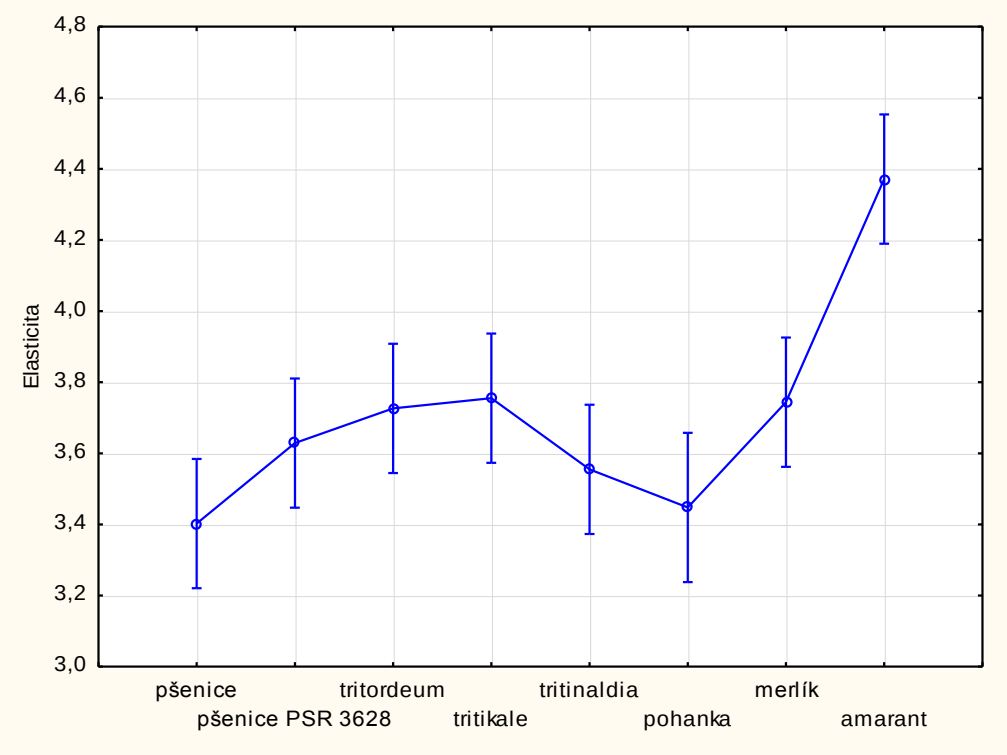
Co se týká analýzy lepivosti, všechny vzorky pečiva vykazovaly nedetekovatelné hodnoty, výjimkou bylo pouze pečivo vyrobené z amarantu, u kterého byla zjištěna hodnota (-0,2). Výsledky jsou znázorněny na obrázku č. 24.



Obr. 24. Lepivosti střídy pečiva

Elasticita

Elasticita u pečiva z merlíku (3,7), tritordea (3,7), tritikale (3,8) a pšenice PSR 3628 (3,4) dosahovala podobných hodnot. Nejvyšší elasticita střídy byla zjištěna u pečiva z amarantu (4,3). Nejnižší pak u pšenice (3,4) a pohanky (3,4). Elasticitu jednotlivých vzorků znázorňuje obrázek č. 25.

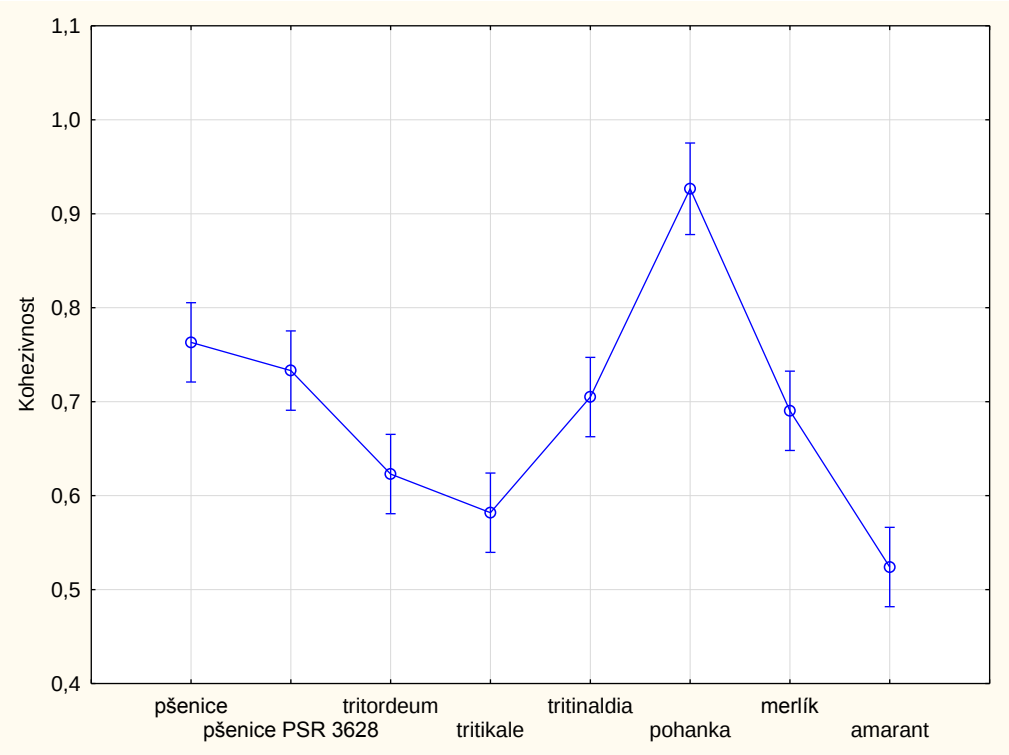


Obr. 25. Elasticita střídy pečiva

Pečivo z pohankové mouky sice vykazovalo nejnižší elasticitu ze zkoumaných vzorků, ale studie Wronkowské a kol. [102] prokázala, že přídavek pohankové mouky jako náhražky kukuřičného škrobu do bezlepkových chlebů vyráběných, může naopak zvýšit elastičnost bezlepkového pečiva. Výsledky prokázaly, že elastičnost, ale současně také pružnost a vlhkost se s přídavkem pohankové mouky zvyšovaly. Zvýšení vlhkosti přispělo k udržení měkkosti pečiva během skladování.

Kohezivnost

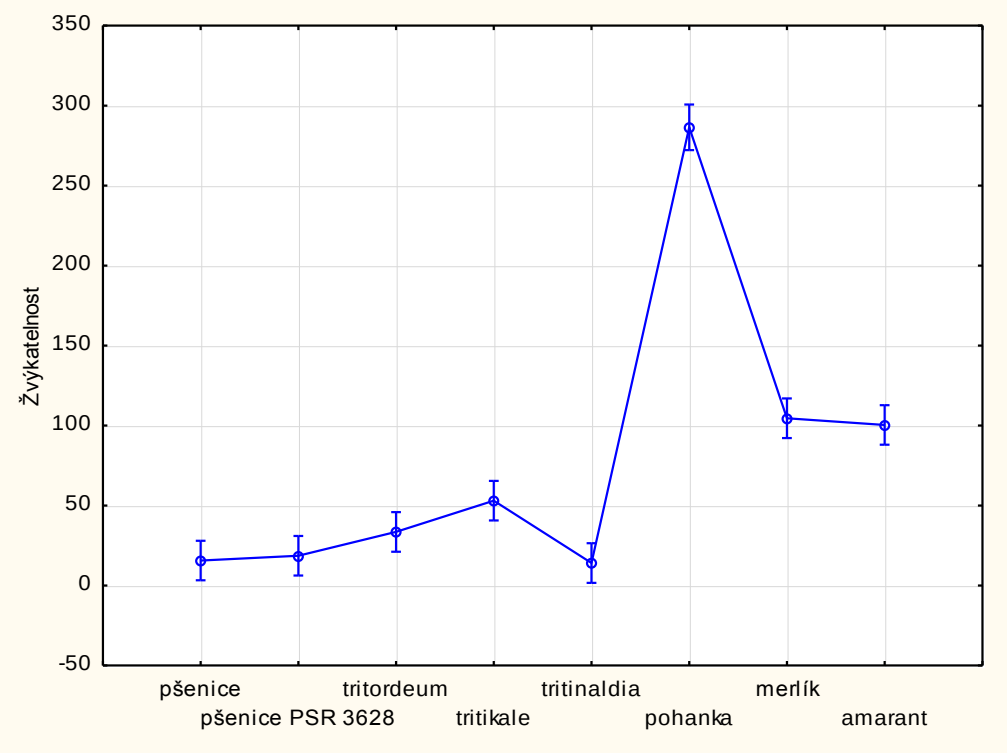
Nejvyšší kohezivnost (obr. 26), neboli pevnost vnitřní struktury vzorku projevilo pečivo z pohanky (0,927). Vzorky z tritinaldie (0,705), merlíku (0,690) a pšenice PSR 3628 (0,733) byly na podobné úrovni. Pevnost vnitřní struktury vzorků z tritordea (0,623) se podobala pevnosti vzorkům z tritikale (0,528). Nejhůře v této analýze dopadl vzorek pečiva z amarantu (0,524).



Obr. 26. Kohezivnost střídy pečiva

Žvýkatelnost

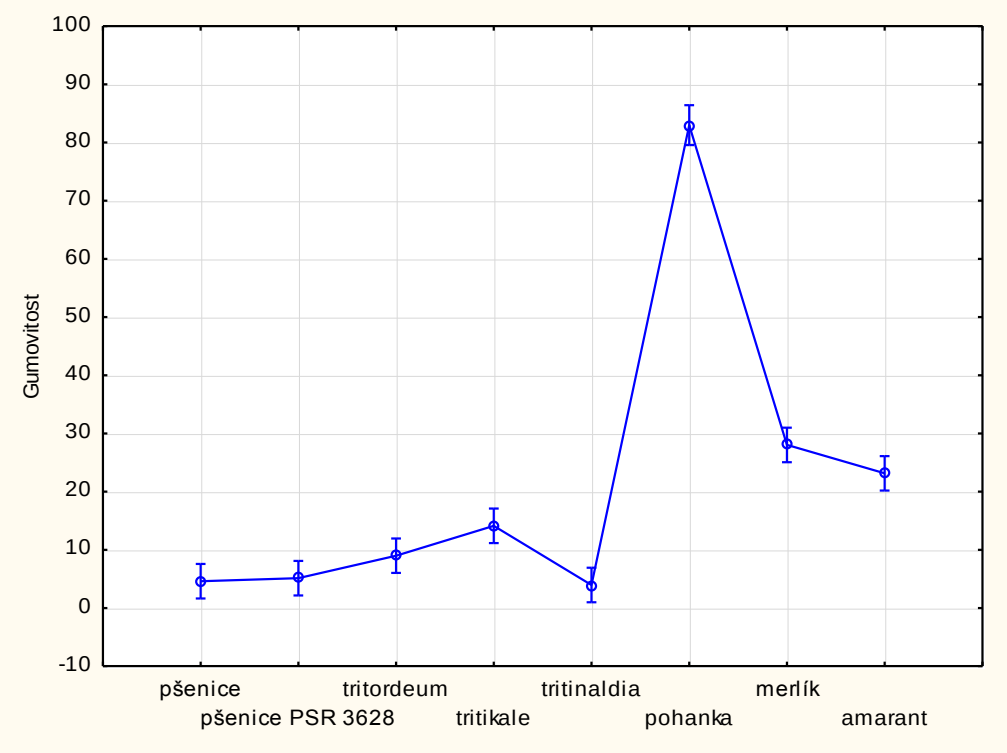
Žvýkatelnost vzorků pečiva z pšenice (15,6), pšenice PSR 3628 (18,6), tritordea a tritinaldie (14,4) se pohybovala na stejné úrovni. Nepatrně vyšší hodnota byla zjištěna u vzorku z tritordea (33,5) a tritikale (53,0). Hodnoty ještě více stouply u bezlepkových plodin – merlíku (104,6) a amarantu (100,4). Nejvyšší naměřená žvýkatelnost (286,4) byla zjištěna pečiva z pohanky, tato hodnota značně převyšovala ostatní vzorky. Celkově hodnoty žvýkatelnosti byly u skupiny bezlepkových vzorků vyšší než u vzorků obsahujících lepek. Zjištěné výsledky jsou na obrázku č. 27.



Obr. 27. Žvýkatelnost střídy pečiva

Gumovitost

Vysoká gumovitost se projevila u vzorků z pohanky (82,9). Vyšší gumovitost ve srovnání s ostatními vzorky byla identifikována u vzorků pečiva merlíku (28,0) a amarantu (23,1). Hodnoty gumovitosti u pšenice dosahovaly 4,6, u pšenice PSR 3628 5,1, tritordea 8,9 a u tritinaldie 3,9. U tritikale (14,1) byla proti nim nepatrně vyšší. Gumovitost jednotlivých vzorků jsou zaznamenány na obrázku č. 28.



Obr. 28. Gumovitost střídy pečiva

Možnosti úpravy textury bezlepkových výrobků

Tím, že stále více pacientů trpí alergií na lepkovou bílkovinu, vzrostl význam výroby bezlepkových výrobků. Při výrobě pečiva z bezlepkových surovin je třeba řešit již zmiňované problémy související s nepřítomností lepku, který má zásadní vliv na objem a texturu. Proto dochází k tomu, že jsou hledány alternativy a technologie jak docílit potřebného efektu přídavkem látek, které svými technologickými vlastnostmi nahradí lepek. Suková (2010) k této problematice konstatuje, že v Japonsku byl vyvinut přípravek (Metolose), který je ve vodě rozpustný a vytváří transparentní vysoce rozpustné roztoky. Přípravek obsahuje metylcelulozy a hydroxypropylmetylcelulozy. Při ohřevu dojde k tvorbě reverzibilního gelu a tím i ke stabilizaci tvaru pečiva během pečení. Při výrobě pečiva přípravek zlepšuje texturu a objem tak, že působí jako zahušťovadlo a tím dojde k menší drobivosti. Dále pak jako povrchově aktivní látka zabezpečí našlehání a udržení vzduchových bublin v těstě. Přispívá i k stabilizaci těsta vytvořením termogelu při teplotě 50–70°C při této teplotě ještě dochází k mazovatění škrobu a tím dojde k prodloužení doby zvětšování objemu těsta v troubě. Přípravek také dokáže maskovat nežádoucí pachuť. Výsledný výrobek se pak strukturně a senzoricky podobá pečivu s lepkem [103].

Podle studie uskutečněné v Irsku je možné pro tvorbu gelu, zahušťování a zlepšování textury použít například škroby v různých koncentracích, lokustovou gumu, karagenan, guarovou gumu, agar, nebo inulin, který působí jako prebiotikum, ale také zlepšuje objem, barvu a krájitelnost pečiva. Zajímavostí je, že ke stejnému účelu lze použít i rybí maso surimi. Maso je bez barvy a bez vůně a má vysoký obsah bílkovin a vynikající gelotvorné schopnosti. Gelotvorná schopnost je způsobena přítomností ve vodě nerozpustných myofibrilárních proteinů. Kombinace surimi a inulinu může zlepšovat strukturu, změkčovat kůrku i střídu a v neposlední řadě i zvyšovat nutriční hodnotu výrobku [63].

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo charakterizovat vybrané pseudocereálie a netradiční obiloviny, připravit pečivo a porovnat jeho parametry včetně texturních vlastností zjištěných za použití Texturometru TA.XT Plus.

Pečivo bylo vyrobeno pomocí pekařského pokusu a u získaných výrobků byl porovnán jak vzhled bochníků, barva kůrky, struktura střídy, tak parametry zahrnující hmotnost pečiva, výtěžnost těsta, výtěžnost pečiva, ztráty pečením a specifický objem výrobku. Výsledky srovnání specifického objemu jednotlivých výrobků zřetelně odhalily rozdíly mezi výrobky z pseudocereálií a ostatních netradičních plodin, úzce související s přítomností lepku. Největšího specifického objemu dosáhl vzorek pšenice, naopak nejnižší hodnota byla zjištěna u vzorku pohanky. Také u výtěžnosti těsta byly patrné rozdíly a bezlepková těsta dosahovala vyšší výtěžnosti.

Texturní profilová analýza střídy prokázala, že výrobky z plodin obsahujících lepek vykazovaly nižší tvrdost, žvýkatelnost a gumovitost v porovnání s pečivem vyrobeným z plodin bezlepkových. Pečivo z pohanky se sice projevilo jako velmi kohezivní, avšak dosáhlo mnohem vyšších hodnot žvýkatelnosti a gumovitosti ve srovnání s ostatním pečivem.

Pro pekárenskou kvalitu výrobků je velmi důležitá kvalita surovin, hlavně mouky. Protože ale pseudocereálie mají přínos pro lidské zdraví, dochází k jejich začleňování i do výroby pečiva. Mouka z pseudocereálií se míchá s pšeničnou moukou v různých poměrech a dochází také k úpravám technologií při zpracování těst. Výrobky z tritikale, tritordea a tritinaldie, nedosahují kvalit výrobků vyrobených z elitní pekařské pšenice, i když jsou nositeli pšeničných genů. Zdokonalováním vlastností plodin potřebných k zlepšení pekařské jakosti a případným využitím některých vlastností těchto plodin při pěstování pšenice se i nadále zabývá výzkumný ústav.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] ŠMAJSTRLA, Z. *Pohanka ve mlýně a v kuchyni*. 2. vydání. Rožnov pod Radhoštěm: Vydavatelství TNM, 2000. ISBN 978-80-238-5383-4.

[2] PETR, J., HRADECKÁ, D. *Základy pěstování pohanky a prosa*. 1. vydání. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, 1997. ISBN 80-7105-141-1.

[3] PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a. s., ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.

[4] RYCHLÍK, A. J. *Strava jako lék: Jáhly, kroupy, kukuřice, ovesné vločky, pohanka, slunečnice, sója a vláknina ze sušených řepných řízků v naší kuchyni*. 1. vydání. Vizovice: Lípa, 1991. ISBN 80-285-0011-2.

[5] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., PETR, J., MICHALOVÁ, A. *Pohanka a proso*. 1. vydání. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005. ISBN 80-7271-162-8.

[6] KOČ, B. Pohanka – plodina pro přežití (konzumentů i pěstitelů). *Úroda*. 1998, roč. 46, č. 3, s. 42–43. ISSN 0139-6013.

[7] Buckwheat. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.* [online]. 2010 [cit. 2012-01-08]. Dostupné z WWW: http://www.vurv.cz/altercrop/c-buckwheat.html

[8] MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. *Pěstování alternativních plodin*. 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1999. ISBN 80-7040-383-7.

[9] EDWARDSON, S. 1996: Buckwheat: Pseudocereal and nutraceutical. In: J. Janick(ed.). Progress in new crops, ASHS Press, Alexandria, V A, 195–207.

[10] WEISS, A. (ed) 2009: Isolerung und Charakterisierung potentieller Starterkulturen aus Amaranth-, Buchweisen- und Hirse-Sauertaigen. Getreidetechnologie (cereal technology) 63 (4), 68–75. ISSN 1869-2303.

[11] KREFT, I., ŠKRABANJA, V., OSVALD, J., BONAFFACIA G., 1998, Functional value buckwheat in comparisonto beat and beans. Cereal for human health and preventive nutrition – session III, 111–117.

[12] MOUDRÝ, J. *Alternativní plodiny.* 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1995. ISBN 80-7040-198-2.

[13] STEADMAN, K. J., BURGOON, M. S., SCHUSTER, R. L., LEWIS, B. A., EDWARDSON, S. E., OBENDORSF, R. L. (2000) Fagopyritols, D-chiro-inositol, and other soluble carbohydrates in buckwheat seed milling fractions, Journal of Agricultural and Food Chemictry 48(7), s. 2843–284.

[14] GABROVSKÁ, D., FIEDLEROVÁ, V., HOLASOVÁ, M., MAŠKOVÁ, J., OUHRABKOVÁ, J., RYSOVÁ, J., WINTEROVÁ, R., MICHALOVÁ, A. Nutriční kvalita minoritních obilovin a pseudo-obilovin. In: *Sborník referátů a posterů u odborné konference, výzkum minoritních obilovin v ČR a jejich uplatnění v lidské výživě*. Praha: VURV, 2003, s. 19–23.

[15] NAJMAN, L., DVOŘÁK, J., CHLOUPKOVÁ, V., BEDÁŇOVÁ, I., HOVORKA, M. *Hygiena vegetábilií*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989. ISBN 80-85114-96-8.

[16] EGLI, I., DAVIDSSON, M. A., JUILLERAT, D., BARCLA, Y. D., HURRELL, R. (2003): Phytic acid degradation in complementary four using phytase naturaly occuring in vhole grains cereals, Journal of Food Science 68, s. 1855–1859.

[17] ALVAREZ-JUBETE, L., ARENDT, E. K., GALLAGHER, E. Nutritive value of pseudocereals and thein increasing use as functional glutenfree Ingredients, Trends in Food Science & Technology 21 (2010) 106–113.

[18] HRUŠKOVÁ, M., VÍTOVÁ, M., ŠVEC, I. Těstoviny přídavkem netradičních plodin. *Mlynářské noviny*. 2007, roč. 18, č. 4, s. 7–9. ISSN 1214-6374.

[19] Soba 蕎麦. *Japonet.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z WWW: http://www.japonet.cz/A10f

[20] Pics from the Farm: Chapattis. In: *WordPress.com weblog* [online]. 2010 [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: http://lukemmy.wordpress.com/2010/04/01/pics-from-the-farm/

[21] World Grain, Alternativa pšenice. *Mlynářské noviny.* 2007, roč. 18, č. 1, s. 7–9, ISSN 1214-6374.

[22] Bliny. *Rusko-info.cz* [online]. 2007-2009 [cit. 2012-02-04]. Dostupné z WWW: http://www.rusko-info.cz/files/images/bliny.jpg

[23] Pizzoccheri. *Anson Mills* [online]. 2012 [cit. 2012-02-04]. Dostupné z WWW: http://www.ansonmills.com/images/recipes/images/Pizzoccheri

[24] LI, S., ZHANG, Q. H., Advances in the development of functional fouds from buckweat, 2001, Food science and nutrition, 41 (6), s. 451–464.

[25] STRÝČKOVÁ, J., TESLÍKOVÁ, K. *Pod pokličkou*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství XYZ, 2005. ISBN 80-86864-38-3.

[26] KOHOUT, P., PAVLÍČKOVÁ, J. *Amaranth, vaříme a pečeme z pokladu starých Inků*. 1. vydání. Čestlice: Medica Publishing, 2000, ISBN 80-85936-34-8.

[27] ELZEBROEK, A. T. G. *Guide to cultivated plants*. CAB International, 2008, ISBN 978-1-84593-356-2.

[28] JAROŠOVÁ, J., MICHALOVÁ, A., VAVRIENOVÁ, S., MOUDRÝ, J. *Pěstování a využití amarantu*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999. ISBN 80-7271-042-7.

[29] PROCHÁZKA, I. *Pěstování méně známých polních plodin*. 1. vydání. Třebíč-Střítež: Nakladatelství FEZ, 1996. ISBN 80-901789-4-4.

[30] MICHALOVÁ, A. Laskavec (Amarantus L.). *Výživa a potraviny*. 1999, č. 1, s. 13–16, ISSN 1211-846X.

[31] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I.* 3. vydání. Tábor: Nakladatelství OSSIS, 2009, ISBN 978-80-86659-15-2.

[32] PETR, J., MICHALÍK, J., TLASKALOVÁ-HOGENOVÁ, H., CAPOUCHOVÁ, I., FAMĚTA, O., URMENSKÁ, D., TUČKOVÁ, L., KNOBLOCHOVÁ, H. Extention of the Spektra of Plant Products of the Diet in Coeliac Disease, 2003, *Czech J. Food Sci.* 21 (2), s. 59–70.

[33] HERZIG, I., PÍSAŘÍKOVÁ, B., SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., *Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů – Amarant jako alternativní proteinové krmivo*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 2007.

[34] KOHOUT, P., PAVLÍČKOVÁ, J., *Amaranth, vaříme a pečeme z pokladů starých Inků*. 1. vydání. Česlice: Nakladatelství Pavla Momčilová, 2000, ISBN 80-85936-34–8.

[35] MILES, C. W., KELSAY, J. L., WONG, N. P. Effect of dietary fiber on the metabolizable energy of human diets, 1988, *J. Nutr.*, 118, 1075–1081.

[36] BECKER, R. Preparation, composition, a nutritional implications of amaranth seed oil, 1989, *Cereal Foods World*, 34, 950–953.

[37] JABLONSKÝ, M. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky.* Praha: Grada publishing, 2005. ISBN 80-247-1114-1.

[38] BERGHOFER, E., SCHOENLECHNER, R. *Pseudocereales – an overview*. Departement of Food Science and Technology. Vídeň: University of Natural Resources and Applied Life Science, 2006.

[39] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným.* 1. vydání. Praha: ÚZPI, 2007. ISBN 978-80-7271-184-0.

[40] PEJCHA, J., MOUDRÝ, J. Merlík chilský (Chenopodium quinoa). *Farmář.* 2000, roč. 6, s. 18, ISSN 1210–9789.

[41] Quinoa Corporation. *Quinoa* [online]. 2012 [cit. 2012-01-15]. Dostupné z WWW: http://www.quinoa.net/106.html

[42] AHAMED, N. T., SINGHAL, S. R., KULKARNI, P. R., PAL, M. Physicochemical and functional properties of Chenopodium quinoa starch, Carbohydrate Polymers 31, 99–103.

[43] MICHALOVÁ, A., KULICHOVÁ, P., CEPKOVÁ, P. Quinoa – nové plodiny v evropských podmínkách. In: *Sborník referátů a posterů z odborné konference Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR*. Praha: VÚRV, 2001, s. 31–35.

[44] RIDOUT, C. L., PRICE, L. R., DUPONT, M. S., PARKER, M. L., FENWICH, G. R. Quinoa saponins -analysis and prelimenary investigaions into effects of reduction by processing. *J Sci Food Agric,* 1991; 54: 165–76.

[45] MICHALOVÁ, A., ČEPKOVÁ, P., KULICHOVÁ, P. Quinoa-merlík čilský. *Úroda.* 1999, roč. 47, č. 11, s. 18, ISSN 0139-6013.

[46] Bezpečnost potravin. A-Z slovník pro spotřebitele: Merlík chilský. *Agronavigátor* [online]. 2012 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z WWW: http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92036

[47] MICHALOVÁ, A., KULICHOVÁ, P., ČEPKOVÁ, P. Quinoa – Merlík čilský. *Výživa a potraviny*. 1999, č. 5, s. 141–142, ISSN 1211-846X.

[48] Recetas: Pan y Galletas: Quinoa en panaderia. *Foods & Beverages* [online]. 2012 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: http://ccbolgroup.com/quinoa_recetas.html#PAN

[49] Quinoa. *Purdure Agriculture* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z WWW: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/V2-222.html

[50] KVASNIČKOVÁ, A. Merlík chilský- perspektivní plodina pro 21. století. *Agro*. 2003, roč. 3, č. 7, s. 18–20, ISSN 1214-0643.

[51] PETR, J., STEHNO, Z. *Pěstování a využití triticale*. Metodiky pro zemědělskou praxi. Praha: ÚZPI, 1997, s. 5-24. ISBN 80-86153-05-3.

[52] ZIMOLKA, J. *Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba*. 2. vydání. Brno: MZLU, 2008. ISBN 978-80-7375-230-9.

[53] PETR, J. *Tritikale* 1. vydání. Praha: Editpress, 1991, ISBN 80-213-0108-2.

[54] PETR, J. Obiloviny do méně příznivých podmínek. *Úroda*. 2005, roč. 57, č. 7, s. 1–3, ISSN 0139-6013.

[55] HAJŠLOVÁ, J., P. MARTÍEK, J. ČEPL a J. HOMOLA. *Závěrečná zpráva*: *Projekt NPV II č.2B06168 – AKRYLAMID: Strategie zajištění chemické bezpečnosti tepelně opracovaných výrobků z brambor a cereálií*. Praha: VŠCHT, 2011, s. 98.

[56] SW Talentro. *SW* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z WWW: http://www.swseed.de/

[57] ŠTOLCOVÁ, M. *Základy pěstování triticale*. 2. vydání. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, 1996. ISBN 80-7105-123-3.

[58] PELIKÁN, M., HRUBÝ, J., BADALÍKOVÁ, B., KUČEROVÁ, J. Výnos a technologická jakost jarního triticale. *Rostlinná výroba*. 1998, roč. 11, č. 8, s. 337–345.

[59] PELIKÁN, M., HRUBÝ, J., BADALÍKOVÁ, B., PROKEŠ, J. Výnos a technologická jakost vybraných odrůd triticale. *Úroda.* 1999, roč. 47, č. 5, s.14–15, ISSN 0139-6013.

[60] PETR, J., LOUDA, F. *Produkce potravinářských surovin*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1998. ISBN 80-7080-332-0.

[61] MERGOUM, M., GOMEZ-MACPHERSON, H. Triticale improvement and production. *FAO Plant Production and Protection Paper 179*. Rome, 2004, 157 s.

[62] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., a kolektiv autorů. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?* 1. vydání. Praha: KEY Publishing s.r.o., 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.

[63] KOPÁČOVÁ, O. Alternativy pšeničné mouky. *Mlynářské noviny*. 2006, roč. 17, č. 5/6, s. 12–13, ISSN 1214-6374.

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

[65] Wheat Protein. UBC *Faculty of Land and Food Systems* [online]. 2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: http://www.landfood.ubc.ca/

[66] KUČEROVÁ, J. *Bílkovinné frakce tritikale*. Brno, 1999. Dizertační práce. 159 s.

[67] NASEPOLE, Tritikale-Žitovec v našem současném obilnářství. *Mlynářské noviny*. 2008, roč. 19, č. 3, s. 15, ISSN 1214-6374.

[68] Getreide Mag, Tritikale-ideální plodina pro produkci bioetanolu. *Mlynářské noviny*. 2007, roč. 18, č. 6, s. 15, ISSN 1214-6374.

[69] HRUŠKOVÁ, M. Vlastnosti mouky tritordea. *Mlynářské noviny*. 2008, roč. 19, č. 1, s. 6–7, ISSN 1214-6374.

[70] ALVAREZ, J. B., BALLESTEROS, J., ARRIAGA, H. O., MARTIN, L. M. The Rheological Properties and Baking Performance of Flours from Hexaploid Tritordeums, 1995, Journal of Cereal Science, volume 21, pages 291-299.

[71] ING. PETR MARTINEK, CSc. *Tritordeum*. 2011.

[72] MARTINEK, P. Parametry jakosti zrna u tritordea. *Kvalita rostlinné produkce: současnost a perspektivy směrem k EU*, VÚRV, 2003.

[73] Products: Tritordeum. *Agrasys S. L.* [online]. 2012 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: www.agrasys.es/en/product-tritordeum.html

[74] HRUŠKOVÁ, M. Hodnocení jakosti tritordea. *Mlynářské noviny*. 2008, roč. 19, č. 4, s. 10–12, ISSN 1214-6374

[75] MARTINEK, P., BEDNÁŘ, J., VYHNÁLEK, T., JEDLIČKOVÁ, D. Possibilities of synthetic amphiploid use for enlargement of genetic diversity in wheat, 2001, *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 4, 2001, mimořádné číslo, s. 285-289.

[76] Broad Applications: Tritordeum. *Vivagran* [online]. 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: http://www.vivagran.es/7.html

[77] GALESHI, L., PELLEGRINI, L. Purification and some properties of an aminopeptidase from endosperm of Haynaldoticum sardoum Meletti et Onnis, 1989, *New Phytol*. 113, 301–306.

[78] MELETTI, P. Denti de cani" spontagenous hexaploid wheat: agronomic and technological characteristic. Sementi Elette, 12, 1996, 6: 33–41.

[79] JEŽÍŠKOVÁ, I., BEDNÁŘ, J. *Studium zásobních proteinů XHaynaldoticum saroum.* Brno: Mendlova zemědělská a lesnická fakulta, Ústav botaniky a fyziologie rostlin, 2003.

[80] VEŠKRNA, O., CHRPOVÁ, J., ŠÍP, V., SEDLÁČEK, T., HOŘČIČKA, P. Response of Wheat Varieties to the Infection with Barley Yellow Dwarf Virus and Prospects for Resistance Breeding, Research Centre SELTON, Czech J. Genet. Plant Breed., 45, 2009, s. 45–56.

[81] ČSN 56 0512-7. *Metody zkoušení mlýnských výrobků část 7 – Stanovení vody.* Praha: Český normalizační institut, 1993.

[82] ČSN EN ISO 712. *Obiloviny a výrobky z obilovin – Stanovení vlhkosti – Praktická referenční metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2010.

[83] ICC standard 115/1 *Stanovení vaznosti vody a reologických vlastností na přístroji* Farinografu. International Association of Cereal Science and Technology. 2000. 11. s.

[84] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. *Základy pekárenské technologie*. Praha: Pekař a cukrář s. r. o., 2003. ISBN 80-902922-1-6.

[85] ČSN 461011-9. *Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Zkoušení obilovin. Stanovení mokrého lepku. Stanovení tažnosti lepku. Stanovení bobtnavosti lepku.* Praha: Český normalizační institut, 1993. 5 s.

[86] ICC standard No. 131. *Pekařský pokus*. International Association of Cereal Science and Technology, 2010. 13 s.

[87] SZCZESNIAK, A. S. Texture in a sensory properte. *Food Quality and preference, 2003,* 13 (4): 215-225. ISSN 0950-3293.

[88] JANOUŠKOVÁ, D., HÁLA, M. *Pravděpodobnost a matematická statistika.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-01827-X.

[89] ROGALEWICZ, V. *Pravděpodobnost a statistika pro inženýry*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-01740-0.

[90] ARMERO, E. Concepcio´n Collar Texture properties of formulated wheat doughs Relationships with dough and bread technological, *Lebensm. Unters Torsch A*, 1997, 204, 136–145.

[91] HAUPTVOGEL, P. *Obiloviny a pseudoobiloviny: Nové zdroje pre výrobu funkčních potravín (funkčné múky). Kvalita, bezpečnosť primárnych potravinových zdrojov.* Piešťany: VÚRV: 2005, str. 27–30.

[92] VARGA, J., LÍŠKA, E., ŽAJOVÁ, A., POSPÍŠIL, R. *Triticale*. Nitra: ÚVTIP-NOI, 2000. s. 3–11, ISBN 80-85330-71-7.

[93] JANCUROVÁ, M., MINAROVIČOVÁ, L., DANDÁR, A. Quinoa – a Review. *Czech J.Food Sci.* 2009, roč. 27, s. 71–79.

[94] LORENZ, K., COULTNER, L. Quinoa flour in baked products. *Plants Foods, for Human Nutrition*. Volume 41, Issue 3, pages 213–223, 1991. ISSN 09219668.

[95] SCHOBERT, T. J., MESSERSCHMIDT, M., BEAN, S.R., PARK, S., ARENDT, E. K. Gluten-free bread, from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chem*. 82:394–404.

[96] DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MOROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J. *Základy potravinářských technológií.* Bratislava: Malé centrum, 1996. ISBN 80-967064-1-1.

[97] SERGIO, G., ATIENZA, S. G., BALLESTEROS, J., MARTIN, A., HORNERO-MENDEZ, D. Genetic Variability of carotenoid concentration and degrese of esterification among Tritordeum (Tritordeum Ascherson et Graebner) and durum wheat accessions. *J. Agric. Food Chem*., 55, 10, 4244–4251.

[98] MUCHOVÁ, Z. *Faktory ovplyvňujúce technologickú kvalitu pšenice a jej potravinárske využiti*. Nitra: SPU, 2001. 122 s.

[99] CALDERON DE LA BARCA, A. M., ROJAS-MARTINÉZ, M. E., ISLAS-RUBIO, A. R., CABRERA-CHÁVES, F. Gluten-Free Breads and Cookies of Raw and Popped Amaranth Flours with Attractive Technological and Nutritional Quasi ties, 2010, *Plant Foods Hum Nutr* 65:241–246.

[100] ALVAREZ-JUBETE, L., AUTY, M., ARENDT, E. K., GALLAGHER, E. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations, 2010, *Eur Food Res Technol*, 230:437–445.

[101] TORBICA, A., HADNADEV, M., DAPČEVIČ, T. Rheogical, textural and senzory properties of gluten – free bread formulation s based on rice and buckwheat flour, 2010, *Food Hydrocolloids* 24, 626–632.

[102] WRONKOWSKA, M., ZIELINSKA, D., SZAWARA-NOWAK, D., TROSZYNSKA, A., SORAL-SMIETANA, M. Antioxidative and reducing capa city, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced glu ten-free bread, *International Journal of Food Science and Technology*, 2010, 45, 1993–2000.

[103] SUKOVÁ, I. Zlepšení textury a zvýšení objemu bezlepkového pečiva lze dosáhnout přídavkem „Metolose“, 2010, *Lebensmitteltechnik*, 42, Č. 7/8, s. 40.

[104] HORÁKOVÁ, V. a kolektiv autorů. *Seznam doporučených odrůd 2011. Přehled odrůd 2011.* 1. vydání. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový ústav, 2011, ISBN 978-80-7401-043-9.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Pohanka 14

Obr. 2 Nažky pohanky 16

Obr. 3 Nudle Soba 20

Obr. 4 Chapattis 21

Obr. 5 Bliny 21

Obr. 6 Pizzoccheri 22

Obr. 7 Amarant 24

Obr. 8 Merlík chilský 32

Obr. 9 Pečivo s přídavkem merlíku 35

Obr. 10 Tritikale SW Talentro 36

Obr. 11 Propojení gliadinu a gluteninu 40

Obr. 12 Tritordeum 42

Obr. 13 Tritinaldia 44

Obr. 14 Pšenice PSR 3628 45

Obr. 15 Výskyt velkých děr 55

Obr. 16 Trhlina u pohanky 55

Obr. 17 Trhlina u amarantu 56

Obr. 18 Hmotnost pečiva 58

Obr. 19 Výtěžnost těsta 59

Obr. 20 Výtěžnost pečiva 60

Obr. 21 Ztráty pečením 61

Obr. 22 Specifický objem pečiva 62

Obr. 23 Tvrdost střídy pečiva 63

Obr. 24 Lepivost střídy pečiva 64

Obr. 25 Elasticita střídy pečiva 65

Obr. 26 Kohezivnost střídy pečiva 66

Obr. 27 Žvýkatelnost střídy pečiva 67

Obr. 28 Gumovitost střídy pečiva 68

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Porovnání pohanky seté a tatarské 15

Tab. 2. Nutriční složení pohankových krup, pohankové mouky tmavé a světlé (g/100g) 22

Tab. 3. Obsah aminokyselin v pohance a amarantu (g vztaženo na 16 g dusíku) 27

Tab. 4. Podíl jednotlivých frakcí u tritikale a pšenice (%) 39

Tab. 5. Přehled vybraných kvalitativních parametrů 52

Tab. 6. Vyhodnocení pekařského pokusu 57

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: VYBRANÉ ODRŮDY POHANKY

Příloha P II: VYBRANÉ ODRŮDY AMARANTU

Příloha P III: VYBRANÉ ODRŮDY TRITIKALE

Příloha P IV: POTRAVINÁŘSKÁ JAKOST PŠENICE

Příloha P V: TEXTUROMETR TA.XT Plus

Příloha P VI: PEKAŘSKÝ POKUS

PŘÍLOHA P I: VYBRANÉ ODRŮDY POHANKY

Počátkem 20. stol. se u nás pěstovala v podhorských oblastech odrůda Česká krajová, Lipnovská a Viglašská.

V 50. letech 20. století byly povoleny 2 odrůdy:

- **Moravská krajová** – pocházela z Valašska, středně raná, registrována v roce 1957
- **Slovenská krajová –** pocházela z oblasti Prešova a byla středně raná

V 60. letech 20. století byla povolena odrůda:

- **Doksanská** – vznikla z odrůd, které přivezli Volynští Češi z bývalého SSSR po druhé světové válce.

V současné době dochází ke šlechtění dalších odrůd, které jsou přizpůsobovány našim půdním a klimatickým podmínkám. Mezi ně patří například:

Pyra

Byla v roce 1990 vyšlechtěna v šlechtitelské stanici Horní Moštenice. Jedná se o odrůdu, která je středně raná a vznikla z krajových odrůd oblasti Beskyd a Slovenska.

Jana

Byla povolena v České republice v roce 1997. Byla vyšlechtěna z ruských odrůd a je poloraná. Lze ji pěstovat ve všech pěstitelských oblastích a vyšší výnos lze zabezpečit včasným výsevem.

Kara – Dag

Ukrajinská odrůda, středně raná. Výrazně vyšší výnos než ostatní odrůdy.

Špačinská 1

Odrůda vyšlechtěna v roce 1998 na Slovensku (Borovce – Špačince). Od roku 2002 povolena v České republice. Vysoce výnosná odrůda s dobrou odolností k houbovým chorobám [5].

PŘÍLOHA P II: VYBRANÉ ODRŮDY AMARANTU

Olpir *Amarantus cruentus*

Vznikl v Olomouci křížením bělosemenných forem *Amarantus cruentus*.Jedná se o odrůdu ranou s menší náročností na teplotu v době vzcházení . Charakteristický je rychlý růst.

K-283 *Amarantus cruentus*

Vznikl ze dvou forem *Amarantus cruentus* z USA. Odrůda je raná s krátkou vegetační dobou. Charakteristický je nízký vzrůst.

No-1008 *Amarantus hypochondriacus*

Získaný výběrem z původních nepálských farem. Odrůda je raná a tolerantní k horším půdním podmínkám.

K-432 *Amarantus* hybrid

Hybrid vznikl křížením *Amarantus hypochondriacus* a *Amarantus hybridus* (pocházející z USA). Odrůda je charakteristická nejdelší vegetační dobou a a je vhodná do teplých oblastí.

K-433 *Amarantus* hybrid

Mezidruhový kříženec původem z USA. Charakteristický vysokým výnosem, vhodný pro teplejší stanoviště, středně raný, nízký vzrůst.

Koniz *Amarantus hypochondriacus*

Meziodrůdový kříženec odrůd původem z Ruska. Vznikl v Olomouci a je ranější a méně náročný na teploty [28].

PŘÍLOHA P III: VYBRANÉ ODRŮDY TRITIKALE

TRITIKALE JARNÍ

Legalo

Odrůda registrována v roce 2004. Polopozdní odrůda, rostliny středně vysoké, zrno středně velké.

Kargo

Odrůda registrována v roce 2005. Polopozdní odrůda, rostliny středně vysoké, zrno středně velké až malé.

Dublet

Odrůda registrována v roce 2008. Polopozdní odrůda, rostliny středně vysoké, zrno středně velké, vysoký výnos zrna

TRITIKALE OZIMÉ

SW Talentro

Odrůda registrována v roce 2007. Středně raná odrůda, rostliny nízké, zrno velké.

Pawo

Odrůda registrována v roce 2008. Středně raná odrůda, rostliny středně vysoké, zrno středně velké.

Tulus

Odrůda registrována v roce 2009. Středně raná odrůda, rostliny středně vysoké, zrno středně velké.

Amarillo 105

Odrůda registrována v roce 2011. Velmi raná odrůda, rostliny středně vysoké, zrno malé [104].

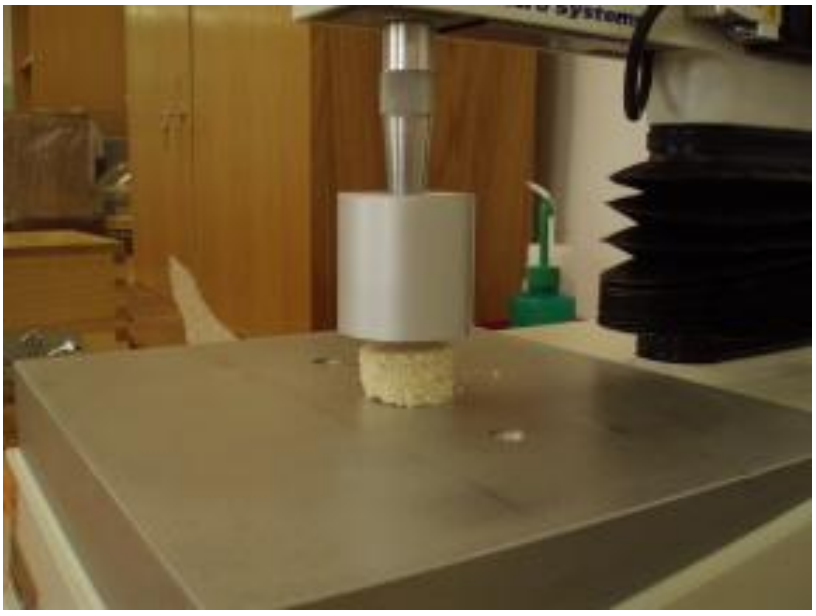
PŘÍLOHA P IV: POTRAVINÁŘSKÁ JAKOST PŠENICE

Pšenice, které jsou vhodné pro pekařské zpracování (převážně výroba kynutých těst) se člení podle jakosti do skupin:

- Elitní pšenice E — velmi dobré, zlepšující
- Kvalitní pšenice A — dobré, samostatně zpracovatelné
- Chlebová pšenice B — doplňkové, zpracovatelné ve směsi
- Nevhodné pšenice C — odrůdy, které nejsou vhodné pro výrobu kynutých těst

V systému pro hodnocení pekařské kvality jsou zahrnuty přímá a nepřímá hodnocení. Ta jsou pak podle významu rozdělena na hlavní a doplňková. Hlavní mají vliv na zařazení odrůdy do jakostní kategorie. Doplňková pak slouží k další specifikaci jakosti odrůdy. Mezi hlavní kritéria patří například vaznost mouky a mezi doplňkové kriterium patří například farinografické údaje [104].

PŘÍLOHA P V: TEXTUROMETR TA.XT PLUS



PŘÍLOHA P VI: PEKAŘSKÝ POKUS

Pšenice

PSR 3628

Tritordeum

Tritikale

Tritinaldia jarní

Pohanka

Merlík chilský

Amarant