Chemické a senzorické hodnocení výrobků na bázi amarantu a merlíku

Bc. Iveta Trávníčková

Diplomová práce
2011

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Iveta TRÁVNÍČKOVÁ**
Osobní číslo:	**T09672**
Studijní program:	**N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Téma práce:	**Chemické a senzorické hodnocení výrobků na bázi amarantu a merlíku**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Základní charakteristika pseudocereálií.**
2. **Význam amarantu a merlíku ve výživě.**

II. Praktická část

1. **Stanovení základních složek u vybraných vzorků na bázi amarantu a merlíku.**
2. **Senzorické hodnocení u vybraných vzorků na bázi amarantu a merlíku.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PRUGAR, J. a kol. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Praha 2003.
[2] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1, OSSIS, Tábor 1999.
[3] JAROŠOVÁ, J., MICHALOVÁ, A., VAVREINOVÁ, S., MOUDRÝ, J. Pěstování a využití amarantu, ÚZPI, Praha 1997.
[4] ŽELEZNÁ, A. Nedoceněné krmné plodiny, ÚZPI, Praha 1998.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marta Severová**
Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce: **25. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2011**

Ve Zlíně dne 21. března 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta technologická
L.S.

doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: IVETA TRÁVNÍČKOVÁ Obor: THEVP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby [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 19.5.2011

Iveta Trávníčková

[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 v teoretické části zaměřena na základní charakteristiku a využití amarantu a merlíku. Dále byl popsán jejich význam ve výživě a principy stanovení vybraných základních komponent. Praktická část se zabývá stanovením vybraných složek a senzorickým hodnocením výrobků z amarantu a merlíku.

Klíčová slova: amarant, merlík, výživa, chemické složení, senzorické hodnocení.

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis focuses on the basic characteristics and utilization of amaranth and quinoa. Their importance for nutrition and principles to determinate selected components has also been described. The practical part deals with the designation of selected components and sensory evaluation of products from amaranth and quinoa.

Keywords: amaranth, quinoa, nutrition, chemical composition, sensory evaluation.

Děkuji vedoucí diplomové práce Ing. Martě Severové za odborné vedení, cenné rady a připomínky při vypracování.

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.

OBSAH

ÚVOD **11**

I TEORETICKÁ ČÁST **12**

1 LASKAVEC - AMARANT **13**

1.1 CHARAKTERISTIKA 13

1.1.1 Botanická charakteristika 13

1.1.2 Požadavky na prostředí 15

1.1.3 Sklizeň a posklizňová úprava 16

1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ 16

2 MERLÍK CHILSKÝ - QUINOA **21**

2.1 CHARAKTERISTIKA 21

2.1.1 Botanická charakteristika 21

2.1.2 Požadavky na prostředí 22

2.1.3 Sklizeň a posklizňová úprava 22

2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ 23

3 VÝZNAM AMARANTU A MERLÍKU VE VÝŽIVĚ **25**

3.1 LÉČIVÉ ÚČINKY PSEUDOCEREÁLIÍ 25

3.2 MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ A VYUŽITÍ AMARANTU 27

3.3 MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ A VYUŽITÍ MERLÍKU 30

4 POUŽITÉ METODY ANALÝZY ZÁKLADNÍCH SLOŽEK **32**

4.1 STANOVENÍ VLHKOSTI 32

4.2 STANOVENÍ ŠKROBU 32

4.3 STANOVENÍ TUKŮ 33

4.4 STANOVENÍ BÍLKOVIN 33

4.5 STANOVENÍ AMINOKYSELIN 34

4.6 STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY 34

5 SENZORICKÉ HODNOCENÍ VÝROBKŮ **35**

5.1 HODNOTITELÉ 35

5.2 PREFERENČNÍ ZKOUŠKA 35

II PRAKTICKÁ ČÁST **37**

6 CÍL PRÁCE **38**

7 MATERIÁL A PŘÍSTROJE **39**

7.1 VZORKY 39

7.1.1 Vzorky použité při chemickém stanovení 39

7.1.2 Vzorky použité při senzorickém hodnocení 39

7.2 CHEMIKÁLIE A PŘÍSTROJE 40
7.2.1 Stanovení vlhkosti 40
7.2.2 Stanovení škrobu 40
7.2.3 Stanovení tuků 41
7.2.4 Stanovení bílkovin 41
7.2.5 Stanovení aminokyselin 41
7.2.6 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny 42
7.2.7 Senzorické hodnocení 42
8 METODIKA PRÁCE 43
8.1 CHEMICKÁ ANALÝZA 43
8.1.1 Stanovení obsahu vody 43
8.1.2 Stanovení škrobu 43
8.1.3 Stanovení tuku 44
8.1.4 Stanovení bílkovin 45
8.1.5 Stanovení aminokyselin 45
8.1.6 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny 46
8.2 SENZORICKÁ ANALÝZA 48
9 VÝSLEDKY A DISKUZE 49
9.1 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ CHEMICKÉ ANALÝZY 49
9.1.1 Stanovení vlhkosti 49
9.1.2 Stanovení obsahu škrobu 50
9.1.3 Stanovení obsahu tuku 50
9.1.4 Stanovení obsahu bílkovin 50
9.1.5 Stanovení obsahu aminokyselin 52
9.1.6 Stanovení obsahu vlákniny 54
9.2 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKU SENZORICKÉ ANALÝZY 56
9.2.1 Pufované výrobky 56
9.2.1.1 Pořadový test 56
9.2.1.2 Párová zkouška 57
9.2.1.3 Porovnávací test 57
9.2.1.4 Pořadový test 58
9.2.2 Sušenky 58
9.2.2.1 Porovnávací test 58
9.2.2.2 Párová zkouška 59
9.2.3 Extrudované výrobky 59
9.2.3.1 Pořadový test 59
9.2.3.2 Párová zkouška 60
9.2.4 Těstoviny 60
9.2.4.1 Porovnávací test 60
9.2.4.2 Pořadový test 61
9.2.4.3 Párová zkouška 61
ZÁVĚR 62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 63
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 68
SEZNAM OBRÁZKŮ 69

SEZNAM TABULEK **70**
SEZNAM PŘÍLOH **71**

ÚVOD

Do skupiny pseudocereálií (pseudoobilovin) se řadí dvouděložné rostliny z botanicky odlišných čeledí, jako pohanka z čeledi *Polygonanceae*, merlík chilský z čeledi *Chenopodiaceae* a laskavec z čeledi *Amaranthaceae*. Přes svou botanickou odlišnost mají jejich semena složení podobné obilovinám, čemuž odpovídá i obdobný způsob zpracování a využití.

Pseudocereálie vzhledem k nízkému stupni prošlechtění dosahují nižších výnosů, a proto nejsou tak rozšířeny.

Pseudocereálie nahrazují, rozšiřují a doplňují sortiment běžných obilnin. Všeobecně se vyznačují specifickými kvalitativními vlastnostmi (chuťové, nutriční, zdravotní aj.), jsou součástí racionální výživy, léčebných diet i tzv. funkčních potravin a mohou se dobře uplatnit i v přírodní farmacii či kosmetice.

Vzhledem k vyššímu obsahu účinných látek a absenci lepkových bílkovin se využívají pro přípravu specifických diet při celiakii, ateroskleróze, cukrovce atd. Laskavec, merlík i pohanka jsou využitelné i jako zelenina, či krmivo a vzrůstné formy laskavce i pro energetické účely.

V praktické části byly stanoveny vybrané základní složky (obsah vody, škrobu, tuku, bílkovin, aminokyselin a vlákniny) výrobků na bázi amarantu a merlíku. Rovněž bylo provedeno jejich senzorické hodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LASKAVEC - AMARANT

Laskavec patří mezi kosmopolitní rostliny a některé druhy jsou po tisíce let využívány jako zelenina či zrnina. Pochází ze Střední a Jižní Ameriky, kde byl kulturní rostlinou indiánských kmenů – Inků, Aztéků a Mayů. Španělští kolonizátoři byli při vstupu na tento kontinent překvapeni dobrým stavem původního obyvatelstva a přisuzovali to právě významnému podílu amarantu ve výživě. Když chtěli potlačit domorodé obyvatele, zakazovali proto pod vysokými tresty pěstování amarantu. Tak byl vytlačen do odlehlých horských oblastí. Mezi další významné oblasti pěstování laskavce patří jihovýchodní Asie (Indie, Nepál, Tibet a Čína), kde je také využíván [1, 2].

Archeologické nálezy prokázaly pěstování a využívání laskavce 5 000 – 8 000 let př. n. l. V době objevení Ameriky byl laskavec spolu s kukuřicí a fazolemi nejrozšířenější plodinou. V Evropě byl spíše znám jako okrasná rostlina.

Dnes je laskavec považován za plodinu 21. století. Rozšíření jeho pěstování do chudých krajin třetího světa může přispět k řešení hladu v těchto oblastech [1].

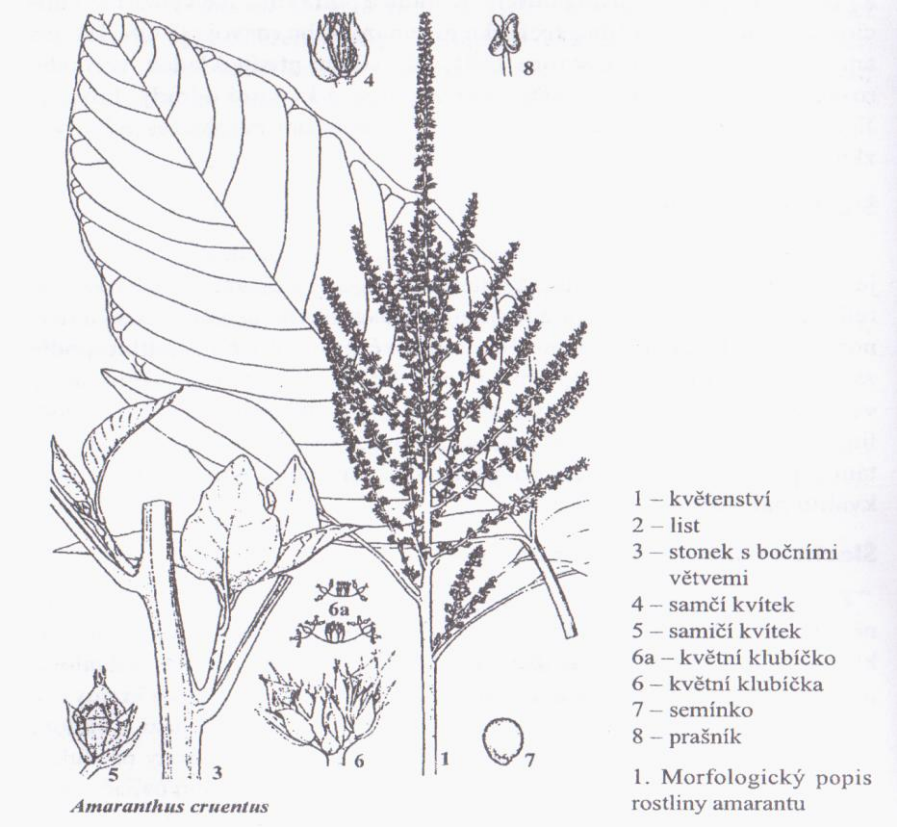
1.1 Charakteristika

1.1.1 Botanická charakteristika

Amarant (*Amaranthus*) se řadí do čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Název je odvozen z řečtiny a znamená „nesmrtelný, nevadnoucí“, český název – laskavec, lidově se též nazývá „květ milosti“. U Inků byla tato rostlina svatým, či zázračným zrnem – „zlatem Inků“ [1].

Amarant je jednoletá dvouděložná rostlina. Většina forem vytváří hluboko pronikající kořen. Přímý nebo rozložitý stonek, který se více či méně větví, může dosahovat délky až 2 m. Stonek je zbarven zeleně nebo může být různě pigmentován. Listy jsou střídavé, stopkaté a celistvé, s anatomií charakteristickou pro typy rostlin s C_4 fotosyntézou. Značná variabilita je v jejich tvaru, velikosti i barvě. Z hlediska pohlavnosti se dělí druhy rodu *Amaranthus* na jednodomé a dvoudomé. V obou případech jsou základní jednotkou květenství malé složené vrcholíky – květní klubíčka, která jsou tvořena květy samčími nebo samičími či květy obou typů. Základní struktura klubíčka je stejná u jednodomých i dvoudomých druhů. U skupiny jednodomých druhů byly popsány dva odlišné způsoby uspořádání květů.

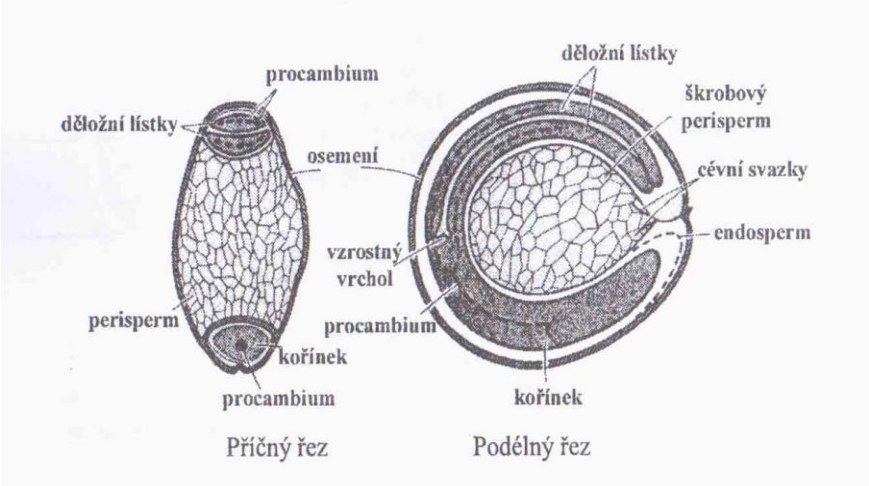
Pro semenné druhy je typické, že v každém klubíčku je první jeden samčí květ a další jsou samičí [3]. Základní morfologický popis rostliny laskavce uvádí Obr. 1.



Obr. 1. Morfologický popis rostliny laskavce [3]

Amarant je většinou samosprašná plodina s velkým rozmnožovacím potenciálem. Jedna rostlina je schopna vyprodukovat 200 – 500 tisíc malých semen čočkovitého tvaru, o průměru 1 – 2 mm a hmotnosti 0,2 – 1,1 mg. Příčný a podélný řez semene amarantu uvádí Obr. 2.

Relativně velké embryo je centrálně uloženo v perispermu a je bohaté na bílkoviny a tuk. Semena uložená v klubíčkách dozrávají v květenství postupně. Vnější obalová vrstva semene je tenká a obsahuje pigmenty různé barvy (bílé, krémové, žluté, červené, hnědé, černé). Chemická podstata rozdílů v barvě zatím není jasná. Obalové vrstvy hnědých a červených semen obsahují taniny. Pro semenné druhy je více typická bledá barva (smetanově bílá, světle žlutá, žlutá) [3]. Na Obr. 3 je znázorněn amarant - rostlina.



Obr. 2. Řez semenem amarantu [3]

Amarantu existuje více než 60 druhů, z nichž nejvýznamnější jsou *A. cruentus*, *A. caudatus* a *A. hypochondriacus*, které se pěstují pro produkci semen a používají se jako obilnina [4]. Některé další druhy se využívají jako listová zelenina (*A. tricolor*, *A. blitum* a *A. melancholicus*) a jiné, jako *Amaranthus australis*, jsou pro svoji schopnost dorůst až do výšky 9 m vhodným základem pro šlechtění rostlin s velmi vysokou produkcí nadzemní hmoty [5].

Obr. 3. Amarant [6]

1.1.2 Požadavky na prostředí

Laskavec je rostlina poměrně odolná vůči abiotickým i biotickým stresům, nenáročná na půdní podmínky. Pro svůj rychlý vývoj vyžaduje hlavně teplo a světlo. Amarant nesnáší

zastínění v rané fázi růstu. Většina genotypů potřebuje pro vytvoření semen krátký den. Jsou však i typy, kterým vyhovuje délka dne 12 – 16 hodin. Optimální teplota pro růst rostlin je 21 – 28 °C, i když jsou schopné vegetovat i při teplotách 35 - 40 °C. V porovnání s obilninami se vyznačují větší odolností proti chladu. Laskavec potřebuje pro růst méně vody než ostatní plodiny. Po vytvoření dostatečného kořenového systému, za 2 – 3 týdny po vzejití, jsou rostliny amarantu schopny čelit i déletrvajícímu suchu. Dostatek vláhy potřebuje po výsevu, v době vzcházení a počátečního růstu a v době opylování. Naopak při dozrávání semen je nutné suché a teplé počasí. Významná je také odolnost k zamokření [7].

Amarant dobře roste na půdách spíše lehkých až středních, hlinitopísčitých, písčitohlinitých nebo lehčích hlinitých, které nemají sklon ke slévavosti. Na půdní reakci nemá zvláštní požadavky. Optimální půdní reakce je neutrální až slabě zásaditá, pH 6,5 – 7,5 dobře roste i na půdách slabě kyselých s pH 5,6 – 6,5. Některé typy amarantu jsou tolerantní k nízkému pH a snáší i vyšší zasolenost půdy.

Z hlediska půdně-klimatických podmínek lze amarant doporučit k pěstování na teplá, suchá či mírně vlhká stanoviště v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti [5].

1.1.3 Sklizeň a posklizňová úprava

Vegetační doba amarantu závisí na odrůdě a pohybuje se mezi 120 a 150 dny. Sklizňové zralosti je zpravidla dosaženo od konce srpna do konce září [8]. Sklizeň a posklizňová úprava zrna je velmi náročná. Problémem při pěstování laskavce na zrno je nerovnoměrné dozrávání. Rostliny laskavce v době sklizně obsahují vysoké procento vody ve stéblech a listech, což ztěžuje sklizeň kombajnem. Vhodné pro sklizeň je teplé suché počasí a především mráz, který porost „přírodně desikuje“. Sklizeň je pak třeba provést rychle, aby se snížili ztráty vypadáváním zrna. Dobře se osvědčilo doplnění o vybavení sklízecích mlátiček používané ke sklizni semen vojtěšky nebo jetele. Sklizeň, čištění zrna a dosoušení je třeba provést co nejrychleji. Zrno je třeba dosušit na 10- 12 % vlhkosti [2].

1.2 Chemické složení

Mimořádný zájem o amarant pramení především z vysoké nutriční hodnoty jeho semen i listů. Z dietetického hlediska je významný vysoký podíl kvalitních bílkovin v semenech a dobrá skladba aminokyselin [3, 9].

Z dosavadních studií vyplývá, že amarant má ve srovnání s obilovinami vyšší nutriční hodnotu. Porovnání chemického složení semen laskavce s kukuřicí, rýží a pšenicí uvádí Tab. 1.

Tab. 1. Chemické složení semen (v %) laskavce a zrna některých obilnin [3]

Charakteristika	**Laskavec**	**Kukuřice**	**Rýže**	**Pšenice**
Vlhkost	11,1	13,8	11,7	12,5
Hrubé bílkoviny	17,9	10,3	8,5	14,0
Tuk	7,7	4,5	2,1	2,1
Vláknina	2,2	2,3	0,9	2,6
Popel	4,1	1,4	1,4	1,9
Škrob	57,0	67,7	75,4	66,9

Chemické složení zrn laskavce je závislé především na druzích a odrůdách, dále pak na pěstitelských a klimatických podmínkách [3].

Bílkoviny se vyznačují vyšší biologickou hodnotou, obsahují především vysoký podíl lysinu a sirných aminokyselin [10, 11]. Nedostatkový je leucin a limitující aminokyselinou je threonin.

Obsah lepku laskavce se pohybuje od 2,4 – 8,4 mg na 100 g sušiny, jsou zde určité rozdíly mezi odrůdami. Laskavec se využívá pro bezlepkovou dietu při onemocnění celiakií [1].

Další důležitou nutriční hodnotou amarantu je obsah tuku a složení mastných kyselin. Obsah **tuku** je poměrně vysoký (6 – 9 %) a je označován za velmi kvalitní. Největší podíl v něm tvoří nenasycené mastné kyseliny linolová, olejová, linolenová a nasycená palmitová [10]. Výskyt jednotlivých mastných kyselin v semenech amarantu se podle odrůdy liší. Přehled uvádí Tab. 2 [3]. Složení tuku je podobné olejům kukuřice a bavlníku. Je však hůře stravitelný, což pravděpodobně souvisí s větším obsahem skvalenu, který působí jako antioxidant (triterpenu, meziproduktu biosyntézy steroidů) a také to může souviset s výskytem antitripsinu [1].

Tab. 2. Obsah mastných kyselin v semenech amarantu [3]

Odrůda	**Palmitová**	**Stearová**	**Olejová**	**Linolová**	**Linolenová**	**Arachová**
K-432 *A. hypochondiacus*	19,18	2,99	21,08	52,95	1,23	0,73
K-433 *A. hypochondiacus*	19,14	3,04	21,85	53,28	1,10	0,76
Koniz *A. hypochondiacus*	17,92	3,02	20,75	53,69	1,66	0,77
K-238 *A. cruentus*	17,72	22,67	29,58	48,62	0,91	0,51
Olpir *A. cruentus*	18,39	3,35	33,04	42,40	0,78	0,72
No-1008 *A. hypochondiacus*	17,61	2,82	33,28	43,18	0,75	0,00

Ze **sacharidů** se v amarantu vyskytují v malém množství – sacharosa, rafinosa, maltosa a stachyosa. Nejrozsáhlejší strukturální složkou je škrob. Jeho obsah tvoří 50 – 60 % sušiny. Na rozdíl od obilovin, kde je největší složkou endospermu, u amarantu je škrob uložen v perispermu. Hlavní složkou je amylopektin a obsah amylosy se pohybuje od 0 – 22 %. Obsah škrobu a jeho složení (obsah amylosy) v některých potravinách uvádí Tab. 3. Velikost škrobových zrn (1 – 3 μm) je ve srovnání s rýžovým (3 – 8 μm) nebo běžným bramborovým škrobem (100 μm) velmi malá. Pro amarant a další pseudocereálie je charakteristické, že škrobová zrna mají schopnost vytvářet shluky. Škrob amarantu se vyznačuje specifickými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Ve srovnání s pšeničným a kukuřičným má větší rozpustnost ve vodě, bobtnavost a váže větší množství vody. Interval mazovatění je v rozmezí 62 – 72 °C. Je rezistentní k mechanickému namáhání a je stabilní při zmrazování a rozmrazování [3].

Tab. 3. Obsah škrobu a jeho složení ve významných zdrojích [12]

Potravina	**Škrob (%)**	**Amylosa (%)**
Pšenice	59 – 72	24 – 29
Žito	52 – 57	24 – 30
Ječmen	52 – 62	38 – 44
Oves	40 – 56	25 – 29
Kukuřice	65 – 75	24 – 26
Rýže	70 – 80	8 – 37
Amarant	48 - 69	0 – 22

Semena amarantu jsou dobrým zdrojem **minerálních látek**. Ve srovnání s obilovinami obsahuje amarant více fosforu, vápníku, draslíku, hořčíku a železa [9, 13]. Z nutričního hlediska je významný relativně vysoký obsah železa, který je vyšší než u obilovin [3].

Obsah **vitamínů** je u jednotlivých druhů poměrně vyrovnaný. Pozoruhodný je obsah vitamínu C, který je u ostatních obilovin nulový. Obsah ostatních – thiaminu, riboflavinu, niacinu a pyridoxinu je srovnatelný s ostatními obilovinami. Amarant je také zdrojem důležitých antioxidantů α-tokoferolů a β- a γ-tokotrienolů [1]. Obsah minerálních látek a vitamínů uvádí Tab. 4.

Tab. 4. Laskavec jako zelenina. Srovnání s ostatními druhy zeleniny (obsah v mg/100g) [1]

Složky	**Laskavec**	**Špenát**	**Chřest**	**Artyčok**
Popel	2 600	1 600	1 400	1 500
Vápník	267	93	109	88
Fosfor	67	51	52	39
Železo	3,8	3,1	1,2	3,2
Sodík	0	71	0	14,7
Draslík	411	470	0	550
Thiamin	0,08	0,1	0,05	0,06
Riboflavin	0,16	0,2	0	0,17
Niacin	1,4	0,6	0,5	0,5
Vitamín C	80	51	102	32

2 MERLÍK CHILSKÝ - QUINOA

Merlík chilský je plodina, o kterou v celosvětovém měřítku vzrostl zájem, a to proto, že je bohatým zdrojem kvalitní bílkoviny, vitamínů a minerálních látek a roste i za extrémně nepříznivých podmínek. FAO proto zvolila tuto plodinu za jednu z plodin, která bude hrát důležitou úlohu při zajišťování potravinové dostatečnosti (food security) ve 21. století [14].

Historie merlíku se velmi podobá amarantu. Pěstoval se již 3 500 př. n. l. v Peru a Bolívii, hlavně v oblasti Titicaca, tedy dlouho před vznikem říše Inků. Byla to nejen významná potravina, „matka obilnin“, jak ji Inkové nazývali, ale též kulturní rostlina. Proto při násilné christianizaci její pěstování konkvistadoři zakazovali a podobně jako u laskavce byl merlík vytlačen do horských oblastí až do nadmořské výšky 3 800 m. V té době začaly v pěstování i výživě převládat brambory a ze zrnin hlavně kukuřice, proto význam merlíku i laskavce poklesl. V šedesátých letech 20. století byla odhalena nutriční hodnota merlíku. Znovu se začal v těchto oblastech pěstovat, ale pro jeho nahořklou chuť způsobenou obsahem saponinů se přidával jen do obilných chlebů. Do Evropy se dostal v roce 1550 a pěstoval se v období hladomoru, např. v 19. století. Dostal se i do Německa, ale pro nízké výnosy se rozšířil jen v době válek, kdy chybělo chlebové obilí [1].

V Česku se merlík pěstoval v botanických zahradách a zřejmě i pokusně vyséval v minulém století [2].

2.1 Charakteristika

2.1.1 Botanická charakteristika

Merlík chilský (quinoa, *Chenopodium quinoa*) se řadí do rozsáhlé čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*), ze které u nás známe mnoho druhů, hlavně plevelných a je blízce příbuzný cukrovce a špenátu [1, 8, 15,].

Je to jednoletá, dvouděložná asi 120 – 180 cm vysoká rostlina typu C_3 s bohatě rozvětvenými kořeny. Stonky jsou větvené s trojúhelníkovitými nebo deltovitými listy. Základní barva rostlin je zelená, purpurová a červená. Zelená barva v plné zralosti může přecházet do bílé, žluté, oranžové nebo červené. Purpurové rostliny se mohou změnit na žluté nebo si zachovávají svoji původní barvu.

Podobně jako ostatní druhy rodu *Chenopodium* i quinoa může z hlediska pohlavnosti tvořit dva druhy květů: hermafroditní (jsou větší než 2 – 5 mm) a menší samičí (1 – 3 mm) [2].

Nažky merlíku (Obr. 4) jsou drobné, 1 – 2,6 mm dlouhé, vejčitě okrouhlé a ploché. Barva je variabilní podle typu může být bílá, žlutá, růžová, oranžová, červená, hnědá nebo i černá. Povrchové vrstvy nažek jsou prostoupeny saponiny s výrazně hořkou chutí [16]. Rozsah obsahu saponinů se pohybuje od 0,01 – 4,6 %. Odrůdy s bílým semenem mají méně saponinů než žlutosemenné. Za sladké se považují odrůdy s obsahem pod 0,1 % saponinů. Jejich obsah v rostlině a semenu je ochranou před škůdci [1].

Obr. 4. Merlík chilský [17]

2.1.2 Požadavky na prostředí

Quinoa je rostlinou mírného a subtropického pásma. Může růst v teplotních podmínkách až do 35 °C. Klíčí při teplotách 5 – 7 °C. Během vegetace je poměrně odolná vůči chladu i suchu.

Dobře roste na středních (písčitohlinitých) i lehčích půdách. Těžké, jílovité půdy nejsou pro její pěstování vhodné. Nevyžaduje půdy bohaté na živiny a může růst i na velice chudých stanovištích [2].

2.1.3 Sklizeň a posklizňová úprava

Quinoa se vysévá koncem dubna a počátkem května. Konkurenční schopnost merlíku proti plevelům je poměrně dobrá.

Quinoa dozrává nerovnoměrně a v době zralosti semen okvětí obsahují značné množství vody, stonky jsou ještě dužnaté. Ideální je sklizeň rostlin „desikovaných“ mrazem, ale co nejdříve po prvním mrazu. U dostatečně dozrálých, poměrně suchých porostů se doporučuje přímá sklizeň žací mlátičkou.

Po sklizni je nutné okamžité čištění a uložení na rošty s možností provětrání neupraveným nebo ohřátým vzduchem nebo přímo dosoušení.

Při zpracování se nejdříve ze semen odstraňují obaly, které tvoří asi 10 % hmotnosti a obsahují většinu škodlivých saponinů. Pro tento účel jsou vhodné suché postupy (loupání, leštění) nebo tzv. mokré postupy (namáčení, praní) a následně sušení. Při mletí takto upravených semen tvoří mouka asi 50 % a otruby 40 % z výchozí hmotnosti zrna. Většina živin včetně bílkovin zůstává v otrubách [2].

2.2 Chemické složení

Semena merlíku průměrně obsahují: 60 % škrobu, 16 % bílkovin, 6 % tuku, 3,5 % vlákniny a 2,2 % popelu [1].

Největší podíl tvoří **sacharidy**, z nichž podstatnou částí je škrob. Merlík obsahuje asi 60 % škrobu, který je lokalizován v největší míře v perispermu. Obsah amylosy je relativně nízký (11 – 12 %). Škrob se vyznačuje větší viskozitou ve srovnání s obilovinami, je kvalitní, ale není vhodný na pečení chleba [2]. Merlík má také vysoký podíl D-xylosy, maltosy a nízký obsah glukosy a fruktosy [18].

Obsah i skladba **bílkovin** jsou velmi příznivé. V zastoupení frakcí bílkovin převládají albuminy a globuliny – 60 %, prolaminy – 6 %, gluteliny – 20 % a ostatní – 14 %. Merlík má jen 1,8 mg lepku na 100 g vzorku a proto je velmi vhodný při využití pro dietu při celiakii.

Vysoký podíl albuminů a globulinů předznamenává možnost význačného obsahu esenciálních aminokyselin [1].

Vysoký obsah **tuku** je tvořen příznivou skladbou mastných kyselin. Průměrný obsah tuků v suché hmotě je 8 % [2]. Ty jsou tvořeny z 88 % nenasycenými mastnými kyselinami (22 % olejová, 56 % linolová a 7 % linolenová) a jen 12 % nasycenými (11 % palmitová, 1 % stearová). Jsou to nejvyšší hodnoty z pseudocereálií [1].

Zdravotní význam mají i tzv. **balastní látky** a z nich je nejdůležitější vláknina.

Z **esenciálních prvků a mikroelementů** merlík obsahuje fosfor, draslík, vápník, hořčík, síru a sodík. Ze stopových prvků má dobrý obsah manganu, železa, a zinku, menší je množství selenu. Merlík je i bohatý na **vitamíny**. Obsahuje β-karoten, thiamin, riboflavin, niacin, kyselinu askorbovou a tokoferoly. Přehled vitamínů a minerálních látek obsažených v merlíku a dalších obilovinách uvádí Tab. 5.

Merlík obsahuje i **antinutriční látky** jako již zmíněné saponiny, dále v menším množství taniny, stopy lektinů, inhibitoru tripsinu a fytáty [1].

Během běžných technologických a kulinárních operací jsou relativně stálé. Jejich množství lze snížit dokonalým mytím, macerací, nebo odstraněním povrchových vrstev (loupáním). Nejlepší je kombinace obrušování a praní semen před kuchyňskou úpravou [2, 19].

Tab. 5. Složení minerálních látek a vitamínů v merlíku a některých obilovin (obsah v mg/100g) [20]

Složky	**Quinoa**	**Pšenice**	**Rýže**	**Ječmen**
Vápník	148,7	50,3	6,9	43,0
Hořčík	249,6	169,4	73,5	129,1
Draslík	926,7	578,3	118,3	502,8
Fosfor	383,7	467,7	137,8	387,3
Železo	13,2	3,8	0,7	3,2
Měď	5,1	0,7	0,2	0,3
Zinek	4,4	4,7	0,6	3,5
Thiamin	0,38	0,55	0,47	0,49
Riboflavin	0,39	0,16	0,10	0,20
Niacin	1,06	5,88	5,98	5,44
Vitamín C	4,00	0	0	0
α-tokoferol	5,37	1,15	0,18	0,35
β-karoten	0,39	0,02	neuvedeno	0,01

3 VÝZNAM AMARANTU A MERLÍKU VE VÝŽIVĚ

Pseudocereálie jsou především významným zdrojem sacharidů, kromě toho však mohou významně přispívat k pokrytí denní potřeby esenciálních mastných kyselin. Mají výrazně vyšší obsah nutričně důležitých minerálních látek než obiloviny. Obsah lysinu u obou pseudocereálií je vyšší než u obilovin, amarant ho obsahuje přibližně dvakrát více než pšenice. Obiloviny oproti tomu mají vyšší obsah leucinu. Vysoké biologické hodnoty proteinů se dosahuje na základě tzv. doplňujícího efektu. Směs amarantu a pšenice poskytuje např. biologickou hodnotu ve výši téměř 100 %.

Energetický obsah 100 g amarantu je 365 kcal, quinoi 343 kcal [15].

Možnosti zpracování amarantu a quinoi ve světové kuchyni jsou rozmanité. Semena se mohou zpracovávat např. do polévek, či sladkých pokrmů nebo přidávat do müsli. Část produkce nažek se zkvašuje na pivo. Konzumují se také nakládané výhonky (klíčky) a mladé listy jako salát. Zbytky sklizených částí rostlin se zkrmují domácími zvířaty [15, 16].

3.1 Léčivé účinky pseudocereálií

Semena těchto pseudocereálií mají vysokou nutriční a funkční hodnotu. Jejich klíčky bývají označovány jako „nová zelenina“, která může být používána ve výživě pro vegany i vegetariány. Tato atypická zelenina slouží jako funkční potravina – snižuje riziko vzniku různých onemocnění. Tyto alternativní plodiny a jejich klíčky mají rovněž relativně vysokou antioxidační aktivitu a mohou být používány v tradiční stravě jako prospěšný zdroj potravy s velmi vysokou nutriční hodnotou [21].

Amarant a quinoa neobsahují podobně jako kukuřice, pohanka nebo proso žádný gluten – jsou tedy vhodné pro výrobu bezlepkových potravin pro celiaky [15].

Celiakie (glutensenzitivní enteropatie) je chronické onemocnění. Toto metabolické, geneticky podmíněné onemocnění může být definované jako porucha, při které dochází k poškození sliznice tenkého střeva [22]. Způsobují ho složky bílkovin nerozpustných frakcí prolaminu a gluteninů (lepek) [23]. Toto onemocnění se vyskytuje u 0,5 % evropské populace a jedinou doposud používanou léčbou je striktní dodržování „bezlepkové diety“, která je založena na potravinách s vyloučením obsahu pšenice, ječmene a žita [24].

Podle platné legislativy ČR (vyhláška č. 157/2008 Sb.) nesmí potraviny uváděné na trh jako „bezlepkové“ obsahovat lepku více než 100 mg/1 kg potraviny a označené jako „přirozeně bezlepkové“ pokud obsah lepku nepřesahuje hladinu 20 mg/1 kg [25, 26].

Společnost Nový Věk se zabývá speciálním sortimentem amarantových výrobků vhodných pro bezlepkovou dietu. Sortiment amarantových výrobky od společnosti Nový Věk je uveden níže:

Amarantové výrobky přirozeně bezlepkové (hodnota lepku do 20 mg/1 kg):

Perličky – pufované zrno

Perličky (ovocné, čokoládové, medové)

Piškoty

Amarantová mouka

Kuličky (medové, ovocné)

Křehké plátky (jemně solené, zeleninové)

Tyčinky (natural, delikates)

Amarantové bezlepkové (hodnota lepku do 100 mg/1 kg):

Chlebíčky rýžové (s mořskou solí, lnem)

Lupínky (s ementálem, mořskou solí, s rajčetem a bazalkou, se smetanou a cibulí)

Krusli mandlové (s čokoládou, medem)

Kuličky do polévky

Oplatky natural

Semena pseudocereálií jsou na vlákninu bohatší než ostatní cereálie (pšenice, ječmen, žito, rýže, kukuřice). Vláknina snižuje hladinu cholesterolu, snižuje riziko rakoviny tlustého střeva a konečníku. Je důležitá v prevenci a léčbě zácpy. Zastoupení cukrů v zrnech je unikátní, díky obsahu složených cukrů – škrobu amylopektinu a tím nízkému glykemickému indexu je vhodný při diabetické dietě u pacientů s cukrovkou [27].

Olejová frakce semen laskavce obsahuje převahu kyselin olejové a linolové a má vysoký obsah skvalenu, který podporuje imunitní systém a regenerační vlastnosti organismu [28, 29]. Tuková část je jednou z důležitých kosmetických ingrediencí. Je rovněž znám jako biologický prekurzor sterolů, zpětně ale může působit i jako inhibitor biosyntézy cholesterolu [3].

Zájem o merlík v současné době vychází z vysoké kvality celých rostlin a především semen a z všeobecné snahy o rozšíření spektra alternativních plodin i sortimentu potravin pro racionální výživu, protože quinoa je velmi lehce stravitelná [2]. Má zvýšený obsah esenciálních aminokyselin, čímž se podobá sóje. Díky této vlastnosti a vyváženému poměru látek ji lze doporučit kojencům, malým dětem i alergikům. Je zdrojem vitaminu A, B_2 a E, vápníku, železa, mědi a zinku. Vzhledem k vysokému obsahu hořčíku a železa působí preventivně proti chudokrevnosti [17].

3.2 Možnosti zpracování a využití amarantu

Využití amarantu je mnohostranné – je využíván k přímé konzumaci nebo je součástí mnoha potravinářských výrobků [3, 30]. Zajímavé je, že na amarant nejsou známy alergické reakce, díky čemuž se suroviny z amarantu používají do dětské výživy [30].

Velký zájem o něj je dán přirozeně se vyskytujícími antioxidanty. Jeho spotřeba je spojena s nižším rizikem degenerativních onemocnění, ateroskleróza, rakovina, cukrovka a Alzheimerova choroba [31].

V některých státech Střední a Jižní Ameriky, Afriky a Asie jsou mladé rostliny a listy buď konzumovány v čerstvém stavu, nebo jako vařená listová zelenina ochucená různým kořením. Listy upravené jako špenát se používají k plnění tortill nebo omelet. V západní Africe jsou používány pouze jako ingredience do zeleninových polévek, semena jsou odpadem. V mnoha dalších státech se využívají především semena. Také se používá pro extrakci biologicky aktivních látek (betakyanová barviva, flavonoidy, polyfenolové látky) [3, 32].

Semena amarantu (Obr. 5) se využívají jako ingredience především při výrobě různých pekařských výrobků, těstovin, dětské výživy, instantních nápojů. Pro tyto účely se různě upravují – mletím, pražením, pufováním, extruzí, bobtnáním, vařením za atmosférického nebo zvýšeného tlaku, vločkováním, naklíčením, enzymovým opracováním, tepelným

opracováním s vápenným mlékem, promýváním v alkalické vodě a následným sušením [10].

Obr. 5. Amarant – zrno [30]

Mouka ze semen laskavce se využívá pro výrobu nekvašených druhů chleba (tortilla, chapati) [2]. Z laskavcové mouky se pečou také sušenky, nebo se přidává (do 20 %) do směsí mouky na pečení kvašeného pečiva, protože neobsahuje strukturotvorný lepek [16].

Olej z amarantových zrn je známý svým unikátním složením. Obsah skvalenu je asi 10 krát vyšší než je tomu u olivového oleje. Používá se jak pro kosmetické účely, tak v potravinářském průmyslu.

Amarantová vláknina je produkt, který je světově unikátní. Vláknina se separuje ze zrna amarantu na speciálním zařízení, které se nazývá „frakcionační linka“. Vláknina se skládá z rozpustné a nerozpustné složky – jedná se o tzv. vlákninu pekařskou a pharma vlákninu. Pekařská vláknina obsahuje vyšší procento amarantového škrobu a je proto vhodná v pekárenském průmyslu pro fortifikaci výrobků. Pharma vláknina se využívá pro výrobu potravinových doplňků [33].

Laskavec lze také využívat jako zelenou píci pro skot, prasata i drůbež. Dále se používá k výrobě siláží s konzervačními přípravky, popř. se kombinuje v poměru 1 : 2 s kukuřicí [34]. Vzrůstné formy jsou využitelné jako zelené hnojení, energetické plodiny (produkce sušiny biomasy přes 20 t/1 ha) i pro výrobu papíru. Některé druhy lze využít pro produkci přírodních barviv a kosmetických přípravků [2].

Konzumní produkty amarantu dostupné na trhu v ČR jsou uvedeny v Tab. 6. Semena mají poměrně velké zásoby škrobu, který je především vhodný pro osoby s poruchami trávení. Vzhledem k dobré rozpustnosti, stravitelnosti a malému rozměru škrobových zrn, je možné průmyslové potravinářské využití. Amarant má stejně jako jiné obiloviny potenciál pro využití v průmyslových výrobcích [3]. Zrna amarantu se lehce mělní, a proto ho lze také využít jako vhodnou surovinu pro výrobu lihu [35].

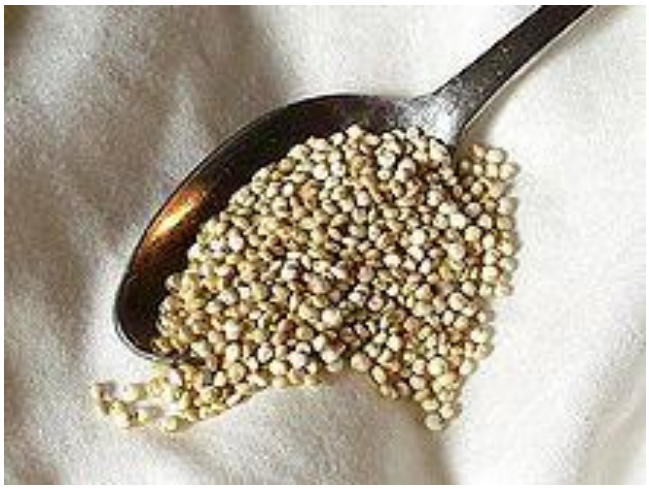
K řadě zajímavých vlastností laskavce patří také jeho schopnost vázat těžké kovy a přispívat tak k ozdravění půdy [36].

Tab. 6. Konzumní produkty amarantu dostupné na trhu ČR [3]

Produkt	**Charakteristika produktu**
Celoamarantové výr.	zrno amarantu, pukance, amarantová celozrnná mouka
Směsi	mouka amarantová instantní, amarant MIX
Extrudované výr.	křupky amarantové
Těstoviny	amarantové nevaječné (různé tvary), amarantové nevaječné BIO, amarantové bezlepkové
Pekařské výr.	vícezrnné chleby s amarantem, amarantové suchary, pečivo, amarantový křehký chléb
Cukrářské a ostatní výr.	sušenky amarantové ochucené, sušenky amarantové bezlepkové, sušenky amarantové DIA, čajové pečivo, amarantové preclíky, Amarantella (ochucená bezlepková tyčinka)

3.3 Možnosti zpracování a využití merlíku

Semena merlíku (Obr. 6) se mohou používat jako vařená rýže, na zahuštění polévek nebo jako kaše. Mohou se nechávat naklíčit a pak se přidávají do salátů. Semena se také mělní na mouku [20].



Obr. 6. Merlík – semena [37]

Z mouky se vyrábí například chleba (přídavek 10 – 13 % mouky z quinoi), nudle, těstoviny (30 – 40 % mouky z quinoi) a sladké sušenky [20].

Na český trh se začínají dostávat nové produkty obsahující quinou. Prvním výrobkem jsou bio těstoviny vlasové semolinové s dýní Hokkaido, vyráběné ve třech variantách: trojbarevná písmenka, kolínka s quinoou a mrkví a špagety s česnekem a zelenou petrželí. Druhým výrobkem jsou bio pukance s výraznější kávovou chutí [38].

Quinoa má jemně oříškovou chuť a lze ji kombinovat s různými druhy zeleniny i koření. Připravuje se podobně jako kuskus, někdy ji stačí jen nechat nabobtnat v horké tekutině, někdy je nutné ji krátce povařit. Vařená má jemnou chuť, dá se použít všemi možnými způsoby – na slano jako příloha k masu a omáčkám, jako ingredience do salátů s masem či zeleninou, podobně jako kuskus. Nebo na sladko, třeba k snídani smíchaná s medem, ořechy, ovocem či jogurtem [17].

Merlík je také jednou z plodin zařazených do programu fair-trade, který mimo jiné garantuje spravedlivou cenu pokrývající náklady na produkci a životní potřeby [17].

Fair-trade je alternativní - spravedlivější přístup ke konvenčnímu mezinárodnímu obchodu, který klade důraz na sociální a ekologický rozměr výroby a obchodu. Očekává se, že toto celosvětové hnutí, které je již v Evropě relativně dobře zavedeno, se bude více uplatňovat i v USA, Latinské Americe a Asii. Jeho cílem je dát šanci lidem z rozvojových zemí a vymanit se vlastními silami z bludného kruhu bídy a žít důstojný život. Prostředkem k tomu má být především poskytování férových obchodních podmínek pro zapojené výrobce informováním spotřebitelů o situaci výrobců a jejich zaměstnanců v rozvojových zemích. Na užívání známky Fair-trade dohlíží certifikační a kontrolní asociace Fair-trade Labelling Organizations (FLO) [39].

Některé pivovary začaly experimentálně vyrábět pivní raritu – pivo surogované touto rostlinou.

Dokonce i NASA zařadila quinou jako vhodnou plodinu do výzkumného programu, jehož výsledky by umožnily podporovat a udržet lidský život během dlouhých vesmírných letů řízených člověkem [17].

4 POUŽITÉ METODY ANALÝZY ZÁKLADNÍCH SLOŽEK

U amarantu a merlíku byl stanoven obsah vody, škrobu, tuku, bílkovin, neutrálně detergentní vlákniny a aminokyselinové složení.

4.1 Stanovení vlhkosti

Za vlhkost se pokládají látky těkající za podmínek metody. Při vlastním stanovení se odvážené množství vzorku suší v elektrické sušárně za předepsaných podmínek. U referenční (kontrolní) metody se suší při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti [40].

4.2 Stanovení škrobu

Ke stanovení škrobu se z fyzikálních metod používá polarimetrická metoda využívající významné vlastnosti sacharidů - optické aktivity, tj. schopnosti stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel. Úhel otočení je úměrný koncentraci sacharidů podle vztahu:

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{t} \cdot l \cdot c$$

$[\alpha]_{\lambda}^{t}$ - specifická otáčivost při teplotě t a vlnové délce [°]

l - tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice) [dm]

c - koncentrace stanovované látky [g/ml]

Úhel otočení roviny polarizovaného světla závisí na povaze analyzované látky, na povaze rozpouštědla, na teplotě a vlnové délce. Specifická otáčivost je charakteristickou konstantou opticky aktivních látek. U kapalných látek i roztoků je to úhel, o který vrstva 1 dm roztoku obsahujícího 1 g látky v 1 ml, stáčí rovinu polarizovaného světla za daných podmínek (t, λ). Hodnoty specifických otáčivostí nejsou pro dané látky univerzálními konstantami, nýbrž se vztahují k určitému rozpouštědlu. Vliv rozpouštědla může způsobit u téže látky změnu znaménka otáčení. Úhel otočení roviny polarizovaného světla se měří na polarimetrech. Běžně se měření provádí při vlnové délce 589,3 nm a teplotě 20 °C.

Roztoky, u nichž se měří úhel otočení, musí být dokonale čiré, proto se musí u analyzovaných vzorků provádět čiření. Nejpoužívanější je čiření podle Carreze. Čiřícího účinku je zde dosaženo vytvořením objemné sraženiny hexakyanoželeznatanu zinečnatého.

Činidla: Carrez I. 30 % $ZnSO_4$

Carrez II. 15 % $K_4[Fe(CN)_6]$

$$K_4[Fe(CN)_6] + 2\ ZnSO_4 \rightarrow 2\ K_2SO_4 + Zn_2[Fe(CN)_6]$$

Vysokou účinnost má zvláště v kyselém prostředí. Dokonale odstraňuje bílkoviny. Škrob se stanovuje pomocí Ewersovy metody polarimetricky po hydrolýze zředěnou kyselinou chlorovodíkovou ve vroucí vodní lázni, při níž se štěpí na glukosu [41].

4.3 Stanovení tuků

Tuk se stanovuje gravimetricky po extrakci z vysušeného materiálu v Twisselmannově extraktoru n-hexanem [40].

4.4 Stanovení bílkovin

První fází stanovení je mineralizace analyzovaného vzorku. Provádí se koncentrovanou kyselinou sírovou za pomocí katalyzátoru (směs Na_2SO_4 + $CuSO_4$) při teplotě 400 °C. Z mineralizátu bílkovinného materiálu se amoniak uvolněný ze síranu amonného koncentrovaným roztokem NaOH, předestiluje s vodní parou v destilačním přístroji do roztoku kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové na indikátor Tashiro.

$$6\ NH_3 + 2\ H_3BO_3 \rightarrow 2\ (NH_4)_3BO_3$$

$$(NH_4)_3BO_3 + 3\ HCl \rightarrow 3\ NH_4Cl + H_3BO_3$$

Z množství spotřebované kyseliny se vypočítá obsah dusíku. Výsledek se přepočítá na navážku a vynásobení faktorem 5,7 se určí % hrubé bílkoviny v analyzovaném materiálu [42].

4.5 Stanovení aminokyselin

Kyselá hydrolýza vzorků pro stanovení aminokyselin se provádí 6 M HCl v olejové lázni po dobu 24 hodin při 118 °C. Sirné aminokyseliny (methionin, cystein) se stanovují pomocí oxidativně kyselé hydrolýzy ve směsi 85% kyseliny mravenčí a 30% peroxidu vodíku. Chromatografická analýza hydrolyzátu se provádí na přístroji AAA 400 (Ingos, Praha) pomocí sodnocitrátových pufrů s ninhydrinovou detekcí [43].

4.6 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Pro stanovení vlákniny se využívá technologie filtračních sáčků (FBT – Filter Bag Technology), kdy vzorek uzavřený v zataveném sáčku uvolňuje rozpuštěné látky, které odchází stěnou sáčku do roztoku a nerozpustné částice zůstávají uzavřeny uvnitř. Sáčky odolávají působení kyselin, mají zanedbatelný obsah dusíku a popela, nepohlcují vlhkost [44]. Po naplnění a uzavření sáčků jsou vzorky uloženy do extrakční nádoby s refluxem přístroje ANKOM, který zahřívá a neustále protlačuje extrakční činidlo sáčkem. Po 60 minutách rozpuštění a filtrace se získávají přesné a reprodukovatelné výsledky [45].

5 SENZORICKÉ HODNOCENÍ VÝROBKŮ

Senzorická analýza je vědecká disciplína vyvolávající, měřící, analyzující a interpretující reakce na ty vlastnosti a charakteristiky potravin či surovin, které jsou postřehnutelné lidskými smysly – chutí, čichem, zrakem, hmatem a sluchem [46].

Senzorické hodnocení potravinářských výrobků je neodmyslitelnou součástí posouzení celkové kvality potravin a vykonává ho ne jenom výrobce a kontrolní složky, ale hlavně spotřebitel. Způsob smyslového hodnocení je velmi odlišný a závisí od cíle, který má být hodnocením dosažen [47]. Posuzování vkládáním do úst se nazývá degustace a komplexní vjem s ním spojený se označuje jako „flavour“ [48, 49].

5.1 Hodnotitelé

Jeden z významných činitelů při senzorické analýze je sám hodnotitel. Od jeho práce závisí použitelnost získaných výsledků. Podle stupně zaškolení se dělí hodnotitelé na neškolené, krátce zaškolené, školené a experty.

Pro konzumentské (hlavně preferenční) zkoušky jsou vhodnější hodnotitelé bez předběžných zkušeností a odborných znalostí, protože se jejich odpověď více blíží názorům běžných konzumentů.

Vlastní senzorické hodnocení probíhá, tak že vzorky předkládané k hodnocení je třeba upravit, aby hodnotitelé nebyli informovaní o skutečnostech, které by mohly ovlivňovat jejich výsledek, např. jim nesmí být znám výrobce nebo složení posouzeného výrobku [47].

5.2 Preferenční zkouška

Při těchto zkouškách nejde o určení, zda existuje rozdíl mezi vzorky, ale o určení, kterému vzorku (nebo vzorkům) v určitém souboru dá posuzovatel přednost jako senzoricky kvalitnějšímu nebo přijatelnějšímu, či příjemnějšímu [47].

Z používaných technik je nejběžnější párová zkouška, která spočívá ve stanovení rozdílu mezi nimi podle určeného znaku preference. Zkouška bývá používána zejména pro určení rozdílu mezi dvěma zkoušenými výrobky, ke zjištění směru rozdílu a dále k určení preferencí mezi dvěma zkoušenými vzorky [46]. Při vyhodnocování výsledků se většinou u preferenčních zkoušek volí hladina pravděpodobnosti P = 95 %. Vyšší hladina pravděpodob-

nosti nemá smysl. Pro vypočtení statistické průkaznosti výsledku se spočítá celkový počet odpovědí. Výsledky se pak porovnají s tabelární hodnotou.

Pro větší soubory než dva je nejpoužívanější zkouška pořadová, kde má posuzovatel za úkol vzorky seřadit od nejkvalitnějšího k méně kvalitnímu. Podobně jako u rozdílového pořadového testu se i v tomto případě sečtou hodnoty pořadí jednotlivých vzorků za celý soubor. Opět se vypočtou nejdříve součty pořadí. Pokud je třeba pouze vědět, který vzorek se liší od ostatních vzorků hodnoceného souboru [47].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo stanovení základních složek (voda, škrob, tuk, bílkoviny, aminokyseliny, vláknina) u vybraných vzorků na bázi amarantu a merlíku a porovnání jejich výsledků s literárními zdroji. U těchto vybraných výrobků bylo provedeno senzorické hodnocení a porovnání s klasickými výrobky.

7 MATERIÁL A PŘÍSTROJE

7.1 Vzorky

7.1.1 Vzorky použité při chemickém stanovení

- AMARANT (zrno) – výrobce: Natural
- MERLÍK (zrno) – výrobce: Country Life
- AMARANTOVÁ MOUKA – výrobce: Natural
- POHANKOVÁ MOUKA – výrobce: Natural
- RÝŽOVÁ MOUKA – výrobce: Natural
- KUKUŘIČNÁ MOUKA – výrobce: Natural
- PŠENIČNÁ MOUKA – výrobce: Malitas s.r.o.
- AMARANTOVÉ PERLIČKY – výrobce: Nový Věk
- AMARANTOVÉ PLÁTKY NATURAL – výrobce: Nový Věk
- AMARANTOVÉ SUŠENKY – výrobce: Natural
- CHLEBÍČKY RÝŽOVÉ S AMARANTEM, ALBERT BIO – výrobce: Racio, s.r.o.
- CHLEBÍČKY RÝŽOVÉ S AMARANTEM, RACIO BIO – výrobce: Racio, s.r.o.
- AMARANTOVÉ KULIČKY OVOCNÉ – výrobce: Nový Věk

7.1.2 Vzorky použité při senzorickém hodnocení

Pufované výrobky:

- AMARANTOVÉ PERLIČKY – výrobce: Nový Věk
- CHLEBÍČKY RÝŽOVÉ S AMARANTEM, RACIO BIO – výrobce: Racio, s.r.o.
- CHLEBÍČKY RÝŽOVÉ S AMARANTEM, ALBERT BIO – výrobce: Racio, s.r.o.
- PŠENIČNÉ CHLEBÍČKY – výrobce: Racio, s.r.o.
- RÝŽOVÉ CHLEBÍČKY S KUKUŘICÍ – výrobce: Racio, s.r.o.

Sušenky:

- POHANKOVÉ SUŠENKY – výrobce: Natural
- AMARANTOVÉ SUŠENKY – výrobce: Natural

Extrudované výrobky:

- RÝŽOVÉ PUKANCE – výrobce: BIO Harmonie
- RÝŽOVÉ PLÁTKY – výrobce: Racio, s.r.o.
- AMARANTOVÉ PLÁTKY – výrobce: Nový Věk
- AMARANTOVÉ KULIČKY OVOCNÉ – výrobce: Nový Věk

Těstoviny:

- BEZVAJEČNÉ TĚSTOVINY PŠENIČNÉ – výrobce: Europasta
- BEZVAJEČNÉ TĚSTOVÍNY AMARANTOVÉ – výrobce: Natural
- BEZVAJEČNÉ TĚSTOVINY QUINOA – výrobce: BIO Idea

7.2 Chemikálie a přístroje

7.2.1 Stanovení vlhkosti

Použité přístroje:

elektrická sušárna (Venticell, BMT ČR).

7.2.2 Stanovení škrobu

Použité chemikálie:

HCl o složení 1,124 %,

Carrez I: 30% $ZnSO_4$,

Carrez II: 15% $K_4[Fe(CN)_6]$.

Použité přístroje:

vodní lázeň (Memmert),

polarimetr.

7.2.3 Stanovení tuků

Použité chemikálie:

n-hexan.

Použité přístroje:

Twisselmannův extraktor,

topné hnízdo (LTHS 250, Brněnská Drutěva, v. d.),

elektrická sušárna (Venticell, BMT ČR).

7.2.4 Stanovení bílkovin

Použité chemikálie:

96% H_2SO_4,

30% peroxid vodíku,

směsný katalyzátor (Na_2SO_4 + $CuSO_4$ v poměru 10:1),

13% NaOH, 30% NaOH,

2% kyselina boritá,

indikátor Tashiro,

0,1 M HCl.

Použité přístroje:

mineralizační jednotka Bloc Digest 12,

automatická destilační jednotka PRONITRO 1430.

7.2.5 Stanovení aminokyselin

Použité chemikálie:

fyziologický roztok,

30% H_2O_2,

pufr sodnocitrátový (pH 2,2),

85% kyselina mravenčí,

6 M HCl, 0,1 M HCl.

Použité přístroje:

automatický aminokyselinový analyzátor AAA 400 (Ingos, Praha),

olejová lázeň,

vakuová rotační odparka.

7.2.6 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Použité chemikálie:

NDČ (neutrálně detergentní roztok na bázi dodecyl sulfátu sodného),

triethylenglykol ,

siřičitan sodný,

α-amylasa,

aceton.

Použité přístroje:

elektrická sušárna (Venticell, BMT ČR),

ANKOM technology Fiber analyzer,

muflová elektrická pec (Elektrické pece Svoboda).

7.2.7 Senzorické hodnocení

Použité přístroje:

elektrický sporák (Zanussi).

8 METODIKA PRÁCE

8.1 Chemická analýza

Stanovení základních složek u vybraných výrobků bylo provedeno u vzorků, které byly předem rozmixovány v mixéru na částice přibližně stejné velikosti do průměru 1 mm.

8.1.1 Stanovení obsahu vody

Do předem zvážené hliníkové misky a vysušené při 105 °C bylo naváženo na analytických vahách 2 – 10 g vzorku (podle objemu vzorku). Vzorek byl rozprostřen do stejnoměrné vrstvy a miska byla umístěna v sušárně předehřáté na 105 °C. Vzorek byl sušen při této teplotě do konstantního úbytku hmotnosti. Po vychladnutí v exsikátoru byla miska zvážena na analytických vahách. Toto stanovení bylo provedeno u každého vzorku třikrát.

Obsah vlhkosti v % (w/w) byl vypočítán podle vzorce:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

m_0 - hmotnost vysušené prázdné misky [g]

m_1 - hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením [g]

m_2 - hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

Sušina v % (w/w):

$$S = 100 - v$$

8.1.2 Stanovení škrobu

Do 100 ml odměrné baňky bylo naváženo 5 g vzorku a bylo přidáno 25 ml roztoku HCl o složení 1,124 %. Obsah baňky byl kroužením promíchán a stěny baňky byly opláchnuty dalšími 25 ml roztoku HCl. Baňka byla potom vložena do vroucí vodní lázně a zahřívána přesně po dobu 15 minut. Během prvních 3 minut byla baňka pravidelně promíchávaná. Po 15 minutách byla baňka vyjmuta z vodní lázně a bylo přidáno 20 ml roztoku HCl a vzorek

byl ochlazen a provedeno vyčiření podle Carreze. Nejprve byl přidán 1 ml Carrez I, vzorek byl důkladně promíchán a pak byl přidán 1 ml Carrez II a opět promíchán. Po 5 minutách působení byla baňka doplněna po značku destilovanou vodou a roztok byl zfiltrován. První podíly filtrátu byly vráceny zpět na filtr. U čirého filtrátu byl měřen na polarimetru úhel otočení α při teplotě 20 °C. Toto stanovení bylo provedeno u každého vzorku třikrát.

Obsah škrobu v % (w/w) byl vypočten podle vzorce:

$$X = \frac{100 \cdot \alpha}{[\alpha]_{\lambda}^{t} \cdot l \cdot n} \cdot 100$$

l - tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice) [dm]

n - navážka $[g]$

$[\alpha]_{\lambda}^{t}$ - specifická otáčivost pro ostatní typy škrobu 184,0° [50].

8.1.3 Stanovení tuku

K tomuto stanovení byl potřeba předem vysušený vzorek, který byl použit k předešlému stanovení obsahu vody. Takto vysušený vzorek byl kvantitativně převeden do extrakční patrony. Chomáčkem vaty namočeným v n-hexanu byla vytřena hliníková miska, aby byly převedeny všechny zbytky tuku vytaveného při sušení a ulpělého na stěnách hliníkové misky. Tato vata byla použita jako ucpávka extrakční patrony. Na analytických vahách byla zvážena varná baňka s třemi skleněnými kuličkami. Extrakční patrona byla vložena do střední části extraktoru, která byla nasazena na varnou baňku, do níž bylo nalito 100 ml n-hexanu. Po zapojení chladící vody bylo extrahováno 4 hodiny. Pro zahřívání bylo použito elektrické hnízdo. Poslední zbytky rozpouštědla byly odstraněny s elektrické sušárně. Sušárna byla nejprve ponechána asi 10 minut pootevřena a pak k dosušení byla uzavřena asi na 30 minut. Po vychladnutí byla baňka zvážena. Toto stanovení bylo provedeno u každého vzorku třikrát.

Obsah tuku v % (w/w) v původním vzorku byl vypočten podle vzorce:

$$x = \frac{a}{n} \cdot 100$$

a - hmotnost vyextrahovaného tuku [g]

n - původní navážka (na stanovení obsahu vody) [g]

8.1.4 Stanovení bílkovin

V první fázi stanovení byla provedena mineralizace vzorku. Do mineralizační zkumavky bylo na analytických vahách naváženo 0,25 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. V digestoři bylo ke vzorku přidáno 10 ml H_2SO_4 a dvě kapky H_2O_2 a 1 malá lžička směsného katalyzátoru (Na_2SO_4 + $CuSO_4$ v poměru 10:1). Potom byla baňka vložena na topnou desku mineralizátoru Bloc Digest 12 s přídavným zařízením umožňujícím odsávání par vznikajících zplodin a byl zapnut vyhřívací blok, pračka plynů a digestoř. Teplota ohřevu byla nastavena na 400 °C. Po vyhřátí topného zařízení probíhala mineralizace 1 hodinu. Po skončení mineralizace byl vypnut vyhřívací blok a zkumavky byly přendány do stojanu a ponechány vychladnout. Po vychladnutí byla do zkumavek přidána destilovaná voda do objemu 25 ml.

Pro stanovení byla použita automatická destilační jednotka PRONITRO. Výstupem byl údaj obsahu dusíku v mg (P_2).

% hrubé bílkoviny byly vyhodnoceny pomocí následujícího vzorce:

$$\%\ hrubé\ bílkoviny = \frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F$$

P_2 - obsah dusíku [mg]

n - navážka [mg]

F - přepočítávací faktor [5,7]

8.1.5 Stanovení aminokyselin

Kyselá hydrolýza:

Na analytických vahách byl navážen 1 g vzorku. Ke vzorku bylo přidáno 150 ml 6 M HCl a na baňku byl nasazen zpětný vzdušný chladič. Baňka byla umístěna do olejové lázně, kde probíhala kyselá hydrolýza po dobu 24 hodin při 118 °C. Po ukončení hydrolýzy byla baň-

ka vyndána z lázně a ponechána vychladnout i s chladičem v digestoři. Obsah baňky byl kvantitativně převeden 0,1 M HCl přes skládaný filtrační papír do 250 ml odměrné baňky. Po vytemperování byla baňka ponechána přes noc v lednici. Z filtrátu byla odebrána alikvotní část (25 ml) a odpařena na vakuové rotační odparce (max. 50 °C) do sirupovité konzistence. Odparek byl rozpuštěn v několika ml redestilované vody a znovu byl odpařen (2x). Odparek byl kvantitativně převeden pufrem (pH 2,2) do 25 ml odměrné baňky. Z jednoho filtrátu byly vždy odpařeny 2 vzorky. Odměrné baňky s odparkem v pufru byly uchovávány v lednici.

Oxidativní hydrolýza:

Byla připravena oxidativní směs: 30% peroxid vodíku a 85% kyselina mravenčí v poměru 1:9 (tj. 7 ml peroxidu a 63 ml kyseliny mravenčí – celkem 70 ml). Směs byla 2 hodiny ponechána v digestoři odstát a poté byla umístěna na 15 minut do chladničky. Byl navážen 1 g vzorku a přidáno 15 ml oxidační směsi. Baňka byla umístěna na 16 hodin do ledničky. K oxidovanému vzorku bylo přidáno 1 – 2 ml koncentrované HCl a po vyšumění 150 ml 6 M HCl. Poté byla baňka umístěna do olejové lázně a další postup byl stejný jako u kyselé hydrolýzy.

Chromatografická analýza hydrolyzátu byla provedena na přístroji AAA 400 (Ingos, Praha) pomocí sodnocitrátových pufrů s ninhydrinovou detekcí. Bylo sledováno množství jednotlivých aminokyselin vyjádřené v g/kg.

8.1.6 Stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Nejprve bylo připraveno neutrálně detergentní činidlo (NDČ) smícháním 120 g činidla + 20 ml triethylenglykolu do dvou litrové baňky. Potom bylo změřeno pH, které bylo v rozmezí 6,9 – 7,1 pH. Neutrálně detergentní roztok byl připraven, tak že do 2 litrů NDČ bylo přidáno 20 g siřičitanu sodného.

Sáčky byly vyprány v acetonu a ponechány na vzduchu odvětrat, pak byly popsány a zváženy na analytických vahách. Do sáčků bylo naváženo 0,5 g vzorku a sáčky byly zataveny. Vzorek byl rovnoměrně roztřepán, aby v něm nebyly vzduchové bubliny. Sáčky byly vloženy do nosiče a pak následně do přístroje ANKOM. Jeden sáček byl ponechán prázdný – korekční sáček. Do přístroje byl nalit NDR (neutrálně detergentní roztok) a přidáno 4 ml

α-amylasy. Bylo zapnuto míchání a topení. Přístroj byl uzavřen a nastaven čas 75 minut. Po 75 minutách byl vypnut ohřev a míchání. Opatrně byl otevřen vypouštěcí kohout a horký roztok byl opatrně vypuštěn. Vypouštěcí kohout byl zavřen a bylo otevřeno víko. Dva litry horké vody a 4 ml α-amylasy byly nality k prvnímu a druhému propláchnutí. Na 5 minut bylo zapnuto míchání. Proplach byl proveden celkem třikrát. Na závěr byl proveden proplach studenou vodou, aby se vzorky ochladily. Sáčky byly vyndány na filtrační papír a jemně z nich byly vytlačeny zbytky vody. Pak byly vloženy do kádinky s acetonem, kde byly ponechány 3 minuty. Po vyndání byly ponechány dokonale vyvětrat. Potom byly vloženy do elektrické sušárny a sušeny při 105 °C 2 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byly sáčky zváženy.

Ke stanovení popela byly vzaty sáčky se získanou vlákninou. Na analytických vahách byl zvážen předem vyžíhaný porcelánový kelímek. Do něj byl pak vložen zvážený sáček s vlákninou. Vzorek byl spalován při 550 °C po dobu 4 hodiny. Spálen byl i prázdný sáček ke zjištění slepého pokusu. Kelímek byl vložen do exsikátoru a ponechán vychladnout a pak byl zvážen.

Obsah popela v % (w/w) byl vyhodnocen podle vztahu:

$$P = \frac{(m_a - m_b)}{n} \cdot 100$$

m_a – hmotnost kelímku s popelem [g]

m_b – hmotnost prázdného kelímku [g]

n – navážka [g]

Neutrálně-detergentní vláknina NDF v % (w/w) byla vypočtena podle vzorce:

$$NDF = \frac{W_3 - W_4}{W_{vz}} \cdot 100$$

kde: $W_3 = W_h - (W_1 \cdot C_1)$ kde: $C_1 = \frac{W_{S\ po}}{W_S}$

$W_4 = W_P - (W_1 \cdot C_2)$ kde: $C_2 = \frac{W_{S\ Popel}}{W_S}$

W_1 – hmotnost prázdného sáčku [g]

W_{vz} – hmotnost navážky vzorku [g]

W_S – hmotnost sáčku – slepý pokus před hydrolýzou [g]

$W_{S\ po}$ – hmotnost sáčku – slepý pokus po hydrolýze [g]

C_1 – korekce sáčku

Wh – hmotnost sáčku se vzorkem po hydrolýze [g]

W_3 – hmotnost vzorku po hydrolýze [g]

W_4 – hmotnost popela vzorku po hydrolýze [g]

W_P – hmotnost popela po spálení vzorku a sáčku po hydrolýze [g]

C_2 – korekce na popel sáčku

$W_{S\ Popel}$ – hmotnost popela sáčku – slepý pokus [g]

8.2 Senzorická analýza

Organoleptické vlastnosti u 14 vybraných vzorků byly hodnoceny pomocí preferenční zkoušky při senzorickém posuzování potravin. Protokol senzorického hodnocení byl rozdělen na dvě části (viz. Příloha P I a P II) a hodnotitelé měli mezi dvěma hodnoceními 2 hodiny přestávku. Výsledky senzorických analýz byly statisticky vyhodnoceny pomocí Friedmanova testu a k výpočtům byl použit program Statk25. Při vyhodnocování výsledků byla zvolena 95 % hladina pravděpodobnosti.

9 VÝSLEDKY A DISKUZE

U vybraných vzorků na bázi amarantu a merlíku byl vyhodnocen obsah vody, škrobu, tuku, bílkovin, aminokyselin a vlákniny. Dále byly posouzeny jejich senzorické vlastnosti.

9.1 Vyhodnocení výsledků chemické analýzy

9.1.1 Stanovení vlhkosti

Obsah vody byl stanovován u 8 vzorků, u každého vzorku bylo toto stanovení provedeno třikrát. Výsledky získané měřením uvádí Tab. 7.

Tab. 7. Výsledky stanovení obsahu vody u jednotlivých výrobků

Vzorek	**Obsah vody v %**	**S. D.**
amarant	11,58	0,01
merlík	11,86	0,01
amarantové plátky	6,39	0,02
amarantové perličky	3,55	0,03
amarantové sušenky	3,81	0,00
amarantové chlebíčky – Albert BIO	5,86	0,01
amarantové chlebíčky – Racio BIO	5,22	0,02
amarantové kuličky	3,52	0,01

S. D. – směrodatná odchylka

Obsah vody ve vzorcích merlíku a amarantu byl srovnatelný. Vysušené vzorky byly dále použity pro stanovení tuku. Obsah vody v amarantových výrobcích (trvanlivé pečivo) byl v rozmezí 3,52 % až 6,39 %, což odpovídá charakteru těchto výrobků.

9.1.2 Stanovení obsahu škrobu

U vzorků zrn amarantu a merlíku byl stanoven obsah škrobu. Výsledky měření uvádí Tab. 8.

Tab. 8. Výsledky stanovení obsahu škrobu

Vzorek	**Obsah škrobu v %**	**S. D.**
amarant	54,46	0,60
merlík	63,42	0,84

S. D. – směrodatná odchylka

Obsah škrobu u amarantu byl 54,46 %, což odpovídá rozsahu hodnot, které uvádí zdroj VELÍŠEK, J. [12] v Tab. 3. Obsah škrobu merlíku byl 63,42 % a tento výsledek byl o něco málo vyšší, než uvádí MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. (60 %) [2].

9.1.3 Stanovení obsahu tuku

Získané výsledky obsahu tuku u amarantu a merlíku uvádí Tab. 9., jsou v souladu s literárními údaji uvedenými v teoretické části 6 – 9 % u amarantu a 8 % u merlíku [2, 3].

Tab. 9. Výsledky stanovení obsahu tuku

Vzorek	**Obsah tuku v %**	**S. D.**
amarant	7,70	0,28
merlík	7,36	0,36

S. D. – směrodatná odchylka

9.1.4 Stanovení obsahu bílkovin

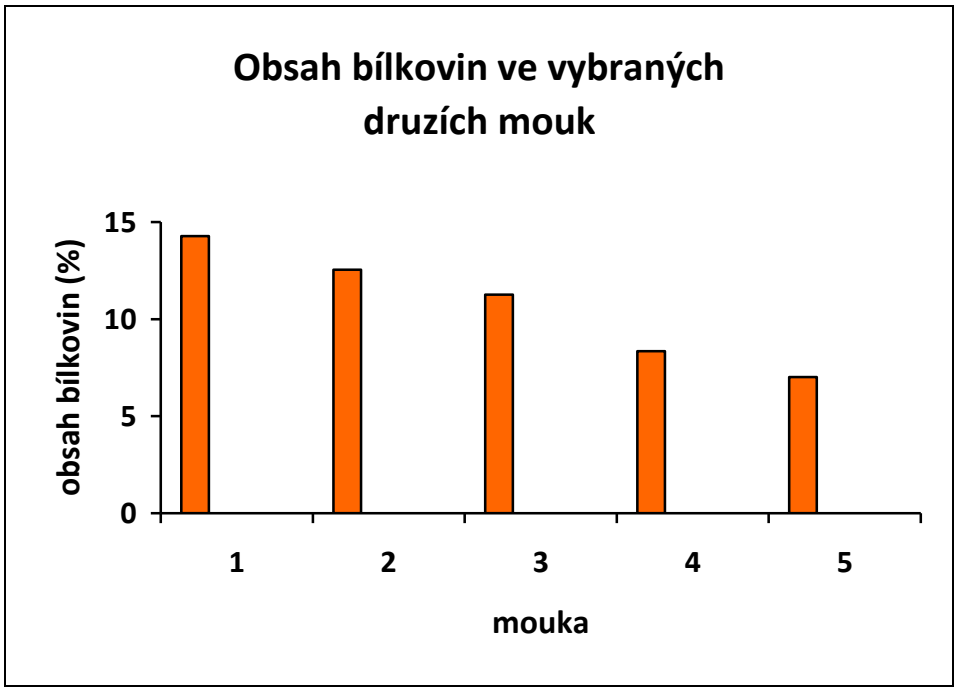
Obsah hrubých bílkovin byl stanoven u 13 vzorků. Pro srovnání výsledků byly ke vzorkům amarantu a merlíku stanoveny ještě vzorky mouk obilovin a pseudocereálie pohanky. Výsledky získané měřením uvádí Tab. 10.

Tab. 10. Výsledky stanovení obsahu bílkovin

Vzorek	**Obsah hrubých bílkovin v %**
amarant	12,77
merlík	11,81
amarantové plátky	10,02
amarantové perličky	14,95
amarantové sušenky	6,99
amarantové chlebíčky – Albert BIO	7,74
amarantové chlebíčky – Racio BIO	6,97
amarantové kuličky	6,95

Výsledky obsahu bílkovin amarantu a merlíku jsou v souladu s literárními údaji. Z výrobků na bázi amarantu nejvíce bílkovin obsahovaly amarantové perličky, což je pufované zrno amarantu. Obr. 7 názorně ukazuje, že mouky z pseudocereálií jsou bohatým zdrojem bílkovin a mouka z amarantu jich obsahuje nejvíce.

Získané výsledky názorně ukazují, že pseudocereálie jsou hodnotnějším zdrojem bílkovin než obiloviny.



Obr. 7. Obsah bílkovin ve vybraných druzích mouk

Čísla uvedená v grafu odpovídají moukám:

1 – amarantová mouka 2 – pohanková mouka

3 – pšeničná mouka 4 – rýžová mouka

5 – kukuřičná mouka

9.1.5 Stanovení obsahu aminokyselin

Aminokyselinové složení bylo stanoveno u vzorků amarantu a merlíku. Výsledky byly porovnány s literárním zdrojem. Výsledky stanovení aminokyselin uvádí Tab. 11.

U cysteinu a methioninu nejsou mezi vzorky amarantu a merlíku výrazné rozdíly, použitá literatura [20] uvádí, že pseudocereálie jsou bohatší na vyšší obsah těchto sirných aminokyselin. Stanovením aminokyselin byl prokázán vyšší obsah lysinu u obou vzorků oproti obilovinám. Obiloviny oproti tomu mají vyšší obsah leucinu [15].

Tab. 11. Výsledky stanovení aminokyselin

AMINOKYSELINA	**Obsah aminokyselin [g/kg]**					
	Amarant			**Merlík**		
	Mean	S. D.	C. V.	Mean	S. D.	C. V.
Cystein	2,51	0,13	5,2	2,58	0,10	3,7
Methionin	2,41	0,03	1,3	2,50	0,02	0,8
Kyselina asparagová	9,49	0,17	1,8	7,18	0,31	4,3
Threonin	3,98	0,05	1,2	2,98	0,13	4,2
Serin	6,57	0,02	0,3	3,53	0,17	4,7
Kyselina glutamová	12,18	0,08	0,6	10,76	0,58	5,4
Prolin	3,27	0,01	0,2	2,80	0,04	1,5
Glycin	8,49	0,06	0,7	4,32	0,22	5,0
Alanin	4,16	0,09	2,1	3,61	0,16	4,4
Valin	4,84	0,28	5,7	3,91	0,08	2,0
Isoleucin	3,92	0,16	3,9	3,01	0,10	3,1
Leucin	6,49	0,24	3,7	5,39	0,15	2,8
Tyrosin	3,75	0,09	2,4	2,16	0,01	0,5
Fenylalanin	4,58	0,24	5,3	3,64	0,01	0,4
Histidin	3,06	0,01	0,3	2,48	0,03	1,3
Lysin	6,49	0,00	0,0	4,80	0,18	3,7
Arginin	8,63	0,51	5,9	8,74	0,48	5,5
Součet	94,82			74,70		

S. D. – směrodatná odchylka C. V. – variační koeficient

9.1.6 Stanovení obsahu vlákniny

Množství vlákniny bylo sledováno nejen ve vzorcích na bázi amarantu a merlíku, ale i v některých druzích mouky (pohanková, rýžová, kukuřičná, pšeničná) pro porovnání. Výsledky stanovení uvádí Tab. 12.

Tab. 12. Výsledky stanovení vlákniny

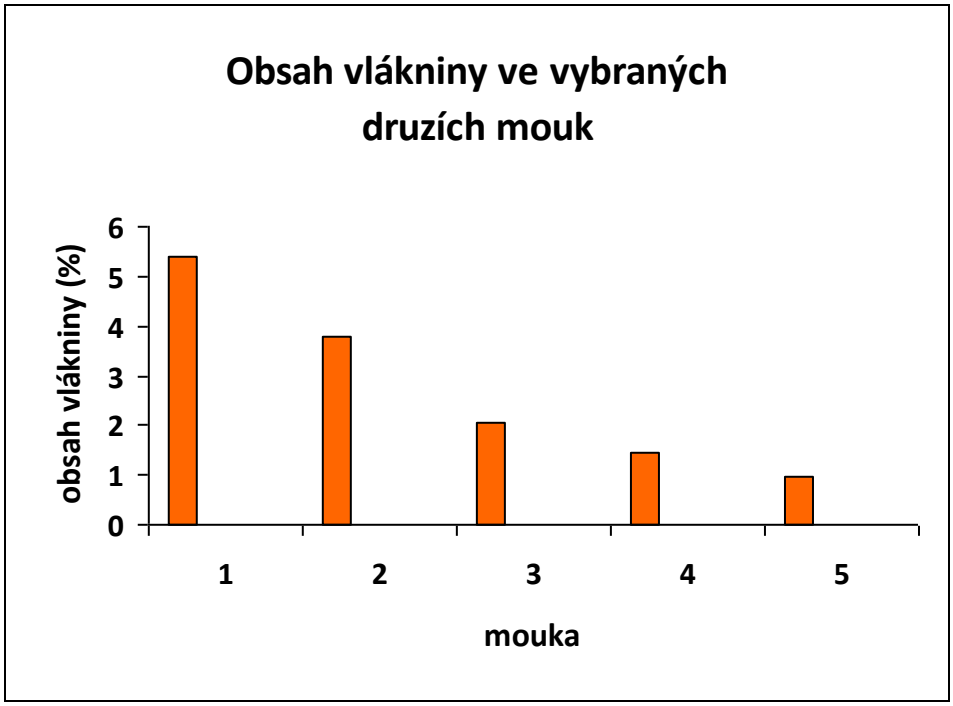
Vzorek	**Obsah vlákniny v %**	**S. D.**
amarant	9,33	0,43
merlík	4,98	1,02
amarantové perličky	14,99	0,25
amarantové plátky	6,18	0,31
amarantové sušenky	8,61	0,54
amarantové chlebíčky – Albert BIO	6,13	0,35
amarantové chlebíčky – Racio BIO	7,66	0,53
amarantové kuličky	8,53	0,54

S. D. – směrodatná odchylka

Neutrálně detergentní vláknina představuje typ nerozpustné vlákniny. Nejvyšší obsah vlákniny obsahovaly amarantové perličky (14,99 %). Patrný rozdíl je mezi vlákninou amarantem zrnem a amarantovou moukou. Tento rozdíl je dán tím, že při mletí zrna na mouku dochází k úpravě povrchu zrna. Zajímavý byl rozdíl v množství vlákniny u vzorků amarantových chlebíčků, které měly stejné složení. Všechny výrobky, jejichž základem byl amarant, obsahovaly větší množství vlákniny. Pro srovnání byl proměřen obsah vlákniny i u klasických mouk z různých surovin. Výsledky shrnuje Obr. 8. Z něj je zcela zřetelně vidět vysoký obsah vlákniny u amarantové mouky oproti ostatním druhům. Pohanková mouka, která se z pseudocereálií nejvíce využívá, má obsah zhruba třetinový. Z dalších druhů je na vlákninu poměrně bohatá kukuřičná mouka, která se využívá při výrobě pečiva a chleba. Nejnižší obsah byl nalezen u mouky rýžové.

Porovnáme-li amarant a merlík, tak amarant má oproti merlíku skoro dvojnásobný obsah vlákniny.

Z dietetického hlediska je tedy vidět, že výrobky s přídavkem amarantu a merlíku jsou na vlákninu oproti běžným pšeničným bohatší. Pokud by z dietetického hlediska bylo nutné příjem vlákniny v potravě zvýšit je možno výrobky s obsahem amarantu doporučit.



Obr. 8. Obsah vlákniny ve vybraných druzích mouk

Čísla uvedená v grafu odpovídají moukám:

1 – amarantová mouka 2 – kukuřičná mouka

3 – pohanková mouka 4 – pšeničná mouka

5 – rýžová mouka

9.2 Vyhodnocení výsledku senzorické analýzy

K senzorickému hodnocení bylo předloženo 14 vzorků, rozdělených do 4 skupin (pufované výrobky, sušenky, extrudované výrobky a těstoviny). Jejich vlastnosti byly hodnoceny pomocí preferenčních zkoušek.

9.2.1 Pufované výrobky

Celkem bylo hodnoceno 5 vzorků označených A – E, pomocí pořadového porovnávacího testu a párové zkoušky.

A – amarantové perličky

B – rýžové chlebíčky s amarantem (BIO Racio)

C – BIO rýžové chlebíčky s amarantem (Albert BIO)

D – pšeničné chlebíčky

E – rýžové chlebíčky s kukuřicí

9.2.1.1 Pořadový test

Pro vyhodnocení byl použit Friedmanův test. Na hladině pravděpodobnosti 95 % bylo shledáno, že mezi sledovanými vzorky existuje statisticky významný rozdíl. Nejvíce preferovaným vzorkem z analyzované skupiny pufovaných výrobků byl vzorek B (rýžové chlebíčky s amarantem – BIO Racio), jako méně preferované se umístily dva vzorky C a E (rýžové chlebíčky a amarantem – Albert BIO a rýžové chlebíčky s kukuřicí). Výsledky součtu pořadí testu uvádí Tab. 13.

Tab. 13. Vyhodnocení pořadového testu u pufovaných výrobků

Vzorky	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Součty pořadí	62	33	41	48	41

9.2.1.2 Párová zkouška

Při této zkoušce 15 dotázaných hodnotitelů porovnávalo dvojice B – D, B – E, C – D a C – E. Pro 15 hodnotitelů je možno za průkazné považovat minimálně 12 kladných odpovědí (80 %) [47]. Získané výsledky neprokázaly statisticky významné preference ve sledovaných dvojicích výrobků.

Z dvojice B – D dalo 60 % hodnotitelů přednost vzorku B (rýžové chlebíčky s amarantem – BIO Racio) před běžnými pšeničnými chlebíčky. Z další dvojice B – E, 53 % dotázaných preferovalo vzorek B (rýžové chlebíčky s amarantem – BIO Racio) před rýžovými chlebíčky s kukuřicí. Vzorku C (rýžové chlebíčky s amarantem – Albert BIO) dalo přednost celkem 53 % hodnotitelů před pšeničnými chlebíčky z dvojice vzorků C – D. A u poslední dvojice C – E dalo přednost vzorku E (rýžové chlebíčky) celkem 53 % posuzovatelů oproti rýžovým chlebíčkům s amarantem – Albert BIO. V celkovém hodnocení preferencí, i když nebyly statisticky významné, se prokázalo upřednostnění výrobků s amarantem před klasickými.

9.2.1.3 Porovnávací test

U tří pufovaných výrobků A, B a C byly dále hodnoceny jejich vlastnosti porovnávacím a pořadovým testem. Byla hodnocena barva, vůně a chuť. Hodnotitelé uvedli jimi preferovaný výrobek. Procentuální podíl hodnotitelů, kteří považují daný výrobek ve sledované vlastnosti pro ně za nejlepší udává Tab. 14.

Tab. 14. Vyhodnocení porovnávacího testu u pufovaných výrobků

Vzorek	**A**	**B**	**C**
Barva	13 %	67 %	20 %
Vůně	7 %	53 %	40 %
Chuť	0 %	67 %	33 %

Z uvedených výsledků vyplývá, že u barvy, vůně i chutě hodnotitelé preferovaly výrobek B (rýžové chlebíčky s amarantem). Nejméně preferovaný ve všech vlastnostech byl vzorek A (amarantové perličky).

9.2.1.4 Pořadový test

U vybraných pufovaných výrobků A, B, C byl proveden opakovaně preferenční test. Výsledky souhlasí s hodnocením celé série pufovaných výsledků. Hodnotitelé nejvíce preferovali vzorek B (rýžové chlebíčky s amarantem – BIO Racio), jako v předešlém pořadovém testu. Méně preferovaným byl vzorek C (rýžové chlebíčky s amarantem – Albert BIO) a nejméně výrobek A (amarantové perličky). Výsledky součtu pořadí testu uvádí Tab. 15. Na základě Friedmanova testu je možno konstatovat, že mezi výrobky existují statisticky významné rozdíly.

Tab. 15. Vyhodnocení pořadového testu u pufovaných výrobků

Vzorky	**A**	**B**	**C**
Součty pořadí	43	19	28

9.2.2 Sušenky

Pro senzorické hodnocení bylo použito dvou vzorků sušenek (F, G). U vzorků sušenek byly hodnoceny barva, vůně a chuť pomocí porovnávacího testu a byla provedena párová zkouška.

9.2.2.1 Porovnávací test

V tomto hodnocení byly posuzovány nejlepší vzorky sušenek v jednotlivých vlastnostech od 15 hodnotitelů. Procentuální vyjádření preferencí ve sledovaných vlastnostech uvádí Tab. 16.

Tab. 16. Vyhodnocení porovnávacího testu u sušenek

Vzorek	**F**	**G**
Barva	27 %	73 %
Vůně	40 %	60 %
Chuť	40 %	60 %

Nejlépe hodnotitelé posuzovali výrobek G (amarantové sušenky) ve všech vlastnostech (barva, vůně, chuť) před pohankovými sušenkami.

9.2.2.2 Párová zkouška

Z dvojice vzorků F – G, dalo 53 % hodnotitelů přednost vzorku G (amarantové sušenky). Tento výsledek statisticky na hladině významnosti nepotvrzuje průkaznost preference vzorku G. Výrobek označený jako F (pohankové sušenky) byly označeny za méně oblíbené.

9.2.3 Extrudované výrobky

Senzorickému hodnocení byly podrobeny 4 vzorky (H – K) extrudovaných výrobků. Výrobky byly hodnoceny pomocí porovnávacího, pořadového testu a párové zkoušky.

H – rýžové pukance

I – rýžové plátky

J – amarantové plátky

K – amarantové kuličky ovocné

9.2.3.1 Pořadový test

K vyhodnocení byl použit Friedmanův test a na hladině pravděpodobnosti 95 % byl u sledovaných vzorků shledán statisticky významný rozdíl. Součty pořadí uvádí Tab. 17. Nejvíce preferovaným byl vzorek I (rýžové plátky), potom následoval vzorek K (amarantové kuličky ovocné). Na třetí místo hodnotitelé zařadili výrobek H (rýžové pukance) a nejméně preferovaným podle hodnotitelů byl vzorek J (amarantové plátky).

Tab. 17. Vyhodnocení pořadového testu u extrudovaných výrobků

Vzorky	**H**	**I**	**J**	**K**
Součty pořadí	44	28	66	32

9.2.3.2 Párová zkouška

V tomto úkolu měli posuzovatelé za úkol porovnat dvojici vzorků I – J a vybrat preferovanější vzorek. Vybírali mezi rýžovými a amarantovými plátky, 80 % hodnotitelů dalo přednost vzorku I před vzorkem J. Tento výsledek prokázal statisticky významnou preferenci výrobku I. Rýžové plátky byly pro hodnotitele průkazně chutnější než plátky amarantové.

9.2.4 Těstoviny

Byly porovnávány 3 vzorky těstovin (L – N). Byl použit porovnávací, pořadový test a párová zkouška.

Hodnoceny byly vzorky: L – bezvaječné těstoviny – pšeničné

M – bezvaječné těstoviny – amarantové

N – bezvaječné těstoviny – quinoa

9.2.4.1 Porovnávací test

V tomto hodnocení byly posuzovány vzorky těstovin v barvě, vůni a chuti 15 hodnotiteli. Procentuální preference uvádí Tab. 18.

Tab. 18. Vyhodnocení porovnávacího testu u těstovin

Vzorek	**L**	**M**	**N**
Barva	20 %	67 %	13 %
Vůně	20 %	40 %	40 %
Chuť	20 %	20 %	60 %

Výrobek M (amarantové těstoviny) byl nejlépe hodnocený v barvě a také ve vůni. Stejně byl ve vůni hodnocen i výrobek N (těstoviny z quinoi), zároveň byl nejlépe ohodnocen v chuti. Vzorek L (pšeničné těstoviny) byl ve všech vlastnostech ohodnocen nejhůře. Z toho vyplývá, že amarantové těstoviny a těstoviny s přídavkem quinoi byly mnohem chutnější než běžněji konzumovanější pšeničné těstoviny.

9.2.4.2 Pořadový test

Výsledky pořadového testu byly vyhodnoceny Friedmanovým testem a mezi výrobky byl na hladině pravděpodobnosti shledán statisticky významný rozdíl. Hodnotitelé nejvíce upřednostňovali vzorek N (těstoviny z quinoi), méně preferovaný byl vzorek M (amarantové těstoviny) a nejméně výrobek L klasické pšeničné těstoviny. V pořadovém testu byly potvrzeny výsledky z porovnávacího testu. Výsledky součtu pořadí testu uvádí Tab. 19.

Tab. 19. Vyhodnocení pořadového testu u těstovin

Vzorky	**L**	**M**	**N**
Součty pořadí	35	33	22

9.2.4.3 Párová zkouška

15 hodnotitelů porovnávalo dvojice vzorků L – M, L – N a M – N.

Z první dvojice vzorků dalo 60 % posuzovatelů přednost vzorku M (amarantové těstoviny), z dvojice L – N upřednostnilo 73 % dotázaných vzorek N (těstoviny z quinoi) a z poslední dvojice vzorků M – N, 73 % hodnotitelů dalo přednost výrobku N. Výsledky, však neprokázaly statisticky průkazné rozdíly.

ZÁVĚR

Pseudocereálie mají podobný způsob zpracování a využití jako obiloviny. Tyto plodiny si také začínají získávat svoji značnou oblibu na základě své vysoké výživné hodnoty. Jsou především významným zdrojem sacharidů, mastných kyselin, minerálních látek, bílkovin a vlákniny. Z tohoto důvodu se stávají předmětem zájmů nejen výzkumníků, pěstitelů, zpracovatelů, ale i lékařů a dietologů.

V praktické části bylo provedeno stanovení základních složek u vybraných vzorků na bázi amarantu a merlíku. U vzorků bylo stanoveno množství obsahu vody, škrobu, tuku, bílkovin, aminokyselin a vlákniny. Výsledky byly porovnány mezi sebou navzájem i s literárními zdroji. Tímto stanovením byla prokázána u obou sledovaných pseudocereálií jejich vysoká výživná hodnota, např. vyšší obsah vlákniny a bílkovin oproti pšeničným nebo rýžovým produktům. Rovněž bylo provedeno senzorické hodnocení 14 vzorků, rozdělených do 4 skupin (pufované výrobky, sušenky, extrudované výrobky a těstoviny). Hodnocením bylo rovněž prokázáno, že výrobky z amarantu a merlíku byly pro běžné konzumenty v řadě případů chutnější než kukuřičné, pšeničné nebo rýžové.

Výrobky na bázi amarantu a merlíku jsou dnes již běžně dostupné ve specializovaných prodejnách zaměřujících se na zdravou výživu. Jejich sortiment se značně rozšířil na základě značné poptávky. Tyto pseudocereálie už dávno nepatří mezi zapomenuté staré kulturní plodiny dávných civilizací.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí.* Praha: 2008. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

[2] MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. *Pěstování alternativních plodin.* České Budějovice: ZF JU, 1999. 165s.

[3] JAROŠOVÁ, J., MICHALOVÁ, A., VAVREINOVÁ, S., MOUDRÝ, J., *Pěstování a využití amarantu.* Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999. 37 s. ISBN 80-7271-042-7.

[4] MOUDRÝ, J., JŮZA, J. *Pěstování obilnin.* České Budějovice: ZF JU, 1998. 87 s.

[5] Kolektiv autorů. *Energetické plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006. 127 s. ISBN 80-86726-13-4.

[6] *Amarant - pěstování.* [online]. [cit. 2011-03-14]. Dostupné z WWW: <http://www.novyvek.cz/?sekce=amarant&pg=pestovani>.

[7] MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. *Alternativní plodiny.* České Budějovice: ZF JU, 1996. 90 s.

[8] KOUBOVÁ, D. *Budeme se stravovat po aztécku?* [online]. [cit. 2010-11-27]. Dostupný z WWW: <www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=33643>.

[9] SILVA-SÁNCHEZ, C et al. Bioactive Peptides in Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed. *J. Agric. Food Chem.* 2008, roč. 56, s. 1233 – 1240.

[10] *Laskavec.* [online]. [cit. 2009-06-18]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/fvhe/vegetabilie/plodiny/czech/laskavec.htm>.

[11] SEGURA-NIETO, M. et al. Characterization of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed Proteins. *J. Agric. Food Chem.* 1992, roč. 40, s. 1553 – 1558.

[12] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1. vyd. Tábor: Ossis, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.

[13] JAROŠOVÁ, J. Kulturní formy rodu Amaranthus – Laskavec. *Rozšíření maloobjemových plodin pro potravinářské a technické využití ke zvýšení rentability rostlinné výroby:* Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 1994. 102 - 113 s.

[14] KVASNIČKOVÁ, A. *Merlík chilský – potravinářská plodina 21. století.* [online]. [cit. 2010-11-27]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=15234>.

[15] KOUBOVÁ, D. *Pseudocereálie z Jižní Ameriky.* [online]. [cit. 2010-11-21]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=33468>.

[16] BENDA, V. a kol. *Biologie II: Nauka o potravinářských surovinách.* [online]. [cit. 2010-01-03]. Dostupný z WWW:

<http://biomikro.vscht.cz/trp/documents/baburek/BII.pdf>.

[17] *Quinoa – Merlík chilský.* [online]. [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW:

<http://www.novyvek.cz/index.php?sekce=maminka&pg=clanek&id=577>.

[18] OGUNGBENLE, H. N. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.* 2003, roč. 54, s. 153 – 158.

[19] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3.* 1. vyd. Tábor: Ossis, 1999. 368 s.

ISBN 80-902391-5-3.

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

[21] PASKO, P., BARTON, H., ZAGRODZKI, P., GORINSTEIN, S., FOLTA, M., ZACHWIEJA, Z. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry.* 2009, roč. 115, s. 994 – 998.

[22] ŠALPLACHTA, J., ALLMAIER, G., CHMELÍK, J. Proteomická identifikace glutenových bílkovin. *Chemické listy.* 2005, roč. 99, s. 967 – 971.

[23] OLDŘICHOVÁ, T. *Rozšíření spektra rostlinných produktů pro dietu při celiakii.* [online]. [cit. 2009-06-18]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=15747>.

[24] HULÍN, P., DOSTÁLEK, P., HOCHEL, I. Metody stanovení lepkových bílkovin v potravinách. *Chemické listy*. 2008, roč. 102, s. 327 – 337.

[25] KVASNIČKOVÁ, A. *Stanovení přítomnosti lepku v bezlepkových potravinách.* [online]. [cit. 2011-04-20]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=109953>.

[26] KADAŇKOVÁ, R. Potravinářská inspekce uložila stažení potraviny. *Potravinářský zpravodaj*. 2010, roč. 8, s. 4.

[27] *Amarant - složení.* [online]. [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW:

<http://www.novyvek.cz/index.php?sekce=amarant&pg=slozeni>.

[28] PERLÍN, C. *Využití laskavce v potravinách.* [online]. [cit. 2010-06-18]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=24621>.

[29] MENDONCA, S., SALDIVA, H. P., CRUZ, J. R., AREAS, A. G. J. Amaranth protein presents cholesterol-lowering effect. *Food Chemistry*. 2009, roč. 116, s. 738 – 742.

[30] *Amaranth - zrno.* [online]. [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW:

<http://amaranth.cz/produkty/amaranth-zrno/>.

[31] NSIMBA Y. R., KIKUZAKI, H., KONISHI, Y. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chemistry*. 2008, roč. 106, s. 760 – 766.

[32] PERLÍN, C. *Potravinářské využití amarantu v ČR – realita a budoucí perspektivy.* [online]. [cit. 2010-11-27]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=72444>.

[33] *Amaranth vláknina.* [online]. [cit. 2011-04-20]. Dostupné z WWW:

<http://amaranth.cz/produkty/amaranth-vlaknina/>.

[34] ŽELEZNÁ, A. *Nedoceněné krmné plodiny.* Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999. 39 s. ISBN 80-7271-044-3.

[35] OLDŘICHOVÁ, T. *Využití amarantu v lihovarech.* [online]. [cit. 2010-11-27]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=11105>.

[36] KVASNIČKOVÁ, A. *Amarant kolem Spolany.* [online]. [cit. 2010-11-27]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=28437>.

[37] *Merlík chilský.* [online]. [cit. 2011-05-01]. Dostupné z WWW:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Merl%C3%ADk_%C4%8Dilsk%C3%BD>.

[38] BODOKOVÁ, S. *Nové produkty s obsahem quinoi.* [online]. [cit. 2011-04-13]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=43331>.

[39] SUKOVÁ, I. *Trendy ve výrobě potravin podle společnosti Mintel.* [online]. [cit. 2011-04-13]. Dostupný z WWW:

<www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=72610>.

[40] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P. *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin.* Vyškov: VVŠ PV, 1998. 44 s. ISBN 80-7231-022-4.

[41] DAVÍDEK. J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1977. 718s.

[42] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J. *Analýza potravin.* 1. vyd. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka, 2000. 102 s. ISBN 80-902775-3-5.

[43] JANDÁSEK, J., KRÁČMAR, S., MILERSKI, M., INGR, I. Comparison of the contents of intramuscular amino acids in different lamb hybrids. *Czech J. Anim. Sci.* 2003, roč. 48, s. 301 – 306.

[44] TEPER, I. ANKOM 220: nový přístup ke stanovení vlákniny. *Krmivářství.* 2000, roč. 7, s. 20 – 21.

[45] *ANKOM ^{220} Fiber Analyzer: přístroj pro stanovení vlákniny využívající technologie filtračních sáčků.* [online]. [cit. 2010-02-11]. Dostupné z WWW: <http://www.biopro.cz/__data/page/575/Fiber_Analyzer_-_P49.02-305.pdf>.

[46] BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B. *Senzorická analýza potravin I.* 1. vyd. Zlín: UTB, 2008. 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.

[47] JAROŠOVÁ, A. *Senzorické hodnocení potravin.* 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 84 s. ISBN 80-7157-539-9.

[48] POKORNÝ, J., DAVÍDEK, J. *Analýza potravin.* 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1989. 51 s. ISBN 80-7080-047-X.

[49] POKORNÝ, J. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti.* 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993. 196 s. ISBN 80-85120-34-8.

[50] *Úřední věstník evropských společenství:* SMĚRNICE KOMISE 1999/79/ES [online]. [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31999L0079:CS:HTML>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

př. n. l. před naším letopočtem

FAO (Food and Agriculture Organization) Organizace pro výživu a zemědělství

ČR Česká republika

USA (United States of America) Spojené státy americké

NASA (National Aeronautics and Space Administration) Národní úřad pro letectví a kosmonautiku

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Morfologický popis rostliny laskavce 14
Obr. 2. Řez semenem amarantu 15
Obr. 3. Amarant 15
Obr. 4. Merlík chilský 22
Obr. 5. Amarant – zrno 28
Obr. 6. Merlík – semena 30
Obr. 7. Obsah bílkovin ve vybraných druzích mouk 52
Obr. 8. Obsah vlákniny ve vybraných druzích mouk 55

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Chemické složení semen (v %) laskavce a zrna některých obilnin 17
Tab. 2. Obsah mastných kyselin v semenech amarantu 18
Tab. 3. Obsah škrobu a jeho složení ve významných zdrojích 19
Tab. 4. Laskavec jako zelenina. Srovnání s ostatními druhy zeleniny 20
Tab. 5. Složení minerálních látek a vitamínů v merlíku a některých obilovin 24
Tab. 6. Konzumní produkty amarantu dostupné na trhu ČR 29
Tab. 7. Výsledky stanovení obsahu vody u jednotlivých výrobků 49
Tab. 8. Výsledky stanovení obsahu škrobu 50
Tab. 9. Výsledky stanovení obsahu tuku 50
Tab. 10. Výsledky stanovení obsahu bílkovin 51
Tab. 11. Výsledky stanovení aminokyselin 53
Tab. 12. Výsledky stanovení vlákniny 54
Tab. 13. Vyhodnocení pořadového testu u pufovaných výrobků 56
Tab. 14. Vyhodnocení porovnávacího testu u pufovaných výrobků 57
Tab. 15. Vyhodnocení pořadového testu u pufovaných výrobků 58
Tab. 16. Vyhodnocení porovnávacího testu u sušenek 58
Tab. 17. Vyhodnocení pořadového testu u extrudovaných výrobků 59
Tab. 18. Vyhodnocení porovnávacího testu u těstovin 60
Tab. 19. Vyhodnocení pořadového testu u těstovin 61

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA PI: Protokol senzorického hodnocení I

PŘÍLOHA P II: Protokol senzorického hodnocení II

PŘÍLOHA P I: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ I

Jméno a příjmení: .....

Datum: ..... Hodina: .....

Zdravotní stav: .....

1A. PUFOVANÉ VÝROBKY

Pořadový test:

K preferencím (1 až 5) přiřaďte kód vzorku (A až E)

1 – nejvíce preferovaný 5 – nejméně preferovaný

Preference	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Vzorek					

Párová zkouška:

Který z dvojice vzorků preferujete? (preferovaný zakroužkujte)

B – D **B – E**

C – D **C – E**

1B. PUFOVANÉ VÝROBKY

Porovnávací test:

Vyznačte křížkem do tabulky Vámi nejlépe hodnocený výrobek v jednotlivých vlastnostech

Vzorek	**A**	**B**	**C**
Barva			
Vůně			
Chuť			

Pořadový test:

K preferencím (1 až 3) přiřaďte kód vzorku (A až C)

1 – nejvíce preferovaný 3 – nejméně preferovaný

Preference	**1**	**2**	**3**
Vzorek			

2. SUŠENKY

Porovnávací test:

Vyznačte křížkem do tabulky Vámi nejlépe hodnocený výrobek v jednotlivých vlastnostech

Vzorek	**F**	**G**
Barva		
Vůně		
Chuť		

Párová zkouška:

Který z dvojice vzorků preferujete? (preferovaný zakroužkujte)

F – G

PŘÍLOHA P II: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ II

Jméno a příjmení: .....

Datum: ..... Hodina: .....

Zdravotní stav: .....

3. EXTRUDOVANÉ VÝROBKY

Pořadový test:

K preferencím (1 až 4) přiřaďte kód vzorku (H až K)

1 – nejvíce preferovaný 4 – nejméně preferovaný

Preference	**1**	**2**	**3**	**4**
Vzorek				

Párová zkouška:

Který z dvojice vzorků preferujete? (preferovaný zakroužkujte)

I – J

4. TĚSTOVINY

Porovnávací test:

Vyznačte křížkem do tabulky Vámi nejlépe hodnocený výrobek v jednotlivých vlastnostech

Vzorek	**L**	**M**	**N**
Barva			
Vůně			
Chuť			

Pořadový test:

K preferencím (1 až 3) přiřaďte kód vzorku (L až N)

1 – nejvíce preferovaný 3 – nejméně preferovaný

Preference	**1**	**2**	**3**
Vzorek			

Párová zkouška:

Který z dvojice vzorků preferujete? (preferovaný zakroužkujte)

L – M **L – N**

M – N