

Charakteristika a vlastnosti amarantu

Eva Szarowská

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva SZAROWSKÁ**
Osobní číslo: **T07709**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Charakteristika a vlastnosti amarantu**

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika pseudocereálií, jejich vlastnosti a využití.
2. Amarant (laskavec) -- popis rostliny, oblasti pěstování, chemické složení, vlastnosti, zdravotní účinky.
3. Využití amarantu v současnosti.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BENDA, V., BABŮREK, I., ŽDÁRSKÝ, J. Biologie II, Nauka o potravinářských surovinách. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2000. 76s.

[2] PRUGAR, J. a kol. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3.tisíciletí. 1. vyd. Praha: VÚPS, 2008. 327s.

[3] ABLONE, R., CASSINERA, A., GASTÓN, A., LARA, M.A. Some Physical Properties of Amaranth Seeds, Biosystems Engineering, roč. 89, č. 1, 2004, s.109-117.

[4] Velíšek, J. Chemie potravin. 1. vyd. Tábor: Ossis, 1999. 304s.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Soňa Škrovánková, Ph.D.

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2010

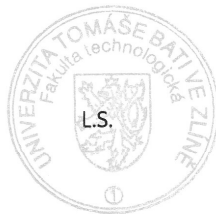
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2010

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na popis a charakteristiku amarantu, který patří do pseudocereálií. Amarant má vyšší nutriční hodnotu než běžné cereálie - vyšší podíl aminokyseliny lysinu, pomalu stravitelný a rezistentní škrob, látky prospívající zdraví, např. skvalen, fytoosteroly a flavonoidy. Amarant je vhodnou složkou stravy celiatiků a má také značné využití v potravinářském a kosmetickém průmyslu.

Klíčová slova: Amarant (laskavec), pseudocereálie, složení, vlastnosti, zdravotní účinky.

ABSTRACT

Bachelor thesis deals with the description and characterization of amaranth, which belongs to pseudocereals. The nutritive value of amaranth is higher than the value of conventional cereals – higher content of amino acid lysine, slowly digestible and resistant starch, substances with health benefits, e.g. squalene, phytosterols and flavonoids. Amaranth is suitable for celiac diet and is utilized in food and also cosmetic industry.

Keywords: Amaranth, pseudocereals, chemical composition, properties, health effects.

Příjmení a jméno: SZAROWSKA EVA

Obor: CHEMIE A TECHNOLOGIE
POTRAVIN

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ 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 23.5.2010

Eva Szarowska

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 nevdělečně 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 užit 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.

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce paní Ing. Soně Škrovánkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při konzultacích práce. Také bych chtěla poděkovat za podporu při práci své rodině a přátelům.

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

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 9 |
| 1 PSEUDOCEREÁLIE | 10 |
| 2 AMARANT | 13 |
| 2.1 HISTORIE A SOUČASNOST PĚSTOVÁNÍ AMARANTU | 13 |
| 2.2 BOTANICKÉ ZAŘAZENÍ..... | 15 |
| 2.2.1 Charakteristika amarantu..... | 17 |
| 2.3 PĚSTOVÁNÍ AMARANTU | 19 |
| 2.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ | 21 |
| 2.4.1 Bílkoviny | 22 |
| 2.4.1.1 Aminokyseliny | 23 |
| 2.4.2 Sacharidy | 25 |
| 2.4.2.1 Vláknina..... | 26 |
| 2.4.3 Lipidy | 28 |
| 2.4.4 Steroly | 29 |
| 2.4.4.1 Skvalen..... | 30 |
| 2.4.5 Minerální látky | 32 |
| 2.4.6 Vitaminy..... | 33 |
| 2.4.7 Flavonoidy..... | 35 |
| 2.4.8 Antinutriční látky | 35 |
| 2.5 VYUŽITÍ AMARANTU..... | 36 |
| 2.6 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY | 41 |
| ZÁVĚR | 43 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 45 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 51 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 52 |
| SEZNAM TABULEK | 53 |

ÚVOD

V posledních letech vzrostl počet obyvatel a tedy vzrostl i zájem o hledání nových potravin, které by byly prospěšné pro zdraví lidí, ale i zvířat. Proto se vedle stávajících druhů cereálií znovu začaly pěstovat staré plodiny (pseudocereálie), které lidi znali už před 4000 lety př.n.l.

Jedním z důvodů tohoto obnoveného zájmu je jejich vysoký nutriční profil, který je spojený s kvalitou a množstvím jejich bílkovin, tuků a antioxidačního potenciálu. Do pseudocereálií patří tři plodiny, a to amarant, merlík a pohanka. Kromě toho, semena amarantu, merlíku a pohanky jsou přirozeně bezlepková, a jsou tak v současné době používána jako zdravá alternativa potravin pro pacienty trpící celiakií.

Amarant patří mezi nepravé obiloviny (pseudocereálie). Botanicky se řadí do čeledi *Amaranthaceae*. Rod *Amaranthus* se skládá z přibližně 60 druhů rostlin amarantu, z nichž většina roste planě a jen málo druhů se pěstuje za účelem sklizně semen nebo listové hmoty. Amarant poskytuje užitek svými semeny i chutnou listovou natí. Je to rostlina, která je odolná vůči suchu a nenáročná na půdu.

Amarant má původ v tropických pásmech Ameriky. V předkolumbovských dobách byl jednou ze základních potravin amerického kontinentu. Pěstovali jej Mayové, Aztékové a Inkové a považovali ho za posvátné zrna. Amarantové semeno se stalo součástí jejich každodenní stravy vedle kukuřice a fazolí. Rostlina amarantu byla také důležitou součástí rituálních obřadů. Po vpádu španělských kolonizátorů na toto území, bylo pěstování amarantu zakázáno. Zachovalo se pouze v odlehlých horských polohách a odtud se začalo opět rozšiřovat. Dnes si amarant získává uznání, a to díky své nutriční hodnotě, která by mohla obohatit lidskou stravu.

V dnešní době se požívají semena amarantu k přípravě kaší nebo se rozemílají na mouku, ze které se peče chléb, sušenky a další druhy pečiva. Zelená listová nat' se využívá obdobným způsobem jako špenát, vaří se a následně se plní např. do tortil. Dalším využitím zelené listové hmoty je jako krmivo pro zvířata ve formě granulí.text

1 PSEUDOCEREÁLIE

V posledních letech se pro výživu lidí opět začaly využívat staré plodiny a to především amarant, pohanka a merlík. V oblastech, kde se tyto rostliny pěstují za účelem sklizně semen, se ukázalo, že semena mají dobré výživové vlastnosti. Kromě toho, že obsahují škrob, který je důležitým zdrojem energie, jsou také důležitým zdrojem bílkovin, vlákniny a tuků bohatých na nenasycené mastné kyseliny. Navíc obsahují dostatečné množství důležitých stopových prvků, minerálních látek a vitaminů a značné množství dalších bioaktivních složek jako jsou saponiny, fytoosteroly a polyfenoly. [1,2]

Semena amarantu, merlíku a pohanky neobsahují lepek, tudíž jsou v současné době využívány jako zdravá alternativa ve výživě bez lepku a jsou vhodná pro lidi trpící celiakií. Pro svůj obsah vitaminů a kvalitní bílkoviny jsou vhodné jako doplněk výživy sportovců. Jsou tedy vhodným dietním doplňkem u zdravé populace, ale lze je využít i u některých skupin pacientů. [1,2,3]

Pseudocereálie se řadí do alternativních plodin, např. proso a špalda, které se začaly pěstovat vedle stávajících druhů rostlin jako jsou např. pšenice a kukuřice, za účelem hledání nových cest ke zdravé výživě. Do pseudocereálií (obr. 1) se řadí amarant (*A. cruentus*), merlík (*Ch. quinoa*) a pohanka (*F. esculentum*). Tyto rostliny patří mezi dvouděložné druhy, které nejsou spolu přímo příbuzné a nejsou ani příbuzné s jednoděložnými pravými cereáliemi. Jméno pseudocerálie je odvozeno z malých zrníčkových semen. Struktura těchto zrn se výrazně liší od obilovin, jako je pšenice a kukuřice. [1,4,5]



Obr. 1.: Semena pohanky, merlíku a amarantu

Podle několika fylogenetických klasifikací rod *Amaranthus* a *Chenopodium* společně patří do podtřídy *Caryphyllales*, pohanka patří k podtřídě *Polygonales*. Tyto dvě podtřídy spolu úzce souvisí a dohromady tvoří třídu *Caryphyllidae*. [6]

V tabulce č. 1 je uvedeno chemické složení pseudocereálií amarantu, merlíku a pohanky v porovnání s pšenicí. Obsah bílkovin u pseudocereálií je obecně vyšší než u běžných obilovin jako je pšenice. Zpravidla nejvíce bílkovin obsahuje amarant a merlík, poté následuje pohanka. Bílkoviny v amarantu, merlíku a pohance jsou složeny z globulinů a albuminů a obsahují velmi malé až žádné množství prolaminů, které jsou škodlivé pro lidi trpící celiakií. Aminokyselinové složení albuminů a globulinů se výrazně liší od prolaminů, obsahují méně glutamové kyseliny a prolinu a více esenciálních aminokyselin, zejména lysin. [1]

Tab. 1.: Chemické složení amarantu, merlíku a pohanky ve srovnání s pšenicí. [1,7]

| složka | Amarant (%hm./sušina) | Merlík (%hm./sušina) | Pohanka (%hm./sušina) | Pšenice (%hm./sušina) |
|-----------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Bílkoviny | 16,5 | 14,5 | 12,5 | 11,7 |
| Tuky | 5,7 | 5,2 | 2,1 | 2,0 |
| Škrob | 61,4 | 64,2 | 58,9 | 61,0 |
| Vláknina | 20,6 | 14,2 | 29,5 | 2,0 |

Pseudocereálie se vyznačují vyšším obsahem tuku, než běžné obiloviny. Obsah tuku v amarantu a merlíku je 2krát až 3krát vyšší, než u většiny obilovin, a vyznačuje se vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin. Amarant a merlík obsahují 50% kyseliny linolové z celkového obsahu mastných kyselin a pohanka obsahuje přibližně 35% kyseliny linolové. Méně zastoupené jsou kyseliny olejová a palmitová. U merlíku byla stanovena přítomnost α -linolenové kyseliny v rozmezí od 3,8 – 8,3%, tato kyselina je prospěšná pro zdraví člověka, pozitivně působí na nemoci, jako jsou kardiovaskulární choroby, rakovina a osteoporóza. [1,6]

Mono- a disacharidy lze nalézt u pseudocereálií pouze v malém množství, polysacharidy ve velkém množství a to ve formě škrobu. Studie ukázaly, že pseudocereálie jsou dobrým

zdrojem vlákniny. Zejména obsah vlákniny u pohanky je výrazně vyšší, asi 29,5 hm.% v sušině, než obsah vlákniny v amarantu (20,6%) a merlíku (14,2%). Začleněním těchto semen do diety celiaků, by pomohlo zmírnit deficit příjmu vlákniny v jejich stravě. [1,6]

Tabulka 2 ukazuje, že pseudocereálie jsou také dobrým zdrojem minerálních látek, jako jsou vápník, hořčík, zinek a železo. Obsah minerálních látek v amarantu a merlíku je skoro dvakrát vyšší než i jiných cereálií jako je pšenice. Pohanka a amarant mají vyšší obsah vápníku, než pšenice. Pohanka obsahuje, asi 60,9 mg/100 g a amarant kolem 180 mg/100 g vápníku v sušině. Obsah hořčíku u pseudocereálií je dvakrát vyšší než u pšenice. [7,20]

Tab. 2.: Obsah některých minerálních látek pseudocereálií v porovnání s pšenicí [6]

| | Vápník [mg/100 g sušiny] | Hořčík [mg/100 g sušiny] | Zinek [mg/100 g sušiny] | Železo [mg/100 g sušiny] |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Amarant | 180 | 279,2 | 1,6 | 9,2 |
| Merlík | 32,9 | 206,8 | 1,8 | 5,5 |
| Pohanka | 60,9 | 203,4 | 1,0 | 4,7 |
| Pšenice | 34,8 | 96,4 | 1,2 | 3,3 |

Celkově lze říci, že pseudocereálie jsou také dobrým zdrojem vitaminů. Pokud jde o amarant, je dobrým zdrojem riboflavinu (B₂) a má vyšší obsah thiaminu (B₁), než pšenice. Merlík obsahuje riboflavin a thiamin. Amarant spolu s merlíkem jsou dobrým zdrojem vitamínu C, kyseliny listové a vitamínu E. Obsah kyseliny listové u merlíku se pohybuje okolo 78,1 µg/100 g, u amarantu je to 102 µg/100 g. Pohanka obsahuje thiamin, riboflavin a pyridoxin (B₆) a je také dobrým zdrojem vitamínu E. Celkový obsah vitamínu E v amarantu je 5,7 mg/100 g, merlík obsahuje 8,7 mg/100 g a pohanka má asi 5,5 mg/100 g v sušině. [1,6]

Pseudocereálie obsahují biogenní látky jako jsou např. fenolové látky, rostlinné steroly, saponiny, skvalen a rutin. Pohanková semena jsou jedním z nejlepších zdrojů polyfenolických látek, které mají příznivé účinky na diabetes prvního typu. Význam rostlinných sterolů a skvalenu v amarantu je jejich schopnost snižovat hladinu cholesterolu. [1,6]

2 AMARANT

Amarant (laskavec) pochází z Ameriky, kde byl kulturní rostlinou Inků a Aztéků. Patří mezi nepravé obiloviny (pseudoobilniny) a je řazen do čeledi laskavcovitých. Pro svou vysokou výživnou hodnotu a nenáročnost při pěstování je nazýván plodinou třetího tisíciletí. Laskavec je nutričně vysoce hodnotná plodina, která v podobě širokého sortimentu potravinářských výrobků nachází uplatnění na domácím i zahraničním trhu. Pěstuje se i v našich klimatických podmínkách, a to především pro zrno, které je cenné pro své výživové hodnoty. Kromě zrna lze využívat i listy a nať jako zeleninu, protože neobsahují saponiny ani alkaloidy. V současnosti se amarant pěstuje jako zemědělská odrůda nebo okrasná rostlina (obr.2). [3,7,8]



Obr. 2: Laskavec jako zemědělská odrůda (Amarant k237) a okrasná rostlina (Laskavec ocasatý)

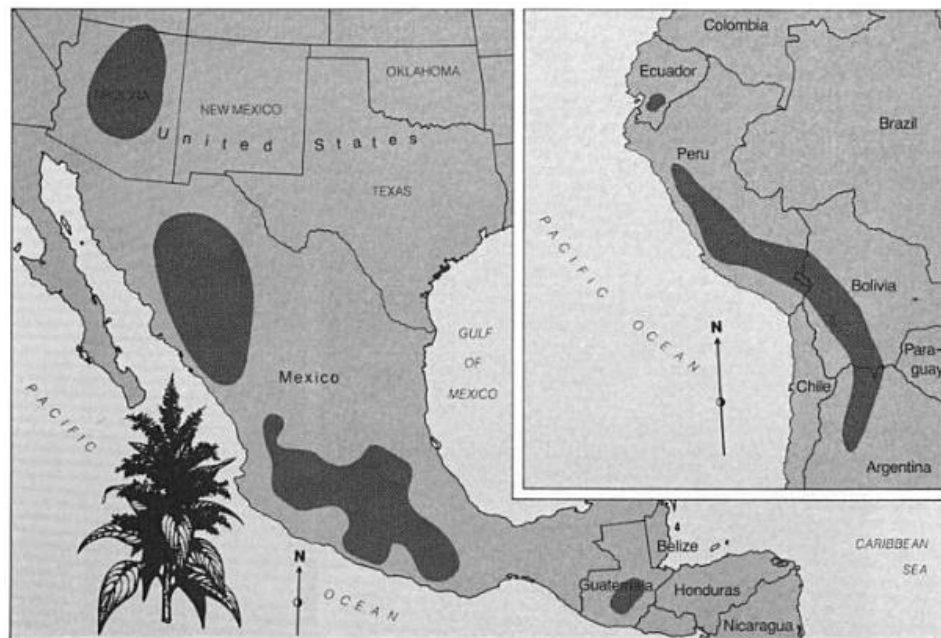
2.1 Historie a současnost pěstování amarantu

Amarant má původ v tropických pásmech Ameriky. V předkolumbovských dobách byl jednou ze základních potravin amerického kontinentu. Pěstovali jej Inkové, Aztékové a Mayové již před pěti až osmi tisíci lety jako zeleninu či zrninu. U Inků byla tato rostlina svatým, i zázračným zrnem „zlatem Inků“. Inkové tuto rostlinu nazývali Kiwicha a Aztékové Huautli. Indiáni považovali Kiwicha za rostlinu obrannou, věřili, že je chrání před

útoky mentálními i fyzickými. Ze zrněk vyráběli amulety které nosili stále při sobě. Věřili, že jim Kiwicha dodává odvahu, ostří smysly a posiluje intuici. [4,8,9,10]

V době objevení Ameriky byl laskavec spolu s kukuřicí a fazolemi nejrozšířenější plodinou. Španělští kolonizátoři byli při vstupu na tento kontinent překvapeni dobrým zdravotním stavem původního obyvatelstva a přisuzovali to právě významnému podílu amarantu v jejich stravě. Po obsazení Mexika španělským dobyvatelem Cortezem v roce 1519 bylo pěstování amarantu zakázáno. Všechny porosty byly zničeny kvůli spojitostí s náboženstvím, zrušeny byly i obřady a rituály. V průběhu krátké doby se laskavec téměř přestal pěstovat a využívat. Tajemství pěstování amarantu Inkové bedlivě chránili. Po dobytí jejich říše dalším španělským dobyvatelem Fraciscem Pizarrem utíkali lidé do hor a placky z hrubé amarantové mouky sloužili jako jejich jediná obživa. [4,8,11,12]

Je zřejmé, že španělští dobyvatelé Mexika přivezli semena amarantu do Evropy. V 16.-17. století začal jeden bylinář tyto semena pěstovat a brzy se amarant rozšířil jako okrasná rostlina do evropských zahrad. [9]



Obr. 3.: Oblasti pěstování amarantu (tmavě) v Severní a Jižní Americe. [9]

Na obr. 3 jsou tmavě vyznačeny oblasti výskytu pěstování amarantu v Americe. Mexiko je původním stanovištěm výskytu pěstování amarantu. Jeho pěstování se nejprve začalo šířit

do Guatemaly a do Spojených států a časem se rozšířilo i do jižní Ameriky (Peru, Bolívie, Ekvádoru a severní Argentiny). [9]

Starým Řekům amarant sloužil jako znak nesmrtelnosti. Švédská princezna Kristýna dokonce založila v roce 1653 řád kavalírů Amarantu. Po více než čtyřsetletém zapomnění si lidstvo vzpomnělo na tuto plodinu, která má unikátní chemické složení, čímž se řadí k univerzálnímu použití. [13]

Přestože se amarant pěstuje již dlouho jako významná plodina ve Střední a Jižní Americe a v některých oblastech Asie a Afriky, její produkce se rychle rozšířila až začátkem roku 1980, a to zejména v rozvojových zemích jako jsou Čína, Indie, Nepál, Etiopie, Keňa. Od roku 1982 Čínská akademie zemědělských věd zavedla ve své zemi pěstování stovky amarantových odrůd, pocházejících ze Spojených států. Amarant dosáhl velké popularity v Číně nejen pro použití v krmivech a potravinách, ale také pro jiné účely. V Číně se amarant pěstuje na ploše až 300 000ha, v Rusku je tato plocha odhadována na více než 100 000ha. Ve Spojených státech je asi 2400ha půdy osázené amarantem na velkých pláních ve středozápadě. Rusko pěstuje amarant ve větším měřítku především pro použití v krmivech. Mexiko, země Jižní Ameriky, USA, Polsko, Rakousko pěstují amarant pro lidskou výživu. [8,11,12,14]

U nás byl amarant znovuobjeven jako obilí pro běžnou potřebu až před několika lety a od roku 1993 se začal pěstovat a stává se stále oblíbenějším. Vzhledem k vhodné nutriční, průmyslové a farmakologické aplikaci, mezinárodní poptávka po této plodině roste. V současné době pěstují tuto hospodářskou plodinu v České Republice dva zemědělské podniky na celkové ploše dvaceti hektarů. [8,12,15,16]

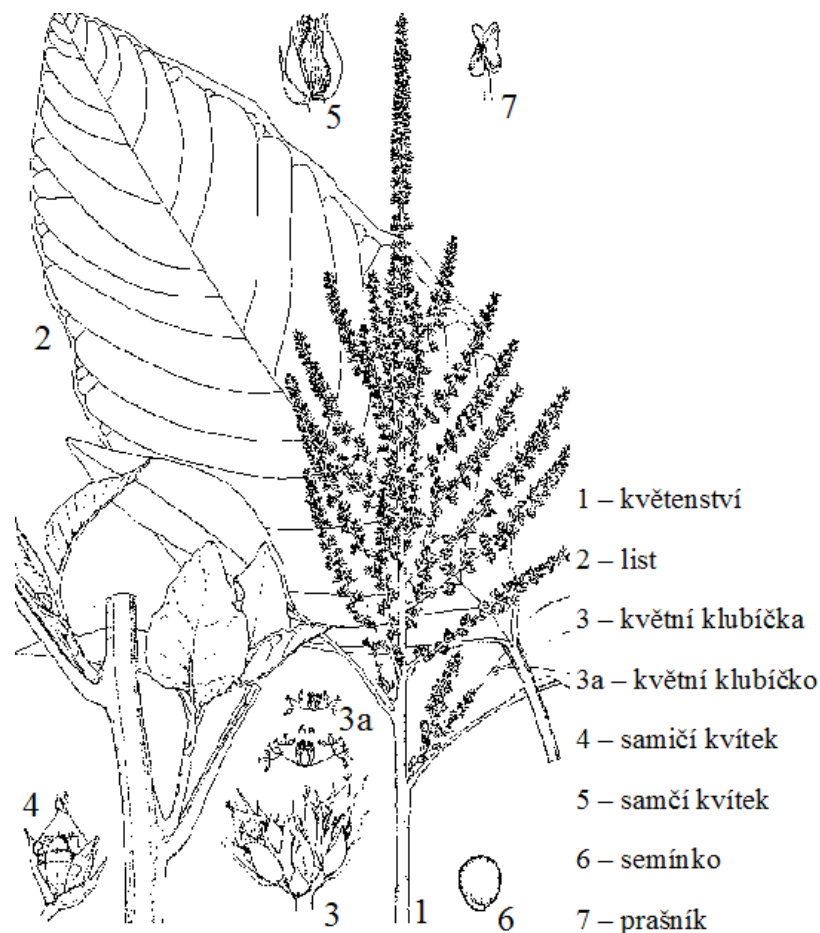
2.2 Botanické zařazení

Amarant (*Amaranthus*) patří do čeledi *Amaranthaceae*. V přírodě se dosud zachovalo 60 druhů rostlin rodu *Amaranthus*. Název *Amaranthus* je odvozen z řečtiny a znamená „nesmrtelný, nevadnoucí“, český název je – laskavec, lidově též „květ milosti“. [4,8,12]

Nejvýznamnější druhy laskavce využívanými na zrno jsou *Amaranthus cruentus*, a *A. hypochondriacus*, *A. caudatus*. Pro produkci semen se též pěstují kříženci *Amaranthus hypochondriacus x Amaranthus* hybridu. V Americe se uvedené druhy pěstují také jako zelenina, přičemž v Asii se pro tyto účely dává přednost *Amaranthus tricolor* L. Rod *Amaranthus*

je cytogeneticky heterózní, zahrnuje druhy s rozdílným počtem chromozomů, které nejsou navzájem křížitelné. Taxonomicky je tento rod rozdělen do dvou sekcí: *blitopsis* jenž má trojčlenné květy a *amaranthus*, který má květy pětičlenné. Nejdůležitější rozlišovací znaky jsou hustota květenství a tvar okvětních lístků. [4,12,17,18]

Rostlinný druh *Amaranthus cruentus* pochází z Mexika a Guatemaly, kde se využívá jako obilí nebo listová zelenina. Zrna *A. cruentus* jsou bílé barvy a z jeho květů může být extrahováno červené barvivo, které se využívá k barvení kukuřičných pokrmů. Tento druh amarantu se velice dobře přizpůsobuje suchým oblastem. Proto se stále pěstuje v mexických regionech. Ve městech na ulicích Mexika se prodávají pufovaná zrna amarantu jako křupky. [9]



Obr. 4: Morfologický popis rostliny amarantu [9]

Amaranthus caudatus se vyskytuje v argentinských Andách, Peru a Bolívii. Jeho převislé květy jsou zbarveny do ruda a jsou běžně prodávány v Evropě a Severní Americe jako

okrasné rostliny pod jmény Laskavec ocasatý anebo orobinec rudý, jsou to jména společná s nepříbuznými rostlinami. Pěstuje se především jako okrasná rostlina, protože nemá tak dobré výnosy semen jako jiné druhy. [9]

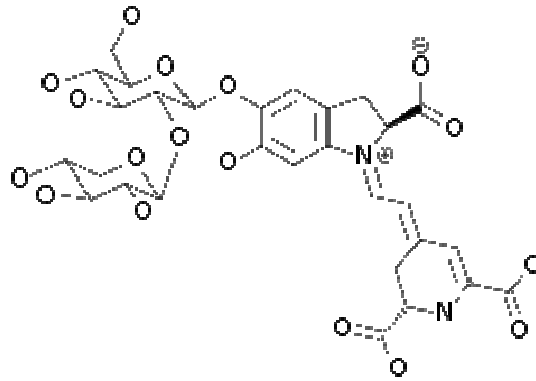
Amaranthus hypochondriacus (obr. 4) je nejrobustnější, nejvyšší a poskytuje největší výnosy semen z uvedených druhů amarantu. Pravděpodobně zdomácněl v Mexiku a později se šířil dál na sever. Tento druh je obzvláště vhodný pro pěstování v suchých a tropických oblastech a také v místech s vysokou nadmořskou výškou. *Amarant hypochondriacus* má výtečnou kvalitu osiva a má největší potenciál pro použití jako složka potravy. Jeho pukanec se dobře melou na mouku, která má příjemnou chuť a vůni. [9]

2.2.1 Charakteristika amarantu

Amarant je statná jednoletá dvouděložná bylina typu C4. Většina forem vytváří hluboko pronikající kořen s četným postranním větvením. Má přímý nebo rozložitý stonek, který se více nebo méně větví a může dosahovat délky až 2m. Barva květů, listů a stonku u amarantu se liší. Hnědá a karmínová barva je společná pro všechny tři části rostliny. Barva stonku je zelená nebo různě pigmentovaná. Listy jsou střídavé, stopkaté, lysé, nejčastěji vejčité, s výraznou špičkou na konci. Barva listů bývá většinou zelená, některé odrůdy mají fialovou kresbu ve tvaru podkovy nebo kresbu na okraji listů. Charakteristické pro některé odrůdy bývá i fialové zbarvení řapíků a žilkování na listech a lodyhách. Chuť listů je mírně nasládlá, podobná chuti špenátu. Květenství laskavce je větvená lata tvořená klasovitými větvemi někdy 50-60cm dlouhými. Ty jsou buď přímé, převislé, nebo šikmo odstáté. Některé odrůdy mají barvu květů zelenou nebo karmínově červenou, jiné mohou být i zlaté. Hlavním pigmentem květů je červený amaranthin (obr. 5), doprovázený isoamaranthinem odvozeným od isobetaninu. [8,19,20,21]

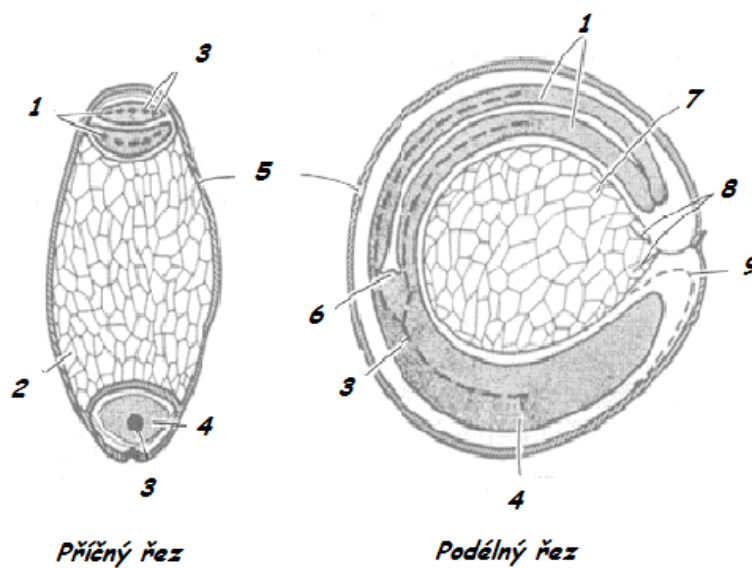
Jednou z nejdůležitějších molekul v životě rostlin je oxid uhličitý (CO_2). V atmosféře je ho sice značné množství, ale přesto jsou některé rostliny nuceny s ním hospodařit. Ze svého okolí získávají rostliny CO_2 obvykle průduchy na listech a pochody fotosyntézy jej zabudovávají do organických molekul. Rostliny C4 dokáží díky enzymu PEP-karboxyláza využít i nižší koncentrace CO_2 . To znamená, že i CO_2 vznikající při některých metabolických pochodech v rostlině může být vícenásobně zapojen do metabolismu, přesněji do procesů fotosyntézy přes fosfoenolpyruvát (PEP). Primárním příjemcem CO_2 u rostlin C4 tedy může být také PEP. Molekula, která vznikne, má čtyřuhlíkatou kostru (proto C4). Výhodou

C4 rostlin je produkce většího množství sušiny při použití stejného množství CO₂. Z toho vyplývá, že C4 rostliny lépe odolávají suššímu prostředí. [22]



Obr.5. : Vzorec amaranthinu

Z hlediska pohlavnosti se dělí druhy rodu *Amaranthus* na jednodomé a dvoudomé. Rostlina je většinou samosprašná s velkým rozmnožovacím potenciálem. Jedna rostlina vyprodukuje 200-500 tisíc semen čočkovitého tvaru s průměrem 1-2 mm a hmotností 0,2 až 1,1 mg. Droboučká semínka amarantu mají mírně nahořklou ořechovou chuť. [20,23]

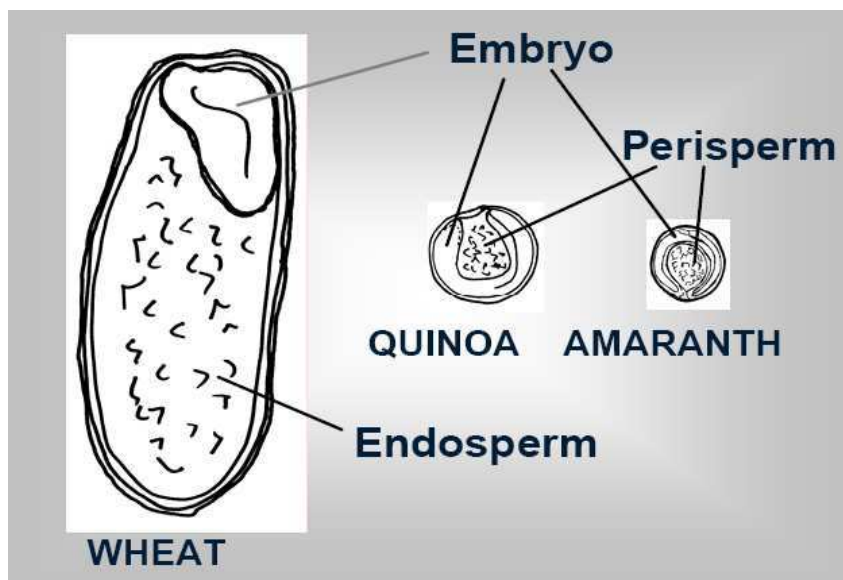


Obr. 6.: Příčný a podélný řez semenem amarantu [20]

1 - děložní lístky, 2 - perisperm, 3 - prokambium, 4 - kořínek, 5 - osemení
6 - vrchol výhonku, 7 - škrobový perisperm, 8 - cévní svazky, 9 - endosperm

Na obr. 6 je ukázán příčný a podélný řez semenem amarantu. Vnější obalová vrstva semene je tenká a obsahuje pigmenty různé barvy (bílé, krémové, žluté, červené a hnědé). Chemická podstata rozdílu v barvě není zcela jasná. Obalové vrstvy hnědých a červených semen obsahují taniny. Pro semenné druhy je více typická bledá barva. [20,23]

Na obr. 7 jsou vidět rozdíly v strukturách semen amarantu a merlíku v porovnání s pšenicí. U pšenice se zárodek nachází ve škrobnatém endospermu, naproti tomu u semen amarantu a merlíku je škrobnatý endosperm obklopen zárodkem, který je ve tvaru prstence. Semena amarantu a merlíku jsou mnohem menší než semena obilovin. [6]



Obr. 7.: Botanická struktura semene amarantu a merlíku ve srovnání s pšenicí [6]

2.3 Pěstování amarantu

Laskavec, kromě svých vysokých nutričních a pro zdraví prospěšných vlastností, má také vynikající agronomické vlastnosti. [24]

Ke snížení chudoby a hladu by mohlo přispět pěstování amarantu. V suchých oblastech, kde komerční plodiny jako jsou fazole, kukuřice nebo rýže, nemůžou být pěstovány, se může pěstovat právě amarant. Velkou předností této rostliny je, že produkuje velké množství semen, je odolná vůči škůdcům a extrémním klimatickým podmínkám, zejména vůči

suchu a je nenáročná na půdu. Amarant vykazuje také nižší citlivost k toxigenním kmenům plísni *Aspergillus*. [24,25,26]

Laskavec nemá zvláštní požadavky na předplodinu. Vhodnou předplodinou jsou obiloviny, luskoviny, brambory, řepka nebo travní porosty. Méně vhodnou předplodinou je řepa a kukuřice. Velmi malé semeno laskavce vyžaduje kvalitní přípravu půdy. Má pomalý počáteční růst a v tomto období je citlivý na půdní přísušek, plevele a sucho. Proto cílem jarní přípravy půdy je vytvořit čistý pozemek bez plevelů za současného uchování půdní vláhy. Laskavec je možné vysévat jakmile teplota půdy dosáhne 10-12° C. K výsevu je třeba připravit půdu tak, aby se semena vysévala do kypré půdy na pevné výsevné lůžko, které umožní přístup vody z ornice. [24,25,27]

Vegetační doba laskavce je 110-130 dní. Rostliny amarantu jsou náročné na světlo. Nepříznivě působí zastínění zejména v ranných fázích růstu, ale vysoké nároky na intenzitu světla má během celé vegetace. K pěstování amarantu jsou nejvhodnější teplá mírně vlhká stanoviště nebo nezaplavené pozemky. Nejvhodnější k pěstování jsou lehké až střední půdy, které jsou písčito-hlinité až lehčí hlinité. Amarant je teplomilná rostlina a pro vzcházení a růst potřebuje teplotu vzduchu nad 15° C a půdu vyhřátou na 10° C. Pokud nastane mráz (-3 až -4° C), způsobí zmrznutí mladých a později vzešlých rostlin. Krátkodobé (několikahodinové) mrazíky rostliny přežívají. Proto je nejvhodnější semena laskavce vysévat až po 10.-15. květnu do stejné hloubky 1cm. Nejčastěji se vysévá 350-400 tisíc klíčivých semen na 1ha (výsev 1,2-1,5 kg/ha). [25,26,28]

Amarant má velký rozmnožovací potenciál a může díky svému rychlému růstu poskytovat v optimálních podmínkách až třikrát do roka sklizeň zrna. Sklizeň a posklizňová úprava zrna je velmi náročná. Problémem při pěstování laskavce na zrna je nerovnoměrné dozrávání. Rostliny laskavce v době sklizně obsahují vysoké procento vody ve stéblech a listech, což ztěžuje sklizeň kombajnem. Velice účinné je teplé a suché počasí a především mráz, který porost „přírodně vysušuje“. Sklizeň je pak třeba provést rychle, aby se snížily ztráty vypadávaním zrna. Po sklizni musí následovat vyčištění semen od všech organických příměsí, které mohou nepříznivě ovlivňovat aroma a při nedostatečném vysušení způsobují plesnivění, což se podílí na znehodnocení sklizně pro potravinářské použití. Bezprostředně po vyčištění je nutno provést dosušení teplým vzduchem. Teploty se řídí technickými parametry sušiček a vstupních vlhkostí semen. V první fázi je podstatné snížit vlhkost na 15-18 % a následné dosušení na požadovanou skladovací vlhkost 10-12%. [3,8,12,26]

2.4 Chemické složení

Chemické složení zrna laskavce je závislé především na druhu a odrůdě, dále pak na pěstitelských a klimatických podmínkách. Amarant má výhodné chemické složení a nutriční vlastnosti, které by mohly obohatit lidskou stravu. [29,30]

Semena a listy amarantu mají ve srovnání s cereáliemi vyšší výživovou hodnotu. Amarantové zrno obsahuje v sušině 15,5% bílkovin, které se vyznačují vysokou kvalitou a mají ve srovnání s kukuřicí trojnásobný obsah lysinu. Amarantové zrno dále obsahuje 7,6% tuků, 64,5% sacharidů, 17,7% vlákniny, 3,2% popela a 0,06% tříslovin. Amarantové zrno převyšuje klasická obilná zrna nejen svými nutričními hodnotami, ale má i dostatečné zastoupení minerálních látek, především železa a vápníku, dále také fosforu, draslíku a zinku. Obsahuje i některé vitaminy B komplexu, vitamin C a E. [3,8,30,31]

Podíl jednotlivých živin v amarantovém zrnu ve srovnání s podílem živin v některých obilovinách je uveden v tabulce č. 3. Z tabulky lze vidět, že amarant má mnohem vyšší výživové hodnoty než má pšenice, rýže a oves. Amarant obsahuje více bílkovin a v obilovinách limitující esenciální aminokyselinu lysin. Amarant má vysoký obsah tuků a vlákniny, dále vysoký obsah železa, vápníku a hořčíku. Frakcí osemení a zárodku amarantu se získávají otruby, které jsou poměrně bohaté na bílkoviny a tuky. V porovnání s běžnými obilovinami, jako jsou pšenice a rýže, je obsah bílkovin a tuků nižší. [1,4,8]

Tab. 3: Srovnání výživové hodnoty laskavce s jinými obilovinami [4]

| | Laskavec | Pšenice | Rýže | Oves |
|---------------------------|-----------------|----------------|-------------|-------------|
| Bílkoviny (g/100g) | 16 | 13,3 | 7,6 | 14,2 |
| z toho lysin (g/100g) | 0,89 | 0,32 | 0,31 | 0,43 |
| Tuk (g/100g) | 7,5 | 2 | 0,3 | 7,4 |
| Sacharidy (g/100g) | 62 | 71 | 79,4 | 68,2 |
| Vláknina (g/100g) | 4,2 | 2,3 | 0,2 | 1,2 |
| Železo (mg/100g) | 15 | 3,4 | 0,8 | 4,5 |
| Vápník (mg/100g) | 250 | 47,4 | 24 | 53 |
| Hořčík (mg/100g) | 310 | 110 | 120 | 120 |

Tabulka 4 ukazuje, jak se liší chemické složení v zrně a v listech amarantu. Obsah proteinů v amarantu se pohybuje v rozmezí 18-38%, lipidů 1,3-10,6%. Variabilita vlákniny je od 5,4 do 24,6 % na sušinu. [18]

Tab. 4.: Chemické složení amarantu (g/100g sušiny) [18]

| Složka | Listy (g/100g sušiny) | Zrno (g/100g sušiny) |
|-----------|-----------------------|----------------------|
| Lipidy | 3,8 | 7,0 |
| Proteiny | 24,1 | 15,2 |
| Vláknina | 14,9 | 6,2 |
| Sacharidy | 42,9 | 62,1 |

2.4.1 Bílkoviny

Amarantové zrno obsahuje 16-18% bílkovin. Obsah bílkovin kolísá podle druhu amarantu a podmínek jejich kultivace. Rozdíl v množství bílkovin a aminokyselin mezi divokým a pěstovaným amarantem však nebyl zjištěn. Pouze u tmavosemenných odrůd byl zjištěn vyšší podíl proteinů a u pěstovaných zase více lysinu. [8,26]

Nejvíce bílkovin v zrně amarantu je soustředěno v klíčku a slupce, asi 65%, v perispermu je soustředěno 35% bílkovin. Zelené listy a výhonky se vyznačují menším množstvím bílkovin, které činí 27-33%. Biologická hodnota bílkovin amarantu (75) je velmi dobrá a je vyšší než u běžných obilovin jako je pšenice (60) a kukuřice (72). Biologická hodnota bílkovin vyjadřuje kvalitu bílkovin. Plnohodnotná bílkovina obsahuje všechny esenciální aminokyseliny v harmonickém vzájemném poměru a potřebném množství. Za plnohodnotnou bílkovinu se považuje vaječný bílek (100). [8,13]

Bílkovina amarantu má strukturu, která je málo antigenní, proto je nízká pravděpodobnost vzniku alergie na amarant. V zrně amarantu je nízký obsah prolaminů, α -gliadin není v zrně obsažen vůbec. V důsledku nízkého obsahu prolaminů a gliadinů mohou výrobky z amarantu nahradit pšeničnou mouku ve výživě lidí s celiakií. [3,18]

Poměrně lehkou se ze zelených částí rostlin amarantu získávají proteinové extrakty o velmi vysoké nutriční hodnotě. Hlavními proteiny jsou albuminy, které jsou zapojeny do různých biologických funkcí, a globuliny, které slouží jako zásobní proteiny. Bílkovinné frakce amarantu se skládají z 56% albuminů a globulinů, 3,3% protaminů a 22% glutelinů. Hlavní globuliny amarantu jsou 11S typ globulin a vysoce polymerovaný globulin definovaný jako globulin-P. Oba tyto globuliny mají podobné strukturální a fyzikálně-chemické vlastnosti. V malém množství obsahují i 2S-albuminy a 7S-globuliny. [4,32,33]

Proteinové koncentráty z amarantu ukazují mnohem lepší rozpustnost, pěnění a emulgování, než běžně používané sójové bílkoviny. Albuminy amarantu vykazují dobrou pěnicí schopnost, tak že by mohly být použity ke šlehání jako vajíčka albuminů. V závislosti na frakci bílkovin a tepelných podmínkách, amarantové bílkoviny jsou schopny tvořit rosoly, které by mohly být použity v různých rosolovitých potravinách. [6]

2.4.1.1 Aminokyseliny

Bílkoviny amarantu jsou kvalitní, svým aminokyselinovým složením se blíží bílkovinám živočišného původu. Bílkoviny amarantu se vyznačují vyšším obsahem esenciálních aminokyselin (valin, leucin, isoleucin, threonin, methionin, lysin, fenylalanin, tryptofan), které si tělo nedokáže syntetizovat samo a jsou pro jeho vývoj nezbytné. [3,34]

Na rozdíl od běžných obilovin bílkovina amarantu je složena především z globulinů a albuminů a obsahuje velmi malé množství prolaminových bílkovin. Aminokyselinové složení proteinu amarantu je lépe vyváženo vyšším obsahem esenciálních aminokyselin a lepší stravitelností, než u běžných obilovin. [1]

Zastoupení jednotlivých esenciálních aminokyselin je uvedeno v tabulce 5. K nejvíce zastoupeným aminokyselinám v laskavci se řadí leucin, asi 5,3 g/16g N a lysin kolem 5 g/16gN. Leucin je vhodný pro sportovce, zvyšuje schopnost svalů ukládat energii a snižuje zvýšenou hladinu krevního cukru. Obsah lysinu u amarantové mouky je téměř dvojnásobný než u mouky pšeničné. U ostatních obilovin (pšenice, žito) je obsah lysinu poměrně nižší. L-lysin je důležitá aminokyselina pro růst a obnovu tkání, pro produkci hormonů, enzymů a protilátek. L-lysin pomáhá v boji proti herpetickému viru. Chrání též srdce a cévy a pomáhá detoxikovat organismus od olova. Třetí nejvíce zastoupenou aminokyselinou v amarantu je valin, asi 4,3 g/16g N. Valin má uplatnění při uskladňování glukózy v játrech a svalech ve formě glykogenů. Amarant obsahuje histidin přibližně 2,5 g/16g N. Aminoky-

seliny lysin a histidin jsou odpovědné za tvorbu a správný rozvoj mozkových buněk u dětí a dospívajících i za jejich regeneraci. Obsah aminokyseliny obsahující síru – methioninu (1,8 g/16g N) v semenech amarantu je ve srovnání s ostatními cereáliemi jako jsou žito, pšenice nebo kukuřice vyšší. Další důležitou aminokyselinou, kterou obsahuje amarant, je threonin, asi 3,5 g/16g N. Tato aminokyselina je důležitá pro podporu rovnováhy bílkovin v organismu, tvorbu kolagenu a elastinu v kůži a pro metabolismus tuků. [3,9,23,26,34]

Tab. 5: Obsah esenciálních aminokyselin v pseudocereáliích a cereáliích (g /16g dusíku) [4]

| | Amarant | Proso | Pohanka | Kukuřice | Pšenice | Žito | Ječmen |
|-----|---------|-------|---------|----------|---------|------|--------|
| Phe | 3,6 | 4,8 | 3,8 | 4,9 | 4,5 | 4,4 | 5,1 |
| Ile | 3,6 | 4,1 | 3,4 | 3,7 | 3,3 | 3,5 | 3,6 |
| Leu | 5,3 | 9,6 | 5,9 | 12,5 | 6,7 | 6,2 | 6,7 |
| Lys | 5,0 | 3,4 | 3,8 | 2,7 | 2,9 | 3,4 | 3,5 |
| Met | 1,8 | 2,5 | 1,5 | 1,9 | 1,5 | 1,5 | 1,7 |
| Thr | 3,5 | 3,9 | 3,6 | 3,6 | 2,9 | 3,3 | 3,3 |
| Trp | 1,5 | 2,0 | 1,4 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 0,9 |
| Val | 4,3 | 5,5 | 6,7 | 4,8 | 4,4 | 4,8 | 5,0 |

Výživová hodnota bílkoviny amarantu je velmi dobrá. Pokud jsou zrna amarantu vařená, jejich stravitelnost se zvyšuje až na hodnotu okolo 90% a jejich bílkovinný produkční poměr (PER - Protein Efficiently Ratio) je v rozmezí 1,5-2,0. PER vyjadřuje hmotnostní přírůstek živočišného organismu připadající na jednotku přijatých dusíkatých látek potravin. Pro srovnání PER kaseinu je 2,5. To ukazuje, že bílkovina amarantu může dosáhnout výhodné rovnováhy esenciálních aminokyselin, pokud bude např. amarantová mouka smíchána s kukuřičnou moukou. Amarant má vyšší obsah lysinu a tryptofanu a nižší obsah leucinu. Kukuřice může tedy představovat hodnotný doplněk amarantu bohatý na leucin, ale chudý na lysin a tryptofan. [9,26]

2.4.2 Sacharidy

Celkové množství sacharidů v amarantovém zrně je 64,5%. Hlavní složku sacharidů v amarantovém zrně tvoří v převážné míře cukry složené, neboli polysacharidy. Škrob je hlavním polysacharidem v semenech amarantu. Amarantové zrně obsahuje 50-60% škrobu. Vysoký obsah škrobu je koncentrován v buňkách perispermu. Obsah škrobu v jednotlivých odrůdách je rozdílný, např. *Amaranthus hypochondriacus* obsahuje 62% škrobu, kdežto *Amaranthus cruentus* obsahuje jen 48% škrobu. [18,26,36]

Amylopektin je hlavní složkou škrobového zrna amarantu, asi 92%, vedlejší složkou je amylosa, která činí 8%. Amylosa je v podstatě lineární biopolymer jednotek spojenými α -D-(1,4)-glykosidovou vazbou s několika bočními větveními spojenými α -D-(1,6)-glykosidovou vazbou. Zatímco amylopektin má mnohem vyšší hustotu větvení, které jsou spojené α -D-(1,6)-glykosidovou vazbou a jednotky v hlavním řetězci jsou spojeny α -D-(1,4)-glykosidovou vazbou. Tyto glykosidové vazby mají za následek fyzikálně-chemické a funkční vlastnosti škrobu. Do těchto vlastností patří např. nízká želatinizační teplota, gelová povaha, odolnost k mechanickému namáhání a stabilita škrobu při zmrazování a rozmrazování. Amylopektin určuje technologické vlastnosti mouky. [26,37]

Škrobová zrna jsou velmi malá, okrouhlá a měří 1-3 μ m. Škrobová zrna mají vysokou bobtnací sílu a váží na sebe velké množství vody. To je výhodné k prevenci i léčbě zácpy. Polysacharidy (škrob), jsou vstřebávány postupně a nevedou k výkyvům hladiny krevního cukru. Jejich zařazení do jídelníčku je tedy výhodné i pro pacienty s cukrovkou a obézní pacienty. [3,38]

Vzhledem ke specifickým vlastnostem zrna amarantu, jako jsou jeho struktura a morfologie, je možné oddělit její anatomické části mechanicky a získat tak mletím frakce s rozdílným složením. Mletím zrn *Amaranthus cruentus* byly získány škrobové frakce obsahující, asi 79% škrobu, který se skládá z pomalu stravitelného škrobu a i z rezistentního škrobu. Škrobová frakce byla získána ze slupek semene amarantu a v menší míře byla škrobová zrna izolována z endospermu ve formě malých kulových částíček. Takto vytvořená směs se nazývá „amarantová krupice“, která je vhodnou komponentou pro výrobu amarantové mouky. O výrobu škrobu z amarantu se začaly zajímat speciální potravinářské a průmyslové odvětví. Svým složením a vlastnostmi je amarantový škrob vhodný pro úpravu konzis-

tence některých potravin (náhrada tuků po převedení na maltodextriny), pro výrobu biodegradovatelných plastických hmot, případně pro zásypové prášky ve farmacii. [14,18,38,39]

Argentinské výzkumy zjistily, že diferenciálním mletím zrna amarantu, lze získat škrobové frakce, které jsou vhodnou surovinou pro výrobu předvařené mouky mající širokou škálu hydratačních a reologických vlastností. Během suchého vaření škrobových zrn semene amarantu dochází k hlavním změnám struktury těchto škrobových zrn, a to tak, že se narušení krystalická forma zrna, zrnitá struktura a následuje ztráta soudržnosti škrobových zrn. To má za následek velmi vysokou rozpustnost škrobových zrn ve vodě a nižší konzistence vodné disperze při vaření. [39]

Rezistentní škrob je druh škrobu v rostlinných potravinách, který nelze rozštěpit normálním způsobem, tedy enzymy v tenkém střevě. Prochází nestrávený do tlustého střeva a může zde působit jako nerozpustná vláknina a pomáhat v prevenci zácpy. Může snížit glykemický index potravin, snížit krevní lipidy a to by mohlo mít za následek snížení vzniku diabetu. Obsah rezistentního škrobu závisí na vlastnostech škrobu přítomného v potravinách, na typu jejich granulí, na poměru amylosy / amylopektinu, na krystalizaci nebo na přítomnosti jiných chemických látek. Také podmínky zpracování a skladování mají vliv na obsah rezistentního škrobu v potravinách. [39]

V menší míře amarantové zrno obsahuje i oligosacharidy, asi 1 až 2%. Hlavními zástupci oligosacharidů amarantu jsou maltóza, stachóza, rafinóza a sacharóza. V amarantovém zrnu je obsaženo jen minimum jednoduchých cukrů glukózy a fruktózy. Konzumace jednoduchých cukrů vede k rychlému vstřebávání cukrů ze střev a vedou tak k rychlému vzestupu krevního cukru a hladiny inzulínu. [3,40]

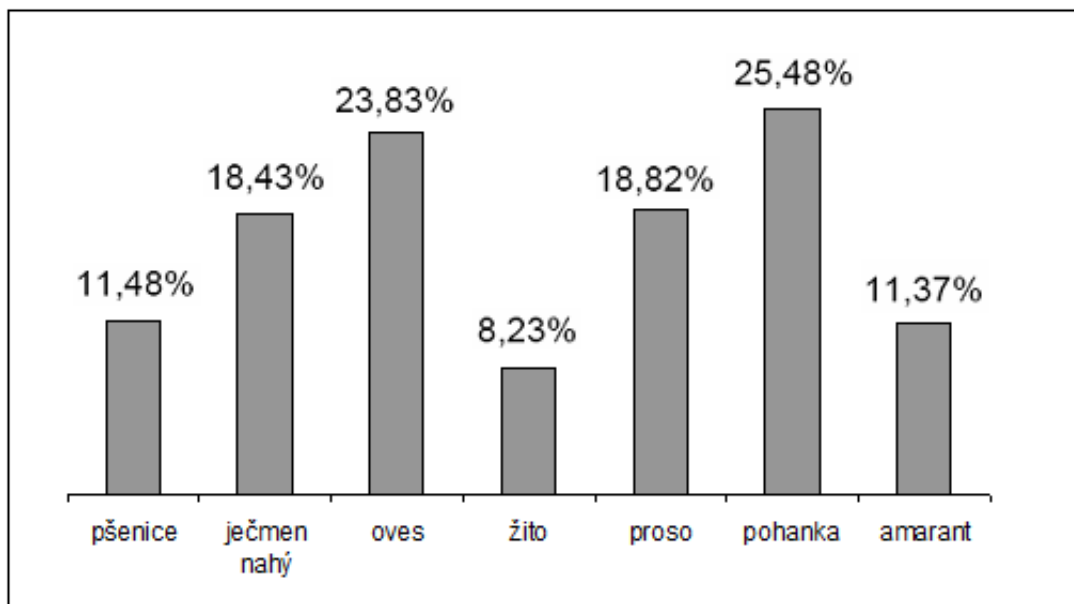
Ve srovnání s kukuřičným škrobem se škrob amarantový vyznačuje vyšší bobtnavostí, nižší rozpustností, větší schopností vázat vodu, nižší citlivostí k α -amyláze, vyšší amylografickou viskozitou a o mnoho nižším obsahem amylázy. [26]

2.4.2.1 Vláknina

Vlákninou se rozumí nestravitelný sacharidový materiál rostlinného původu, který tvoří kostru rostlin a slupky semen. Obsah vlákniny v amarantových semenech je podobný hodnotám pro pšenici (obr. 8), okolo 11%. V porovnání s ostatními obilovinami a pseudoobilovinami nejvyšší obsah vlákniny má pohanka, proso a oves. Světlá amarantová zrna obsahují 8% vlákniny a tmavá obsahují až 16% vlákniny, a to ve formě rozpustné, která činí

6,1%, a 8,1% ve formě nerozpustné vlákniny. Vláknina je jedním z faktorů ovlivňující stravitelnost. Vláknina ovlivňuje trávení a vstřebávání (absorpci) živin a snižuje dostupnost energie. Amarantová vláknina je přirozeně bezlepková a vysoce kvalitní. Amarantové listy a stonky jsou také velmi dobrým zdrojem vlákniny. [26,40,41]

Je obecně známo, že konzumace potravin bohatých na přírodní vlákninu, je prospěšné pro udržení zdraví. Prodlužuje trávení potravy v žaludku a tak způsobuje „pocit nasycení“. Rozpustná vláknina se skládá z rostlinných buněk, které mají schopnost ve vodě bobtnat, zvětšovat objem stolice a změkčovat ji. Rozpustná vláknina může pozitivně ovlivňovat plazmatické lipidy a to tak, že snižuje hladinu cholesterolu v krvi, snižuje tak riziko vzniku hypercholesterolemie a aterosklerózy. [1,3,40]



Obr. 8.: Porovnání obsahu vlákniny u různých druhů obilovin a pseudoobilovin. [42]

Nerozpustná vláknina je nestravitelná a v organismu se nerozkládá, pomáhá tedy pouze mechanicky. Nerozpustná vláknina sice vodu váže, ale nebobtná a lze ji využít v prevenci a léčbě zácpy. Podporuje pohyb střev a střevního obsahu, pomáhá v prevenci rakoviny tlustého střeva, tím že na sebe váže toxiny a rakovinotvorné látky a usnadňuje jejich vylučování z těla. Amarantová vláknina zlepšuje reakci na stres a zvyšuje rezistenci proti infekci u oslabených jedinců, posiluje imunitní systém. [1,3]

2.4.3 Lipidy

V zrnech amarantu je tuková část koncentrována v jeho klíčku. Obsah tuků v amarantu je poměrně vysoký, asi 6,7% a má vysoký stupeň nenasycenosti, který činí 75%. Obsah tuků je označován za velmi kvalitní svou skladbou mastných kyselin. U světlosemenných druhů dosahuje tuková část 6 až 9%, u tmavosemenných je vyšší. [40]

Amarantový tuk obsahuje v převážné míře nenasycené mastné kyseliny (kyseliny linolová, olejová a α -linolenová kyselina), které příznivě ovlivňují zdravotní stav. Kyselina linolová je nejvíce zastoupenou nenasycenou mastnou kyselinou v listech amarantu a její obsah činí 43-44%. Semena amarantu obsahují 38-48% kyseliny linolové. Kyselina linolová je více-nenasycená mastná kyselina, kterou si lidský organismus neumí sám vytvořit a patří tudíž mezi esenciální složky výživy, které musí být v dostatečném množství přiváděny potravou. Méně zastoupená nenasycená mastná kyselina je kyselina olejová, její obsah se pohybuje okolo 23-24%. Jednou z cenných vlastností kyseliny linolové a olejové je, že snižují hladinu cholesterolu a krevních tuků. [4,8,26,43]

V menší míře amarantový tuk obsahuje nasycené mastné kyseliny. Nejvíce zastoupenou nasycenou mastnou kyselinou v semenech a stonku amarantu je kyselina palmitová s obsahem okolo 16-17%. V semenech amarantu se vyskytuje i 4-5% kyseliny stearové. Tyto čtyři mastné kyseliny (linolová, olejová, palmitová a stearová) reprezentují přes 95% mastných kyselin v amarantu. [8,26,43]

Tabulka 6 ukazuje zastoupení mastných kyselin v amarantové mouce, v pufovaném amarantovém zrnech a v sušené biomase z nadzemní části rostliny amarantu. Z tabulky lze vyčíst, že amarantové pufované zrno (54,7%) a amarantová mouka (53,1%) obsahují téměř stejné množství kyseliny linolové. Také sušená nadzemní hmota má vyšší obsah kyseliny linolové, asi 29,5%. Kyselina linolová je tedy nejvíce zastoupenou mastnou kyselinou v amarantových produktech. [26]

Amarantu obsahuje α -linolenovou kyselinu (C18: 3 n-3), která je prospěšná zdraví, neboť studie prokázaly, že zvýšený příjem n-3 mastných kyselin snižuje biologické indikátory spojené s mnoha degenerativními nemocemi, jako jsou kardiovaskulární choroby, rakovina, osteoporóza a zánětlivé a autoimunitní choroby. Doporučené úrovně n-6:n-3 mastných kyselin je kolem 5:1-10:1 (FAO / WHO, 1998). V Evropě se pohybuje v rozmezí od 14:1

do 20:1, což je daleko od doporučené úrovně, proto je třeba zvýšit příjem potravin s vysokým obsahem n-3 mastných kyselin. [1]

Tab. 6.: Zastoupení mastných kyselin v lipidech amarantových surovin [26]

| | Amarantová mouka (%) | Amarantové zrno pufované (%) | Sušená nadzemní hmota amarantu (%) |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Palmitová kyselina | 9,49 | 10,4 | 17,6 |
| Stearová kyselina | 3,85 | 4,31 | 7,00 |
| Olejevá kyselina | 19,3 | 17,6 | 26,7 |
| Linolová kyselina | 53,1 | 54,7 | 29,5 |
| α -linolenová kyselina | 1,76 | 1,06 | 3,70 |

Složení mastných kyselin v amarantovém oleji je podobné jako složení olejů kukuřice a bavlníku. Olej *A. cruentus* obsahuje kyselinu linolovou (38,2%), kyselinu olejovou (33,3%) a zhruba 20% kyseliny palmitové. V menší míře olej *A. cruentus* obsahuje kyselinu stearovou (4%) a kyselinu α -linolenovou, asi 1%. Amarantový olej je však hůře stravitelný, což pravděpodobně souvisí s větším obsahem skvalenu - okolo 8% (triterpenu, meziprojektu biosyntézy steroidů) a také to může souviset s výskytem antitrypsinu. Antitrypsin je látka tělu vlastní, jenž zabezpečuje ochranu organismu proti působení štěpících látek, které jsou v nadbytku při infekci. Pufováním semen *Amarantus cruentus* dochází k zvýšení skvalenu na 15,5 %. [4,44,45]

2.4.4 Steroly

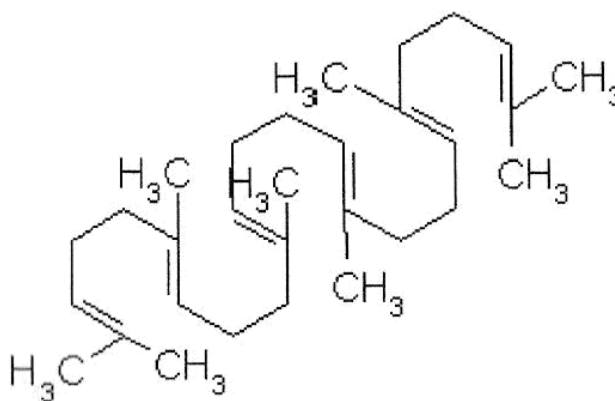
Rostlinné steroly (fytosteroly) jsou další skupinou biologicky aktivních látek přítomných u lipidů amarantu. Ze sterolů je v amarantu v největším množství obsažen spinasterol a to v rozmezí od 46 do 54 % z celkového množství sterolů. Dalším nejvíce obsaženým steroidem je stigmasterol a v menším množství obsahuje amarant i ergosterol. Fytosteroly se za normální situace vstřebávají z potravy pouze v minimálním množství, mají strukturu velmi podobnou cholesterolu a inhibují intestinální absorpci cholesterolu a tím snižují celkový

cholesterol a LDL cholesterol. Fytosteroly vykazují antivirovou a protinádorovou aktivitu. Fytosteroly neovlivňují biologickou dostupnost v tuku rozpustných esenciálních složek, zejména betakarotenu a alfa-tokoferolu. [1,26]

2.4.4.1 Skvalen

Skvalen (2,6,10,15,19,23-hexametyl-2,6,10,14,18,22-tetrakosahexán) je přirozená látka živočišného i rostlinného původu, která je známa již téměř sto let. Po objevení složení skvalenu v r. 1931 zájem o tuto sloučeninu vzrostl. Skvalen je hlavní složkou jaterního tuku malých žraloků a obilných klíčků. Dosud je olej ze žraloka jedním z nejlepších produktů dostupných na trhu, který obsahuje skvalen, ale pouze 1-1,5%. [13,26,46]

Skvalen (obr. 9) je biologicky i nutričně významný polyizoprenoid, který je prekurzorem v biosyntéze steroidů, včetně cholesterolu a důležitých antioxidantních látek jako koenzymu Q₁₀ (ubichinon). Je součástí buněčných membrán, v nich určuje jejich odolnost proti tepelnému a chemickému poškození, má i příznivé antioxidantní vlastnosti a tím ochraňuje řadu tělesných struktur před poškozením zářením. Lidské tělo si jej vyrábí samo, skladuje ho a spotřebovává v játrech, mozku, slezině, ledvinách, podkoží a reprodukčních orgánech a také se přijímá stravou (dietetický skvalen). [26,47]



Obr. 9.: Vzorec skvalenu

Skvalen napomáhá proti kornatění tepen a s tím spojeným srdečním chorobám, brání nadbytečné syntéze cholesterolu v organismu. Zařazení potravin s amarantem do jídelníčku tak může pomoci snížit hladinu "zlého" cholesterolu (LDL) v krvi. Pokud se skvalen přijímá

do určité výše (pravděpodobně nepřesahující 1 g/den), dochází ke zvýšenému vylučování cholesterolu z těla. [34,46]

Skvalen je nejbližší látka pro lidskou buňku dle svého složení, která zachycuje kyslík a nasycuje jím tkáň a orgány našeho organismu prostřednictvím vzájemného působení s vodou. Kyslík napomáhá intenzivnějšímu přepracování výživných látek, jejichž nedostatek je příčinou vzniku a rozvoje různých onemocnění. Deficit kyslíku a destrukce buňky vyvolaná nadbytkem oxidantů je základní příčinou vzniku a rozšíření nádorů. Skvalen je dobrou ochranou proti negativním účinkům chemoterapie a radioterapie při rakovině, a také je účinnou prevencí při vzniku a rozšíření karcinogenních ložisek. Skvalen je zároveň antioxidantem, který působí příznivě jak uvnitř organismu, tak v pokožce, kde posiluje regeneraci kůže a urychluje hojení ran. Zároveň zlepšuje průběh většiny kožních onemocnění. [13,15,34]

Skvalen je schopen posilovat imunitní systém několikanásobně, čímž zabezpečuje odolnost organismu vůči různým onemocněním a s tím souvisí i zvyšování procesu krvetvorby a tvorby imunoglobulinů. Také působí na zvyšování pružnosti stěn krevních cest a jejich průchodnost. Skvalen likviduje účinky volných radikálů a eliminuje četné vedlejší toxické účinky dlouhodobě nasazených léčiv. Jednou z úloh skvalenu je chránění metabolismu jater a ledvin. [47]

Tab. 7.: Obsah skvalenu v některých olejích [34]

| | obsah skvalenu [%] |
|-------------------|--------------------|
| Amarantový olej | 7,0 |
| Olivový olej | 0,4 |
| Rýžový olej | 0,3 |
| Kukuřičný olej | 0,03 |
| Arašídový olej | 0,03 |
| Slunečnicový olej | 0,01 |

Amarantový olej má vysokou hodnotu. Obsahuje 77% nenasycených mastných kyselin (50% kyseliny α -linolenové, kyselinu linolovou), vitamin E a také je významným zdrojem skvalenu. Skutečnost, že obsah skvalenu v amarantovém oleji je významný ukazuje tabulka 7. Amarant obsahuje až 10x více skvalenu než olivový a rýžový olej. Kukuřičný a arašídový olej mají stejné zastoupení skvalenu kolem 0,03%. Nejméně skvalenu obsahuje slunečnicový olej, asi 0,01%. [13,34]

2.4.5 Minerální látky

Semena amarantu obsahují až 85% ze všech nutričně definovaných minerálních makroelementů (sodík, draslík, vápník, fosfor, hořčík, síra) a 50% mikroelementů (zinek, měď, mangan, železo). Obsah minerálních látek u amarantu je několikanásobně vyšší než u obilovin. Z nutričního hlediska je ceněn poměrně vysoký obsah železa, vápníku, draslíku. Obsah hořčíku, který často ve stravě chybí, dosahuje v amarantu vysoké hodnoty (0,5 %). Výsledky analýz se sice u jednotlivých odrůd a autorů liší, ale v obecném hodnocení obsahu minerálních látek se v podstatě shodují. [4,48]

Semena amarantu obsahují fosfor (550-600 mg/100 g), vápník (200-250 mg/100 g), draslík (400-500 mg/100 g) a hořčík (230-260 mg/100 g). Z nutričního hlediska je též ceněn vysoký obsah železa kolem 380-480 mg/100g a může tak nahradit železo, které není dodáváno ze stravy živočišné, proto je amarant vhodným doplňkem stravy vegetariánů. Železo je nezbytnou součástí hemoglobinu, složky červených krvinek přenášející kyslík k buňkám. K dalším nutričně významným látkám semen amarantu se řadí vápník, který má také význam pro celiatiky. [4,6]

V tabulce č. 8 je uveden obsah minerálních látek v zelených listech amarantu, které obsahují hodně draslíku 411 mg/100g. Draslík se podílí na stabilitě vnitřního prostředí, je nezbytný pro jakoukoliv funkci probíhající v živém organismu (správná funkce nervového a svalového systému a srdce). Druhým nejvíce zastoupeným prvkem je vápník. Listy amarantu obsahují přibližně 267 mg/100 g vápníku. Vápník spolu s fosforem jsou důležitou součástí kostí a zubů, zodpovídá za jejich tvrdost a pevnost. [4]

Tab. 8.: Srovnání obsahu minerálních látek v listech laskavce, špenátu a artyčoku. [4]

| | Laskavec (mg/100 g) | Špenát (mg/100 g) | Artyčok (mg/100 g) |
|---------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Vápník | 267 | 93 | 88 |
| Fosfor | 67 | 51 | 39 |
| Železo | 3,8 | 3,1 | 3,2 |
| Draslík | 411 | 470 | 550 |

Zelené listy a výhonky amarantu se vyznačují také vysokým obsahem železa a vápníku, kterého obsahuje amarant více než mléko či tvaroh. Zelené listy amarantu obsahují železo v obsahu asi 3,8 mg/100 g. [3,8,48]

2.4.6 Vitaminy

Amarant je důležitým zdrojem vitaminů, včetně vitaminu C. Obsah vitaminů u jednotlivých druhů amarantu je podobný. Z vitaminů jsou to především vitaminy řady B: B₁ (thiamin), B₂ (riboflavin), niacin, B₆ (pyridoxin) a vitamin E (α -tokoferoly, β a γ -tokotrienoly). Amarant obsahuje kyselinu L-askorbovou, která se u běžných cereálií vyskytuje minimálně. [4,20,26]

Zastoupení jednotlivých vitaminů u odrůd *A. hypochondriacus* a *A. cruentus* je uvedeno v tab. 9. [20]

Tab. 9.: Obsah vitaminů v semenech amarantu [20]

| | B ₁ (mg/100g) | B ₂ (mg/100g) | B ₆ (mg/100g) | Niacin (mg/100g) |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| <i>A. hypochondriacus</i> | 0,12 | 0,25 | 0,015 | 0,28 |
| <i>A. cruentus</i> | 0,09 | 0,21 | 0,02 | 1,3 |

Obvykle značná část vitamínů je obsažena ve slupkách a otrubách zrna amarantu. Nejvyšší množství vitamínu komplexu B je obsaženo v otrubách. Obsah riboflavinu (B_2) a pyridoxinu (B_6) je v amarantovém semenu srovnatelný, asi 0,2 mg/100 g. Pyridoxin zajišťuje správný růst a rozmnožování buněk, metabolismus bílkovin, tuků a cukrů. Působí preventivně proti vzniku aterosklerózy. Celkově posiluje naši imunitu. Riboflavin hraje důležitou roli při tvorbě hormonu štítné žlázy. Riboflavin také podporuje tvorbu imunitních buněk nezbytných v boji s infekcí a ve spojení se železem se účastní tvorby červených krvinek. Amarantové semeno obsahuje i další vitaminy skupiny B, jako jsou thiamin (0,8 mg/100 g) a niacin (1,3 mg/100 g). Thiamin podporuje růst, trávení, činnost nervové soustavy. Prospívá svalům a srdci. V tab. 10 je uveden obsah vitamínů (mg/100 g), které se získají ze 100g amarantového zrna, v porovnání s denní doporučenou dávkou vitamínů pro muže a ženy. [26,34,48]

Tab. 10.: Obsah vitamínů v amarantu a DDD (%) ze 100g amarantového zrna [34]

| | Obsah [mg/100 g] | % DDD muži | % DDD ženy |
|------------------|------------------|------------|------------|
| Vitamin B_1 | 0,8 | 52 | 71 |
| Riboflavin B_2 | 0,2 | 12 | 15,6 |
| Niacin | 1,3 | 6,6 | 8,3 |
| Vitamin B_6 | 0,2 | 10,8 | 13,6 |
| Folacin B_9 | 47,8 | 23,9 | 26,6 |
| Vitamin C | 4,2 | 6,8 | 6,8 |
| Vitamin E | 1 | 10 | 8,2 |

Zrno amarantu také obsahuje poměrně velké množství kyseliny listové (B_9), kolem 47,8 mg/100 g. Kyselina listová (folacin) je v těle využívána k tvorbě krvinek, hojení ran, tvorbě svalů - ve všech procesech, při nichž dochází k buněčnému dělení. Je rovněž nezbytná pro tvorbu DNA a RNA. Amarantové zrno je také zdrojem vitamínu E, asi 1mg/100 g a vitamínu C, kolem 4,2 mg/100 g. Vitamin E spolu s vitaminem C pomáhají při posilování imu-

nity organismu, při prevenci rakoviny, fungují také jako silné antioxidanty. Amaranth je obecně stabilní proti oxidaci, i přes jeho vysoký obsah tuku a stupně nenasycenosti, protože obsahuje relativně vysoké koncentrace tokoferolů, které je před oxidací chrání. [8,34,40]

Listy amarantu jsou bohaté na vitamin C, vitamíny skupiny B a β -karoten, který se u běžných obilovin nevyskytuje. Listy amarantu obsahují kyselinu listovou a její množství se pohybuje okolo 102 $\mu\text{g}/100\text{g}$ a její obsah je 2,5krát vyšší než u mladých výhonků pšenice (40 $\mu\text{g}/100\text{g}$). [4,6,48]

2.4.7 Flavonoidy

Semena amarantu obsahují také polyfenoly (flavonoidy). Polyfenoly jsou sekundární metabolity rostlin, které hrají roli při ochraně rostlin proti ultrafialovému záření, býložravci a patogeny. Dominantním flavonoidem je zde rutin. Listy amarantu v čerstvém stavu také obsahují rutin. [2,34]

Rutin patří do skupiny flavonoidních látek. Jedná se o glykosid kvercetinu. Rutin má anti-oxidační a antikarcinogenní účinky. Rutin zvyšuje vstřebávání vitamínu C v organismu a jako antioxidant zabraňuje utváření volných radikálů kyslíku, čímž předchází vzniku zhoubných nádorů. Rutin pozitivně ovlivňuje celý krevní systém. Zpevňuje krevní kapiláry (vlásečnice), snižuje jejich lomivost a působí příznivě proti krvácení. Posiluje cévy a tak snižuje riziko kardiovaskulárních nemocí. Tlumí růst bakterií, posiluje imunitu organismu. [31,34]

Dalšími flavonoidy, které obsahují amarantová semena jsou fenolové látky, především taniny a kyselina chlorogenová. Hlavní fenolovými látkami, které byly nalezené v semenech amarantu, jsou kyselina kávová, ferulová a p-hydroxybenzoová kyselina. Fenolické látky mohou přispívat k požadované chuti a vůni semen, ale také vyvolávat pocit hořkosti a svíravosti. [1,26]

2.4.8 Antinutriční látky

V nezpracovaném amarantovém semenu jsou obsaženy tepelně labilní toxické a antinutriční látky označované jako saponiny, fenoly, taniny, fytohemaglutininy a inhibitor trypsinu. Tepelné úpravy amarantových semen (pufování, extruze, vaření atd.) se používají za účelem snížení obsahu a omezení působení antinutričních látek. [26]

2.5 Využití amarantu

Aztékové přisuzovali amarantu mystické vlastnosti a věřili v schopnosti jeho semen posílit lidského ducha. Proto aztécké ženy k rozdrčeným semenům přidávaly med a krev a hnětly je do červené masy, kterou pekly ve tvarech ptáků, hadů, hor, jelenů a bohů. Tento pokrm jedli na náboženských obřadech pro povzbuzení víry a síly. [9,23]

Možnosti využití laskavce jsou mnohostranné [3,4,17,26]:

- a. Jako potravina po tepelné úpravě. Tepelné úpravy amarantových semen (extruze, pufování, vaření atd.) se používají za účelem snížení obsahu a omezení působení antinutričních látek.
- b. Součást mnoha potravinářských výrobků. Amarantové zrno se rozemílá na mouku, která se využívá do těst pro pečení, k přípravě palačinek, lívanců a bramboráků. Amarantové extrudáty (křupky) se využívají jako přísada do jogurtů, cereálních snídaní, s ovocem, do ovocných šťáv, ale i k přímé konzumaci. Po rozdrčení má využití i k zahušťování omáček a polévek.
- c. V zemědělství jako krmivo. Z amarantu, jako rostliny, se připravují granule a jadrná krmiva, které jsou sypké, granulované nebo extrudované.
- d. Surovina pro další průmysl. Využití amarantového oleje v kosmetice.

V České republice je amarant součástí více než 40 výrobků (obr. 10). Největší zastoupení mají potravinářské výrobky vhodné pro bezlepkovou dietu. Další výrobky, které se vyrábí z amarantu jsou amarantový olej s vysokým podílem skvalenu, vláknina ze zrna amarantu a některé kosmetické přípravky. V průmyslu se navíc laskavec využívá i jako palivo. Hodonínská elektrárna uzavřela před třemi lety kontrakt se společností Agromoravia, a. s., která jí od té doby amarant dodává. Spalováním biomasy spolu s lignitem získávají v elektrárně elektrickou energii. [15,16]

Amarant je v podstatě celý jedlý, kromě kořene, který je velmi hluboko a obtížně se dobývá. V oblastech, kde se amarant pěstuje, je rozšířena konzumace čerstvé rostlinné hmoty (listů). Čerstvé lístky se přidávají do salátů nebo se vaří a připravují jako špenát, který se pak používá k plnění tortil nebo omelet. Sušené květy se používají k výrobě čajů, které jsou k dostání v lékárnách. Připravují se též bílkovinné koncentráty, jadrná krmiva nebo granule

ke krmným účelům. Taktéž amarantové píče jsou vhodným krmivem pro přežvýkavce. [4,15,50]



Obr. 10.: Amarantové výrobky

Značné využití mají semena amarantu. Amarantové zrno lze použít jako přísadu do salátů, přesnídávek, polévek, přičemž je vhodné nejdříve nechat zrno nabobtnat. U polévek stačí vložit zrnka na začátku vaření k pokrmu. Amarantové výhonky mohou být použity k ochucení do salátů na sendviče, nebo na chleby. [3,8,51]

Z neupravených nebo předem různě upravených semen amarantu (pražením, pufováním nebo extrudováním) se vymílá celozrnná mouka s nižším podílem obalů, která neobsahuje lepek. Amarantová mouka vzniká mletím zrněk amarantu v proudu vzduchu odíráním o

sebe. Přidává se v poměru 10 až 30% tam, kde se obvykle používá mouka pšeničná. Celozrnná mouka je vhodná na přípravu nekvašených, plochých druhů chleba (tortilly a chapatis) nebo se využívá při přípravě amarantového pečiva, jako jsou amarantové koláčky, sýrové amarantové pečivo, preclíčky sypané mákem a grahamky. Amarantová mouka je také vhodná pro přípravu dalších potravin jak pro zdravou populaci, tak i pro některé skupiny nemocných. [3,8,15,44]

Amarantová mouka má ořechovo-kávovou příchuť, což je výhodou pro některé druhy použití a způsobuje zvýšenou tvrdost výrobku. Také má využití jako příměs k přípravě tzv. odvykacích kaší pro kojence. Z pražených nebo extrudovaných semen amarantu se vyrábí instantní mouka, která má uplatnění v kaších a pekařských výrobcích. Instantní moučka se rozmíchává v tekutině jako nápoj a nebo se přidává do pečiva, cukroví, palačinek a omelet. Lze ji použít i k přípravě jíšky k zahuštění polévek a omáček. [3,8,20]

Při vytvoření směsi amarantové mouky s pšenicí, nebo rýží tvoří vyváženou směs, která odpovídá složení proteinu vaječného bílku a je vhodná pro sportovce, těžce pracující, pacienty v rekonvalescenci. Je vhodná i pro osoby konzumující vegetariánskou či veganskou stravu. [40]

Amarantová mouka má dále využití jako jedna ze základních surovin na výrobu těstovin. Bezvaječné těstoviny s přídavkem amarantové mouky nebo sušených listů amarantu se vyznačují zvýšeným obsahem bílkovin, minerálních látek, vlákniny, nenasycených mastných kyselin a vitamínů B₁ a B₂. Těstoviny se vyrábí v řadě provedení - vlasové, mušle, vřetena, kolínka, ježci (barvené paprikou, špenátem nebo amarantovým listem). [40]

Extrudáty jsou vyráběny tepelnou úpravou zrna amarantu. Amarantové křupky jsou vhodné na přimíchání do jogurtů a omáček po jejich rozdrcení, vhodné jsou však především samotné - k pivu, vínu. [40]

Nejběžnější způsob úpravy semen je jejich „opražení“ (pufování) při teplotě 160 až 170° C za normálního nebo zvýšeného tlaku. Semeno pukne, zvětší svůj objem a pukance (obr. 11) získají oříškovou příchuť. Jsou to tepelně upravené amarantové zrna a proto již není třeba je tepelně upravovat. Takto upravená semena se konzumují stejně jako snacky s mlékem a medem jako přesnídávka, nebo jako náhražka při obalování masa či zeleniny. Také se používají jako doplněk racionální výživy a jsou vhodné pro přípravu slaných i sladkých pokrmů. [20,26,40]

V Mexiku a Střední Americe se pukance běžně konzumují a přidávají se do cukrovinek a kaší nebo palačinek. V severní Indii se pražením semen amarantu získávají pukance, které se smíchají s medem a z této směsi se připravují placky „laddoos“ (obr. 11), které jsou oblíbenou cukrovinkou. [8,9]



Obr. 11.: Pukance a placky „laddoos“ ze semen amarantu

Vločkováním se zvyšuje využitelnost bílkovin semene amarantu, vařením vzrůstá jejich stravitelnost. V dětské výživě se zvláště cení amarantové vločky, které se často kombinují s ovesnými, kukuřičnými nebo pšeničnými produkty. [4,8,17]

Naklíčení a tepelné opracování amarantových semen s vápenným mlékem způsobuje podstatné zlepšení fyzikálně-chemických vlastností a nutriční hodnoty amarantových semen. Během klíčení dochází ke zvyšování obsahu bílkovin, lysinu, celkových a redukcujících cukrů, vzrůstá obsah vitaminů B-komplexu a vitamínu C. Snižuje se obsah sacharózy, rafinózy, nižší je také energetická hodnota. Naklíčená semena amarantu se používají jako výživná zelenina do salátů, dresinků, omáček, pilafů, pudinků a toastů. [4,8,12,17]

Semena amarantu obsahují škrob, který má velmi malé mikrokrystalické granulky a tím představuje z hlediska fyzikální charakteristiky významnou komoditu pro průmyslové potravinářské využití. Škrob amarantu má několik možných využití. Vzhledem k jeho rozpustnosti a malému rozměru škrobových zrn se využívá v potravinářství jako potravinové zahušťovadlo a tuková náhražka. Amarantové zahušťovací směsi lze použít v masném průmyslu při výrobě uzenin a paštik. Směsi mají vaznost vody 5–6 krát větší než běžné směsi.

Dále má amarantový škrob využití také v dermatologii a kosmetice. Méně se využívá v průrodných na škrobení prádla. V průmyslu se používá jako surovina na výrobu biologicky rozložitelných plastů. [20,40,52]

Tuk ze zrn amarantu lze extrahovat a získat čistý amarantový olej. Amarantový olej obsahuje velké množství skvalenu, až 7%. Tento olej je vhodnou komponentou v kosmetických přípravcích, kde působí preventivně i léčebně na kůži a využívá se i ve vlasové kosmetice. Kosmetické přípravky, které obsahují amarantový olej, minimalizují negativní kožní změny, podporuje regeneraci buněk a brání tvorbě strií. [4,8,34,40]



Obr. 12.: Kosmetické výrobky s amarantovým olejem

Amarantové kosmetické výrobky (obr. 12), které obsahují skvalen, působí velmi příznivě na citlivou pleť. Amarantový olej pomáhá při popáleninách, vyrážkách, ekzémech i při ošetření pokožky poškozené slunečním zářením a radioterapií. [40]

Zrna amarantu jsou vhodnou surovinou pro lihovary, obzvláště pro technologii beztlakového uvolňování škrobu, tj. bez působení tlaku a tepla na surovinu, lze dosáhnout zvýšení výtěžnosti na hodnotu kolem 2,7 litrů etanolu na 100 kg amarantového škrobu. [46]

Přídavek 10 % amarantu do žitné záparty zvýší výtěžnost etanolu asi o 0,6 - 0,7 litrů ze 100 kg žitného škrobu. Zároveň vliv neškrobových komponent amarantu způsobuje vyšší růst produktivnosti a energie fermentace měřené množstvím uvolněného CO₂, zejména ve fázi zakvašení a na počátku hlavního kvašení. [46]

Alkohol získaný z amarantu je v porovnání s žitným charakteristický 9x vyšším obsahem metanolu a cca 4x vyšším obsahem 1-butanolu, obsah dalších vedlejších produktů je srovnatelný. [46]

2.6 Zdravotní účinky

Amarant má mnoho významných účinků, i zdravotních. Semena a listy amarantu obsahují kvalitní bílkoviny, které se aminokyselinovým složením blíží k plnohodnotným bílkovinám živočišného původu. Především mají vysoký obsah lysinu, albuminů a sirných aminokyselin. Dále amarant obsahuje vlákninu, která se využívá při léčbě zácpy a je výborná jako prevence rakoviny tlustého střeva, konečníku a vzniku střevních divertikulů. Amarantová vláknina také snižuje pravděpodobnost výskytu křečových žil a hemeroidů. [8,40]

Amarant je vhodný pro malé děti a starší osoby, protože obsahuje aminokyselinu lysin, která podporuje tvorbu a regeneraci mozkových buněk a duševní vývoj dítěte. Také pozitivně ovlivňuje látkovou výměnu. Amarantu je vhodný doplněk stravy vegetariánů, protože obsahuje velmi kvalitní bílkoviny a svým aminokyselinovým složením se blíží bílkovinám živočišného původu. Semena amarantu neobsahují lepek, amarantová mouka tedy může být zařazena i do bezlepkové diety. [3,8]

Amarant obsahuje látku, která se pro lékařské účely v boji proti rakovině získává ze žraločích jater (skvalen). Tuková složka amarantu také obsahuje tuto významnou složku, skvalen 7-8 % z celkového množství tuku. Důležitou vlastností skvalenu je fakt, že brání nadbytečné syntéze cholesterolu v organismu. Zařazení potravin s amarantem do jídelníčku tak může pomoci snížit hladinu cholesterolu v krvi. Skvalen je však zároveň antioxidantem, který působí příznivě jak uvnitř organismu, tak na povrchu pokožky. Brání působení UV paprsků v kůži a pomáhá obnovit přirozený ochranný kožní film. Skvalen zpomaluje proces stárnutí kůže a snižuje riziko vzniku rakoviny. Amarantový tuk obsahuje v převážné míře nenasycené mastné kyseliny, které příznivě ovlivňují zdravotní stav současného člo-

věka, žijícího pod hrozbou civilizačních chorob, jako jsou hypercholesterolemie, ateroskleróza tepen, mozková mrtvice, infarkt a angína pectoris. [40,53]

Amarantové kosmetické výrobky se používají na vnější mazání kůže a sliznic. Protože základním komponentem lidské kůže je skvalen, rychlost vstřebání amarantového oleje je vysoká. Na kůži po namazání se vytváří antibakteriální bariéra. Kůže zůstává dlouho zvlhčená a chráněná. [13,40]

Bylinný čaj z květu a listu amarantu působí příznivě při žaludečních potížích, také proti zánětu žaludku, střevní chřipce nebo průjmů, jako přírodní adstringens a má povzbuzující účinky. Doporučuje se pít 2 šálky denně, při obtížích i několik šálků denně. [40]

Nízký glykemický index laskavce (GI) způsobuje vyrovnané a delší trávení, takže po něm nemá člověk tak rychle znovu hlad, což přivítají lidé s potřebou redukce tělesné hmotnosti. [3]

V neposlední řadě semena amarantu obsahují rutin, látku, jež slouží žilám pro uchování jejich pružnosti a to tak, že zpevňuje vlasečnice a působí jako prevence proti křečovým žilám. [26]

ZÁVĚR

Amarant je rostlina, která odpovídá požadavkům zdravé výživy. Zařazením amarantu do jídelníčku, se obohatí lidská strava nejenom o významné zdroje nutričních látek (lysin, rezistentní škrob, kyselina linolová, vápník, železo, vitamin E, kyselina listová), ale také i o látky s léčivými účinky (skvalen, fytosteroly, flavonoidy).

Amarant byl pěstován před pěti až osmi tisíci lety př.n.l. Pěstovaly jej Mayové, Aztékové a Inkové na území Ameriky jako zeleninu či zrninu. V současné době se amarant pěstuje v Číně, Rusku, Indii, Americe, ale i v Evropě (Polsko, Rakousko, Maďarsko). V České Republice se pěstuje tato plodina na ploše dvaceti hektarů.

Obsah bílkovin (16-18%) s příznivým aminokyselinovým složením u amarantu je závislý na druhu a na podmínkách pěstování. Amarant se vyznačuje zejména vysokým obsahem aminokyseliny lysinu (5 g/16g N), který je důležitý pro růst a obnovu tkání, pro produkci hormonů, enzymů a protilátek. Lysin pomáhá v boji proti herpetickému viru. Chrání též srdce a cévy a pomáhá detoxikovat organismus od olova. Obsah lysinu u amarantové mouky je téměř dvojnásobný než u mouky pšeničné. Další aminokyselina, kterou obsahuje amarant ve větším množství je leucin (5,3 g/16g N), je vhodný pro sportovce, zvyšuje schopnost svalů ukládat energii a snižuje zvýšenou hladinu krevního cukru. Amarant je jednou ze tří plodin pseudocereálií, která neobsahuje lepek. Je tedy vhodnou surovinou pro výrobu potravin bez lepku.

Díky vysokému obsahu sacharidů (64,5%) slouží amarantové výrobky i jako dobrý zdroj energie. Zvláště pak obsah stravitelného a rezistentního škrobu (50-60%) a vlákniny (17,7%) jsou vhodné v prevenci a léčbě zácpy a jejích komplikací, např. divertikulózy tlustého střeva.

Amarant obsahuje tuky (7,6%), které jsou kvalitní a to díky své dobré skladbě mastných kyselin. Semena amarantu obsahují nenasycené mastné kyseliny a to kyselinu linolovou a olejovou, které se podílejí na snižování hladiny cholesterolu v krvi. Ze semen amarantu lze získat olej, který obsahuje cennou látku skvalen. Skvalen je biologicky i nutričně významná látka, která je prekurzorem v biosyntéze steroidů, antioxidačních látek např. koenzymu Q₁₀. Skvalen pomáhá snížit hladinu cholesterolu v krvi a posiluje imunitní systém.

Využití amarantu je mnohostranné. Využívá se jako potravina po tepelné úpravě (extruze, pufování, vaření atd.). Amarant je součástí mnoha potravinářských výrobků. Amarantové zrna se rozemílá na mouku, která se přidává do těst při pečení. V zemědělství se amarant používá jako krmivo pro zvířata. Také se amarant používá jako surovina pro další průmysl. Amarantový olej má značné využití v kosmetickém průmyslu pro výrobu tělových krémů a olejů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ALVAREZ-JUBETE, L., ARENDT, E.K., GAL GALLAGHER, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients, *Trends in Food Science and Technology*. 2010, roč.21, č. 2, s.106-113.
- [2] ALVAREZ-JUBETE, L., ARENDT, E.K., GALLAGHER, E. Polyphenol composition and *in vitro* antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking, *Food Chemistry*. 2010, roč.119, č. 2, s.770-778.
- [3] KOHOUT, P., PAVLÍČKOVÁ, J. *Amarant vaříme a pečeme z pokladu starých Inků*. 1. vyd. Česlice: Medica Publishing, 2000. 64 s. ISBN 80-85936-34-8.
- [4] PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Praha: VÚPS, 2008. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [5] BELTON, P., TAYLOR, J. *Pseudocereals and Less Common Cereals*. 1 vyd. Berlin: Springer, 2002. 252 s. ISBN 3-540-42939-5.
- [6] BERGHOFER, E., SCHOENLECHNER, R. *Pseudocereals – an overview*, Department of Food Science and Technology. Vídeň: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2006.
- [7] BENDA, V., BABŮREK, I., ŽĎÁRSKÝ, J. *Biologie II, Nauka o potravinářských surovinách*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2000. s 76.
- [8] JABLONSKÝ, I. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*. 1. vyd. Praha: Grada publishing, 2005. 96 s. ISBN 80-247-1114-1
- [9] RUSJIN, F.R. *Amaranth, Modern Prospects for an Ancient Crop*. 1. vyd. Washington : National Academy Press, 1984. 80 s.
- [10] SCHOENLECHNER, R., SIEBENHANDL, S., BERGHOFER, E. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. Irsko: University College Cork, 2008. Kapitola 7. Pseudocereals. s. 146-190. ISBN 978-0-12-373739-7.
- [11] CAI, Y.Z., CORKE, H., WU, H.X. *Amaranth*, Encyclopedia of Grain Science. Hong Kong: The University of Hong Kong, 2004. ISBN 978-0-12-765490-4.

- [12] KES, L. *Pseudocerealie, jejich implementace do pekárenských technologií*. 1. vyd. Diplomová práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 86s.
- [13] *Amarantový olej*. [online]. [cit. 2010-2-24]. Dostupný z WWW:
<http://www.tml.cz/cms3/index.php?option=com_content&view=article&id=127&Itemid=143>.
- [14] ABLONE, R., CASSINERA, A., GASTÓN, A., LARA, M.A. Some Physical Properties of Amaranth Seeds, *Biosystems Engineering*, 2004, roč. 89, č. 1, s.109-117.
- [15] *Zelené zlato? Amarant neboli laskavec*. [online]. [cit. 2010-2-24]. Dostupný z WWW:
< <http://www.enviweb.cz/clanek/zemedelstvi/73765/zelene-zlato-amarant-neboli-laskavec> >.
- [16] MICHALOVÁ, A., STEHNO, Z., HERMUTH, J., VALA, M. Opomíjené a alternativní druhy polních lodin a jejich využití pro zdravou výživu a podporu setrvalého rozvoje zemědělství In: *Genofond zemědělských plodin a jeho využití pro rozšíření agrobiodiversity. Sborník referátů ze semináře konaného 4. června 2002*. Praha: VÚRV, 2002. s. 30-37.
- [17] MICHALOVÁ, A. Laskavec – Amarant. *Alternativní plodiny v České republice*. [online]. 2001, [cit. 2010-2-24]. Dostupný z WWW:
<<http://www.vurv.cz/altercrop/amhist.htm>>.
- [18] GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E. Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekárenských cereálií, *Nová Biotechnologica*. 2004, s. 149-151.
- [19] MAYER, R. L. *Grain amaranth. A lost Crop of the America*. Columbia: Jefferson Institute, 2002. 4 s.
- [20] JAROŠOVÁ, J. et. al. *Pěstování a využití amarantu*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 37 s. ISBN 80-7271-042-7.
- [21] JAROŠOVÁ, J. *Jak pěstovat amarant*. 2. vyd. Praha: Úroda, 1997. 19 – 23 s. ISSN 1211-9199.
- [22] HOŠEK, P. Rostliny typu C3 a C4, *Vesmír*. 1995, roč. 10, č. 74, s. 573.

- [23] JELÍNEK, J. Amarant – rostlina, kterou možná neznáte 1.díl. *Vědecko populární časopis*. Liberec: Fakulta mechatroniky, 2005. s 57-59. ISSN 1214-7370
- [24] BARBA de la ROSA, A.P., FOMSGAAR, I.S., LAURSEN, B. Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: Phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality, *Journal of Cereal Science*. 2009, roč.49, č. 1, s.117-121.
- [25] JAROŠOVÁ, J. Jak pěstovat amarant, *Úroda*, 1997, roč. 45, č. 7, str.19–23.
- [26] HERZIG, I., PÍSAŘÍKOVÁ, B., SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E. *Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů, část III – Amarant jako alternativní proteinové krmivo*. Vědecký výbor výživy zvířat. Praha: 2007.
- [27] KONVALINA, P., MOUDRÝ, J., SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E. *Pěstování rostlin ekologickém zemědělství.. 1. vyd.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2007. 99 s.
- [28] JAROŠOVÁ, J. et. al. *Pěstování a využití amarantu*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 37 s. ISBN 80-7271-042-7
- [29] FLETCHER, J.R. *Encyclopedia of Grain Science*. Gatton: University of Queensland, Elsevier, 2004. Pseudocereals, overview, s. 488-493.
- [30] ZAPOTOCZNY, P., MARKOWSKI, M., MAJEWSKA, K. RATAJSKI, A., KONOPKO, H. Effect of temperature on the physical, functional, and mechanical characteristics of hot-air-puffed amaranth seeds, *Journal of Food Engineering*. 2006, roč.76, č. 4, s.469-476.
- [31] MATZ, A. S. *The chemistry and technology of cereals as food and feed*. 2. vyd. New York, 1991. 751 s. ISBN 0-442-30830-2.
- [32] AVANZA, M. V., PUPPO, M. C., AÑÓN, M. C. Rheological characterization of amaranth protein gel, *Food Hydrocolloids*. 2005, roč. 19, č. 5, s.889-898.
- [33] LAMACCHIA, C., CHILLO, S., LAMPARELLI, S., SURIANO, N., LA NOTTE, E., DEL NOBILE, M. A. Amaranth, quinoa and oat doughs: Mechanical and rheo-

- logical behaviour, polymeric protein size distribution and extractability, *Journal of Food Engineering*. 2010, roč. 96, č. 1, s. 97-106.
- [34] JELÍNEK, J. Amaranth – rostlina, kterou možná neznáte 3.díl. Využití amarantu v potravinářství. *Vědecko populární časopis*. Liberec: Fakulta mechatroniky, 2005. s 33-36. ISSN 1214-7370
- [35] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 344 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [36] KONG, X., CORKE, H., BERTOFT, E. Fine structure characterization of amylopectins from grain amaranth starch, *Carbohydrate Research*. 2009, roč. 344, č. 13, s.1701-1708.
- [37] RESIO, A. C., AGUERRE, R. J., SUÁREZ, C. Analysis of the sorptional characteristics of amaranth starch, *Journal of Food Engineering*. 1999, roč. 42, č. 1 s.51-57.
- [38] CALZETTA RESIO, A. N., TOLABA, M. P., SUÁREZ, C. Correlations between wet-milling characteristics of amaranth grain, *Journal of Food Engineering*. 2009, roč.92, č. 3, s.275-279.
- [39] GONZÁLEZ, R., CARRARA, C., TOSI, E., AÑON, M. C., PILOSOFF, A. Amaranth starch-rich fraction properties modified by extrusion and fluidized bed heating, *LWT – Food Science and Technology*. 2007, roč. 40, č. 1 s. 136-143.
- [40] *Amaranth*. [online]. [cit. 2010-3-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.amaranth.cz/stranky/amaranth/>>.
- [41] TOSI, E. A., LUCERO, R. E., LUCERO, H., MASCIARELLI, R. Dietary fiber obtained from amaranth (*Amaranthus cruentus*) grain by differential milling, *Food Chemistry*. 2001, roč.73, č. 4, s.441-443.
- [42] HAVRLETOVÁ, M., KRAIC, J., BIELIKOVÁ, M., ANTALÍKOVÁ, G., BENKOVÁ, M., ČIČOVÁ, I., HOZLÁR, P., Zdroje vlákniny a ich využitie v zlepšovaní funkčných vlastností vybraných surovín potravinárskeho priemyslu. *Kvalita, bezpečnosť a funkčnosť primárnych potravinových zdrojov. Zborník z odborného seminára 6. – 7. december 2005*. Piešťany: 2005. str. 23-27.

- [43] ČERTÍK, M., JEŠKO, D. Identifikovanie donorov esenciálných mastných kyselín v semenách obilnín In: Kvalita, bezpečnosť a funkčnosť primárnych potravinových zdrojov. Zborník z odborného seminára ve dnech 6.-7. listopadu 2005. Piešťany: VÚRV, 2005. s. 52-54. ISBN 80-88790-41-7.
- [44] HAUPTFOGEL, P., ČIČOVÁ, I., MENDEL, L. Obiloviny a pseudoobiloviny - nové zdroje pre výrobu funkčných potravín (funkčné múky) In: Kvalita, bezpečnosť a funkčnosť primárnych potravinových zdrojov. Zborník z odborného seminára ve dnech 6.-7. listopadu 2005. Piešťany: VÚRV, 2005. s. 52-54. ISBN 80-88790-41-7.
- [45] WESTERMAN, D., SANTOS, R. C. D., BOSLEY, J. A., ROGERS, J. S., ALDURI, B. Extraction of Amaranth seed oil by supercritical carbon dioxide, *The Journal of Supercritical Fluids*. 2006, roč. 37, č. 1 s. 38-52.
- [46] *Skvalen*. [online]. [cit. 2010-3-30]. Dostupný z WWW:
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=0&ch=15&typ=1&val=7211>>.
- [47] *Brainway Squalin (Skvalen)*. [online]. [cit. 2010-3-30]. Dostupný z WWW:
<<http://www.herb.cz/brainway-squalin-skvalen-p-38/>>.
- [48] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. 1. vyd. UZPI: 2007. 56 s. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [49] ŠTEMBERK, P., TICHÁ, A., JELÍNEK, J., HYŠPLEROVÁ, L., KRÁLOVSKÝ, J. P21 stanovení rutinu v extraktech z amarantové biomasy, *Projekt Ministerstva průmyslu a obchodu*. Hradec Králové: 2000.
- [50] REZAEI, J., ROUZBEHAN, Y., FAZAELI, H. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses, *Animal Feed Science and Technology*. 2009, roč.151, č. 1-2, s.153-160.
- [51] PAŠKO, P., BARTOŇ, 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, č. 3 s. 994-998.

- [52] CALZETTA RESIO, A., AGUERRE, R.J., SUAREZ, A. Drying characteristics of amaranth grain, *Journal of Food Engineering*. 2004, roč. 65, č. 2, s.197-203.
- [53] BORNEO, R., AGUIRRE, A. Chemical composition, cooking quality, and consumer acceptance of pasta made with dried amaranth leaves flour, *LWT - Food Science and Technology*. 2008, roč.41, č. 10, s.1748-1751.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|-----|----------------------------|
| DNA | Deoxyribonukleový kyselina |
| GI | Glykemický index |
| RNA | Ribonukleová kyselina |
| PEP | Fosfoenolpyruvát |
| PER | Protein Efficiently Ratio |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 1: Semena pohanky, merlíku a amarantu..... | 8 |
| Obr. 2: Laskavec jako zemědělská odrůda (Amarant k237) a okrasná rostlina (Laskavec ocasatý)..... | 11 |
| Obr. 3: Oblasti pěstování amarantu (tmavě) v Severní a Jižní Americe..... | 12 |
| Obr. 4: Morfologický popis rostliny amarantu..... | 14 |
| Obr. 5: Vzorec amaranthinu..... | 16 |
| Obr. 6: Příčný a podélný řez semenem amarantu..... | 16 |
| Obr. 7: Botanická struktura semene amarantu a merlíku ve srovnání s pšenicí..... | 17 |
| Obr. 8: Porovnání obsahu vlákniny u různých druhů obilovin a pseudoobilovin..... | 25 |
| Obr. 9: Vzorec skvalenu..... | 28 |
| Obr. 10: Amarantové výrobky..... | 35 |
| Obr. 11: Pukance a placky „laddoos“ ze semen amarantu..... | 37 |
| Obr. 12: Kosmetické výrobky s amarantovým olejem..... | 38 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Chemické složení amarantu, merlíku a pohanky ve srovnání s pšenicí..... | 9 |
| Tab. 2: Obsah některých minerálních látek pseudocereálií v porovnání s pšenicí..... | 10 |
| Tab. 3: Srovnání výživové hodnoty laskavce s jinými obilovinami..... | 19 |
| Tab. 4: Chemické složení amarantu..... | 20 |
| Tab. 5: Obsah esenciálních aminokyselin v pseudocereáliích a cereáliích..... | 22 |
| Tab. 6: Zastoupení mastných kyselin v lipidech amarantových surovin..... | 27 |
| Tab. 7: Obsah skvalenu v některých olejích..... | 29 |
| Tab. 8: Srovnání obsahu minerálních látek v listech laskavce, špenátu a artyčoku..... | 31 |
| Tab. 9: Obsah vitamínů v semenech amarantu..... | 31 |
| Tab. 10: Obsah vitamínů v amarantu a DDD (%) ze 100g amarantového zrna..... | 32 |