

# **Biologicky aktivní látky v hlízách brambor**

Rostislav Němeček

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

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

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Rostislav NĚMEČEK**  
Osobní číslo: **T08437**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Biologicky aktivní látky v bramborových hlízách.**

Zásady pro vypracování:

1. Charakterizujte bramborovou rostlinu a hlízu.
2. Zaměřte se na výzkum antioxidantů v bramborových hlízách.
3. Popište bílkoviny a jejich výskyt v bramborové hlíze.
4. Zmiňte se o dalších potenciálně biologicky aktivních látkách.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. Technologie potravin rostlinného původu, 1.vyd. UTB ve Zlíně, Zlín 2006. ISBN: 80-7318-372-2.

[2] BORTEL, R. Brambory – skrytý poklad, 1. vyd. Národní zemědělské muzeum Praha, Praha 2008. ISBN: 78-80-86874-07-4.

[3] JORDÁN, V. Antioxidanty – zázračné zbraně, 1. vyd. JOTA, Brno 2001. ISBN: 80-7217-156-9.

[4] VELÍŠEK, J. Chemie potravin I., 1. vyd. OSSIS, Tábor 1999. ISBN: 80-902391-3-7.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Otakar Rop, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

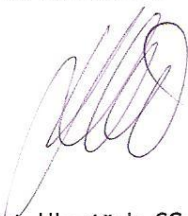
Datum zadání bakalářské práce:

**11. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2011**

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



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

Příjmení a jméno: .....

Obor: .....

## 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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 .....

.....

---

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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**

Cílem mé bakalářské práce bylo zabývat se biologicky aktivními látkami v bramborových hlízách. Detailně jsou popsány antioxidanty a biologická úloha bramborových bílkovin. Zmíněny jsou i látky s nižší biologickou aktivitou, jako například některé vitaminy a minerální prvky. Bramborové hlízy jsou hodnotnou potravinou ve vztahu k lidské výživě a pozitivnímu vlivu na náš imunitní systém.

Klíčová slova: brambory, antioxidanty, bílkoviny, vitaminy, minerální prvky

## **ABSTRACT**

The aim of my bachelor essay was to deal with biologically active substances in potato tubers. Antioxidants and biological role of potato protein are described detail. Some other biologically active substance are mentioned, for example substances with low biological activity (certain vitamins and mineral elements). Potato tubers are valuable food in relation to human nutrition and to positive effect on our immune system.

Keywords: antioxidants, proteins, vitamins, mineral elements

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Otakaru Ropovi Ph.D. za jeho ochotu a čas strávený na mé bakalářské práci, za jeho odborné vedení, cenné rady a vypůjčenou literaturu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická do IS/STAG jsou totožné. Dále prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to umožněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Bzenci

26. 5. 2011



Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>1 BRAMBOROVÉ ROSTLINY.....</b>	<b>11</b>
1.1 MORFOLOGICKÉ ZNAKY BRAMBOR.....	11
1.2 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA BRAMBOR.....	13
<b>2 BRAMBOROVÁ HLÍZA .....</b>	<b>14</b>
2.1 HISTORIE BRAMBOR .....	14
2.2 ANATOMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOROVÉ HLÍZY .....	15
2.3 VÝZNAM BRAMBOR.....	15
2.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BRAMBOROVÉ HLÍZY .....	16
2.4.1 Škrob .....	16
2.4.2 Cukry .....	17
2.4.3 Neškrobové polysacharidy .....	18
2.4.4 Dusíkaté látky.....	18
<b>3 ANTIOXIDANTY .....</b>	<b>19</b>
3.1 VOLNÉ RADIKÁLY .....	19
3.2 ANTIOXIDANTY PO CHEMICKÉ STRÁNCE .....	19
3.3 NEJDŮLEŽITĚJŠÍ ANTIOXIDANTY V POTRAVĚ.....	19
3.4 VÝSKYT ANTIOXIDANTŮ V POTRAVĚ .....	20
<b>4 ANTIOXIDANTY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH.....</b>	<b>21</b>
4.1 VÝZNAMNÉ ANTIOXIDANTY V BRAMBORÁCH .....	21
4.1.1 Polyfenolické látky.....	22
4.1.2 Kyselina L-askorbová.....	23
4.1.3 Anthokyany .....	24
4.1.4 Karotenoidy .....	25
4.1.5 Antioxidanty obsažené v menším množství v hlízách brambor.....	25
4.2 VÝZNAM ANTIOXIDANTŮ BRAMBOR .....	26
4.2.1 Význam L-tyrosinu.....	26
4.2.2 Význam dalších antioxidantů v hlízách brambor .....	26
<b>5 BÍLKOVINY.....</b>	<b>27</b>
5.1 AMINOKYSELINY.....	27
5.2 PEPTIDY.....	28
5.3 PROTEINY .....	28



<b>6</b>	<b>BÍLKOVINY V BRAMBORÁCH</b> .....	<b>29</b>
6.1	KLASIFIKACE HLÍZOVÝCH BÍLKOVIN.....	29
6.2	PATATINOVÝ KOMPLEX .....	30
6.2.1	Charakteristika patatinu.....	30
6.2.2	Fyziologické vlastnosti patatinu.....	30
6.2.3	Izolace patatinu a jeho potenciální uplatnění .....	31
6.3	INHIBITORY PROTEAS.....	31
6.4	NUTRIČNÍ HODNOTA BRAMBOROVÝCH BÍLKOVIN .....	32
6.5	VÝZNAM HLÍZOVÝCH BÍLKOVIN .....	33
<b>7</b>	<b>VITAMINY</b> .....	<b>34</b>
7.1	VITAMINY ROZPUSTNÉ VE VODĚ.....	34
7.2	VITAMINY ROZPUSTNÉ V TUCÍCH.....	35
<b>8</b>	<b>VITAMINY V BRAMBORÁCH</b> .....	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>MINERÁLNÍ LÁTKY</b> .....	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>MINERÁLNÍ LÁTKY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH</b> .....	<b>40</b>
10.1	DRASLÍK.....	40
10.2	FOSFOR.....	40
10.3	SELEN.....	40
10.4	VÁPŇÍK .....	41
10.5	HOŘČÍK .....	41
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>42</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>43</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>47</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>48</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>49</b>

## ÚVOD

Potravinářské využití bramborových hlíz v Evropě začalo nejdříve ve Španělsku, tedy v zemi, kam byly již v 16. století dovezeny z Jižní Ameriky. V polovině 17. století se brambory staly polní plodinou, a to nejdříve v Irsku.

Více než půl století byly však bramborové hlízy nouzovou potravinou, u které nebylo mnoha zkušeností s výrobou ani kuchyňskou úpravou. Teprve po neúrodách a hladomorech doprovázejících sedmiletou válkou mezi Rakouskem a Pruskem v letech 1756-1763 došlo k jejich většímu rozšíření.

Jejich spotřeba pro lidskou výživu u nás rychle stoupala tak, že v roce 1800 činila 50 kg na osobu. Největší rozmach v pěstování brambor byl zaznamenán v první polovině 19. století, zejména zvýšením poptávky po bramborách průmyslových. V roce 1850 byla dosažena rekordní spotřeba 170 kg na osobu. Od této doby pak spotřeba bramborových hlíz postupně klesala tak, že v roce 1934-38 činila 120 kg a v současné době kolem 75 - 80 kg na osobu. Doporučená průměrná denní dávka je 300 g. Ta je dosažena při roční spotřebě 110 kg hlíz bez oloupaných slupek.

Brambory jsou především známy svým vysokým obsahem velmi důležitých vitaminů a provitaminů. Z nich nejvýznamnější jsou kyselina askorbová (vitamin C), thiamin (B<sub>1</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), pyridoxin (B<sub>6</sub>), nikotinamid (PP), kyselina folová a kyselina pantothenová. Tyto vitaminy jsou rozpustné ve vodě, takže při nešetrné úpravě bramborových hlíz a z nich připravených potravin jsou vyluhovány a, nebo jinak degradovány. Z vitaminů rozpustných v tucích obsahují brambory zejména vitaminy skupiny A, karoteny (provitaminy A), dále fylochinon (vitamin K<sub>1</sub>) a biotin (vitamin H).

Mezi další biologicky aktivní látky v hlízách brambor patří antioxidanty. Antioxidanty obsažené v bramborách se vyskytují ve formě polyfenolů a L-askorbové kyseliny. Antioxidační aktivitu vykazují zejména fenolické kyseliny brambor. Hlavní fenolické kyseliny brambor jsou chlorogenová kyselina a kávová kyselina. Velký význam v hlízách brambor mají také hlízové bílkoviny. K nejdůležitějším patří patatin a bramborové inhibitory proteas. Obě tyto složky disponují významnými biologickými aktivitami, které jsou spojené s obranným systémem rostliny.

Cílem mé bakalářské práce bylo podat přehled o všech významných biologicky aktivní látky v hlízách brambor, které mají důležitý význam ve výživě a zdraví člověka.

## 1 BRAMBOROVÉ ROSTLINY

Druh *Solanum tuberosum* (brambor hlíznatý) náleží do rodu lilek (*Solanum tourn*) a čeledě lilkovitých (*Solanaceae pers*). Brambor hlíznatý, déle označovaný jako brambor, má mnoho biologických vlastností typických pro čeleď lilkovitých. Jednou ze společných vlastností lilkovitých rostlin je tvorba rozmanitých jedovatých látek glykosidů a alkaloidů. U brambor se vytváří glykosid solanin.

V rodu *Solanum* se vyskytují vytrvalé i jednoleté druhy. Brambor hlíznatý je jednoletou rostlinou. Mateřské hlízy po vyčerpání jejich zásob v průběhu vegetace odumírají a spolu s nimi také všechny podzemní a nadzemní orgány mimo semena a dceřiné (nové) hlízy s živými spícími pupeny. [1]

### 1.1 Morfologické znaky brambor

- **Trs**

Může být stonkového nebo listového typu. Listový typ má velké a četné listy, které stonek zakrývají. Stonkový typ má listy drobné a stonek je viditelný. Existují i odrůdy přechodného typu.

- **Stonek**

Stonek dělíme podle výšky stonku. Máme stonek nízký (250 – 400 mm), středně vysoký (410 – 550 mm), vysoký (560 – 650 mm) a velmi vysoký (nad 650 mm). Stonek může mít hranatý, oválný nebo tříboký tvar.

- **List**

Bramborová rostlina má přetrhovaně lichožpeřený list, někdy ještě i s lístečky na řapících u některých odrůd.

- **Květ**

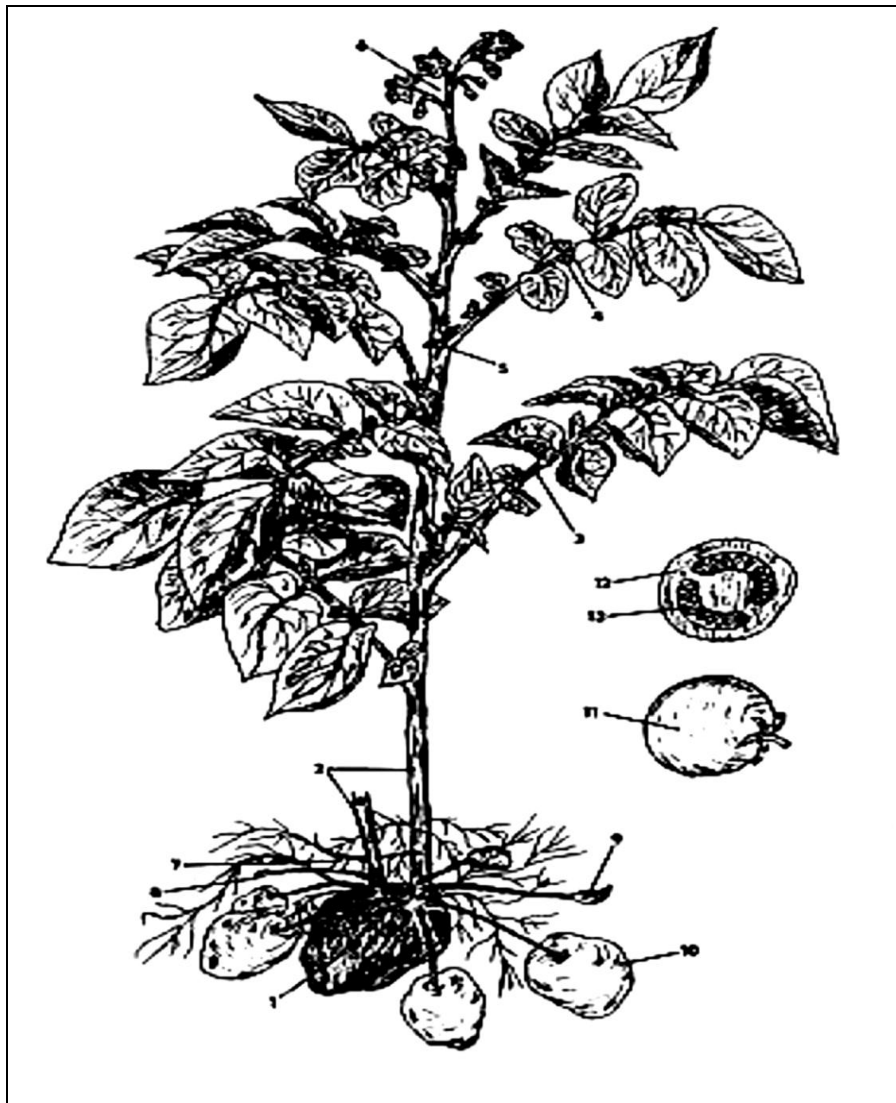
Je tvořený pěti korunními lístky. Odrůdy jsou silně, středně, málo kvetoucí nebo nekvetou vůbec. Květ může mít barvu bílou, růžovou, fialovou.

- **Plod**

Plodem jsou dvou-pouzdrové bobule podobné miniaturním zeleným rajčatům. V bobuli se nachází padesát až sto semen.

- **Hlíza**

Hlíza je stonkového původu a je to zdužnatělý konec stolonu. Rozeznáváme na ní část pupkovou, kterou je připojena ke stolonu a protilehlou část korunkovou. Na hlíze jsou patrná očka, která jsou rozmístěna v genetické spirále. U hlíz brambor se hodnotí tvar hlíz, barva a vzhled slupky, barva dužiny, hloubka oček, rozložení hlíz pod trsem a nasazení hlíz pod trsem. [2]



Obr. 1 Stavba rostliny bramboru. [2], (1-mateční hlíza, 2-stonek, 3-list, 4-mezilístky, 5-úžlabní lístky, 6-květenství, 7-soustava kořenů, 8-stolon, 9-háčkující stolon. 10-nové hlízv. 11-plod. 12 –řez plodem. 13-semena)

## 1.2 Botanická charakteristika brambor

Tabulka č.1 Taxonomická klasifikace. [1]

Taxonomické zařazení rostliny brambor	
Říše	Rostliny
Podříše	Vyšší rostliny
Oddělení	Krytosemenné
Třída	Vyšší dvouděložné
Řád	Krtičníkotvaré
Čeleď	Lilkovité
Rod	Lilek

**Zemědělsky** jsou brambory řazeny do skupiny hlíznatých okopanin. K nejznámějším patří již zmiňovaný Brambor hlíznatý, dále pak Topinambur hlíznatý. Mezi méně známé druhy hlíznatých okopanin můžeme řadit: Jakon, Maka, Lichořeřišnice hlíznatá, Arakča, Ahipa, Oka a Melok hlíznatý. [3]

## 2 BRAMBOROVÁ HLÍZA

### 2.1 Historie brambor

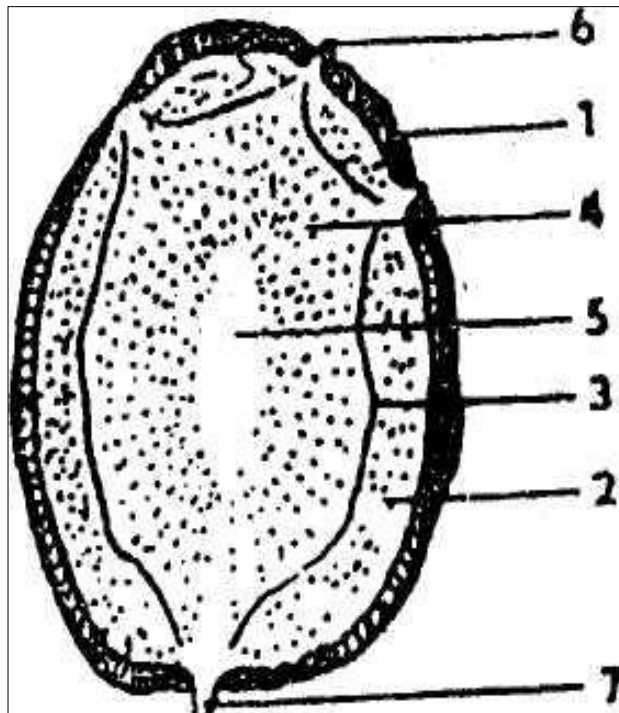
První zmínka o bramborách pochází ze západní části jižní Ameriky a podle vykopávek a různých nálezů z hrobů možno usuzovat, že brambory v Jižní Americe byly pěstovány již ve 2. století n. l. Brambory (*Solanum tuberosum*), tak jak je dneska známe, se dostaly do Evropy koncem 16. století. Na území Čech se objevily brambory v letech 1628 – 1630 a dokonce 17. století zůstaly jen zahradní rostlinou. [4]

U nás se začaly pěstovat na polích na počátku 18. století, nejdříve v okolí hustě obydlených hornických měst na Jáchymovsku, Vlašimsku a Příbramsku. Brambory již od samého počátku jejich potravinářského využití u nás jsou označovány jako „druhý chléb“. K tomuto označení jistě přispěl svými poznatky i Jan Braum, který již v roce 1770 napsal: „Jestliže člověk má brambory, nepotřebuje chleba, je bezpečná před jakýmkoliv hladem.“[1]

S historickým posláním brambor v boji proti hladu v Evropě je spojeno i neméně významné poslání proti onemocnění kurdějemí (skorbutem), vyvolaným nedostatkem vitamínu C. Kurděje byly v Evropě po staletí hromadně rozšířeny nejen v městech, ale i v zemědělských oblastech. Teprve využitím bramborových hlíz jako základní potraviny v 18. a 19. století byl jejich nepřetržitý výskyt omezen. Brambory jsou nejspolehlivější ochranou proti kurdějím. Brambory jsou v současné době vnímány jako zdravá potravina 21. století, která díky svým nutričním hodnotám umožní nasycení hladovějících obyvatel nejen z rozvojových zemí, ale i odvrací rizika hladomoru. [1,5]

### 2.2 Anatomické složení bramborové hlízy

Bramborová hlíza se skládá ze sedmi částí. Na povrchu se nachází slupka s korkotvorným pletivem, ze které vyrůstají klíčící oka a část zbylá po mateřské hlíze nazývaná jako pupek. Pod slupkou s korkotvorným pletivem se nachází korová slupka. Kruh cévních svazků je další část, která odděluje korovou slupku od dužiny. Dužina má největší zastoupení v bramboře. Samotný střed bramborové hlízy je označován jako srdéčko. [2,5]



Obr. 2 Stavba bramborové hlízy. [2], (1 – slupka s korkotvorným pletivem, 2 – korová slupka, 3 – kruh svazků cévních, 4 – dužina, 5 – srdéčko, 6 – klíčící očko, 7 - pupek)

### 2.3 Význam brambor

Brambory z hlediska lidské výživy zaujímají svým významem ve světě čtvrté místo za obilovinami pšenicí, rýží a kukuřicí. Pro své mnohostranné použití jsou významnou plodinou. Slouží jako potravina doplňková k dosažení fyziologicky vyvážené stravy. Význam je dán tím, že plní nejen funkci potraviny objemové, ale i sytící (sacharidická složka) a ochranné (obsah vitaminů a minerálů).

U nás je v současnosti spotřeba brambor ke konzumním účelům 75 – 80 kg na osobu a rok. Příčiny poklesu je třeba hledat ve zvyšování životní úrovně, poměrně vysoké náročnosti na kuchyňskou úpravu, ale rovněž příčinou může být nedostatek skladovacích prostorů v městských bytech. Ve vyspělých zemích klesl konzum brambor v čerstvém stavu, ale výrazně narostl podíl potravinářských výrobků z brambor. [4]

Brambory jsou významné svým vysokým obsahem vitaminů, zejména vitaminu C, předčí bramborové hlízy mnohé zeleniny. Výborná kombinace sytících a ochranných látek činí z brambor jedinečný, přímo nezbytný doplněk – přílohu bílkovinných a tučných potravin, zejména masitých, vaječných a mléčných pokrmů. Vysoký obsah minerálních látek, zejména různých solí draslíku a hořčíku, v bramborových hlízách z nich vytváří zásaditou potravinu. Při odbourávání živočišných bílkovin a tuků vzniká v lidském těle přebytek kyselin. Ten je možný vyrovnat větší spotřebou zásaditých potravin, zvláště brambor. Tím se současně předchází ochuzování lidského organismu o minerální látky, zejména sloučeniny draslíku, hořčíku, manganu a další. Bramborové hlízy však kromě toho mají, obdobně jako zeleniny, velmi významnou ochrannou funkci pro lidský organismus. [1,6]

## 2.4 Chemické složení bramborové hlízy

Hlízy jsou jediným využitelným orgánem bramborového trsu. Jejich vnitřní i vnější kvalita a hodnota jsou proto rozhodující pro všechny užitkové směry. Hodnota hlíz je dána především jejich chemickým složením. Na chemické složení brambor působí řada faktorů, z nichž důležitým faktorem je odrůda, hnojení, půdně klimatické poměry, pěstební agrotechnika, stupeň zralosti při sklizni, podmínky skladování apod.

Brambora je v největší míře zastoupena voda (76 % hmotnosti) a v rostlině plní významné metabolické funkce (biosyntéza organických sloučenin, doprava asimilátů a metabolitů, teplotní regulátor). Rozhodujícím faktorem kvality produktu je obsah sušiny (24 % hmotnosti). V sušině se vyskytují látky, jako je škrob, cukry, dusíkaté látky, vláknina, tuk a minerální látky. Brambory dále obsahují ještě další důležité složky, které často nebývají u chemického složení uvedeny. Tyto látky ovlivňují chuť, nutriční a biologickou hodnotu. Patří sem zejména vitaminy, alkaloidy, organické kyseliny a polyfenoly. [4,7]

### 2.4.1 Škrob

Brambory obsahují v průměru 17 % škrobu, ten je nejvýznamnější složkou hlízy. Je základní složkou sušiny a je uložen ve formě škrobových zrn. Rozměry škrobových zrn se pohybují v rozmezí 1 – 100  $\mu\text{m}$ . Ta jsou tvořena amylosou a amylopektinem (1:4). Nejvíce škrobu obsahují zpravidla středně velké hlízy. Obsah škrobu a velikost škrobových zrn má značný význam při průmyslovém zpracování brambor. [4]





### 2.4.3 Neškrobové polysacharidy

Tvoří hlavně buněčné stěny a intercelulární součásti označované jako hrubá vláknina. Neškrobové polysacharidy tvoří převážně celulósa, hemicelulósa, pentosany a pektinové látky, jejich množství je uváděno od 1,40 – 3,06 % v sušině brambor. Celulósa je obsažena asi z 10 – 20 %, podíl hemicelulosy obsahující uronovou kyselinu vázanou s pentosany je menší, u pentosanů se uvádí 5,5 – 8,5 % z celkových neškrobnatých polysacharidů.

Pektinové látky možno rozdělit na menší podíl rozpustných (do 10 %) a větší podíl (70 – 80 %) silně polymerizovaných tak zvaného protopektinu, který se nachází v buněčných stěnách, zbytek tvoří podstatu intercelulární substance. Podíl pektinových látek v čerstvé hmotě činí 0,21 – 0,41 %, ale jsou uváděny i vyšší hodnoty. V průběhu zrání hlízy protopektin stoupá, při skladování jeho množství klesá, s čímž souvisí rozvářivost hlíz. [4]

### 2.4.4 Dusíkaté látky

Brambory obsahují kolem 2,0 % dusíkatých látek, které jsou pro výživu lidí i zvířat velmi významné. Na bílkoviny připadá asi 0,5 – 1,2 %, z nebílkovinného dusíku tvoří volné aminokyseliny 3,4 %, dále amidy, bazické dusíkaté sloučeniny, purinové deriváty adeninu, glykoderiváty cholinu, rovněž stereoidní alkaloid sloanidin. [4]

### 3 ANTIOXIDANTY

V potravinách a dalším biologickém materiálu přítomné antioxidanty vyvolaly značný zájem kvůli svým potenciálním nutričním a terapeutickým účinkům. Jsou to látky, které chrání imunitní systém člověka, neutralizují účinek volných radikálů a omezují jejich vznik. [9]

#### 3.1 Volné radikály

Abychom lépe pochopili funkci antioxidantů v lidském organismu, je zapotřebí si ze všeho nejdříve představit jejich úhlavní nepřátele, volné radikály. Jedná se o sloučeniny kyslíku, které vznikají jako vedlejší produkt buněčného metabolismu. Pokud jejich aktivita není dostatečně potlačena, mohou poškodit buněčný aparát, a tím i genetickou informaci buněk a jejich náhodné dělení by mohlo vést ke vzniku rakoviny. Zjednodušeně řečeno, volné radikály mají na naše tělo negativní vliv.

Potraviny obsahují řadu látek, které jsou zdrojem volných radikálů nebo jejich vznik podporují. Mezi tyto látky patří: dusitany, peroxidy, těžké kovy, chlór, herbicidy, pesticidy, tuky (hlavně přepálené tuky). [9]

#### 3.2 Antioxidanty po chemické stránce

Podle své chemické struktury můžeme dělit antioxidanty na polyfenoly (flavonoidy, anthokyany, fenolkarboxylové kyseliny a kumariny), karotenoidy (karoteny – prekursory vitamínu A a xanthofyly) a tokoferoly (vitamín E). [12] Silnou antioxidační aktivitu má také L-askorbová kyselina (vitamin C) a selen. Antioxidanty můžou zachycovat radikály dříve, než mohou škodit lidskému organismu. Dále bylo dokázáno, že antioxidanty zpomalují, blokují nebo zabraňují oxidačním změnám látek v lidském těle a buňkách. [10]

#### 3.3 Nejdůležitější antioxidanty v potravě

Mezi hlavní přirozené antioxidanty v potravě patří: Vitaminy – převážně vitamin A, vitamin E, vitamin C a vitamin B2. Karotenoidy – barviva, karoteny (červené barvivo), xanthofyly (žluté barvivo). Flavonoidy – nazývány taky jako vitamin P, rostlinná barviva (karotenoidů, některých tríslovin a polyfenolů). Trísloviny – jsou rostlinné polyfenoly,

nejznámější tríslovinou je tanin. K dalším důležitým antioxidantům řadíme fenolické antioxidanty, glutathion, taurin, některé sloučeniny selenu, zinku. [11]

Polyfenolické sloučeniny, zvláště flavonoidy, jsou účinnými antioxidanty díky své schopnosti zachytávat volné radikály mastných kyselin a reaktivních forem kyslíku. Obsah antioxidantů v potravinách zpomaluje ve značné míře atherosklerotické procesy, inhibuje akumulaci cholesterolu v krevním séru a zvyšuje rezistenci cévních stěn proti jejich lámavosti. Mnohé antioxidanty snižují riziko onemocnění koronárních cév tím, že zachycují a neutralizují volné radikály. [10]

Mezi hlavní antioxidanty brambor patří polyfenoly, L-askorbová kyselina, karotenoidy, tokoferoly,  $\alpha$ -lipoová kyselina a selen. Zelenina, ovoce a zemědělské plodiny představují v lidské výživě významný zdroj antioxidantů jak při přímé konzumaci, tak i ve formě zeleninových a ovocných šťáv. [10,12]

### 3.4 Výskyt antioxidantů v potravě

Antioxidanty se vyskytují buďto v přirozené nebo umělé podobě. Některé potraviny jako například čaj, ovoce a zelenina patří mezi tak zvané přírodní antioxidanty. Odborníci se ovšem shodují na tom, že jejich koncentrace je natolik nízká, že ne vždy může pokrýt jejich spotřebu. V tomto případě může lékař doporučit vitaminové doplňky, jež jsou vyrobené z přírodních zdrojů. [12,13]

Mezi přirozené antioxidanty ve stravě patří:

- vitamin A a karotenoidy – mrkev, dýně, brambory, brokolice, meruňky
- vitamin C – citrusové plody, zelené papriky, brambory, listová zelenina
- vitamin E – ořechy a semena, celozrnné potraviny, listová zelenina
- vitamin B2 – zelená zelenina, játra, mléčné výrobky
- flavonoidy – sója, červené víno, hroznové víno, brusinky
- selen – ryby, vejce, červené maso, česnek, celozrnné potraviny
- zinek – játra, tmavé maso, mléko
- měď – hovězí játra, brambory, fazole

K dalším antioxidantům v potravě řadíme: lykopen, lutein, lignan a mangan. [13,14]

## 4 ANTIOXIDANTY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH

V poslední době se v bramborových hlízách intenzivně studují látky, které mohou mít v lidské výživě významné postavení i přes jejich nižší obsah. Jedním z nejbohatších zdrojů antioxidantů v lidské výživě jsou bramborové hlízy (*Solanum tuberosum*). Hlízy brambor v lidské výživě vzhledem ke konzumovanému množství představují významný zdroj antioxidantů. V současné době jsou prováděny šlechtitelské pokusy s cílem zvýšit antioxidační aktivitu brambor navýšením obsahu fenolových látek a karotenoidů jako hlavních složek přispívající k jejich antioxidační aktivitě nebo zvýšením obsahu selenu navýšením jeho obsahu ve výživě brambor. [10]

### 4.1 Významné antioxidanty v bramborách

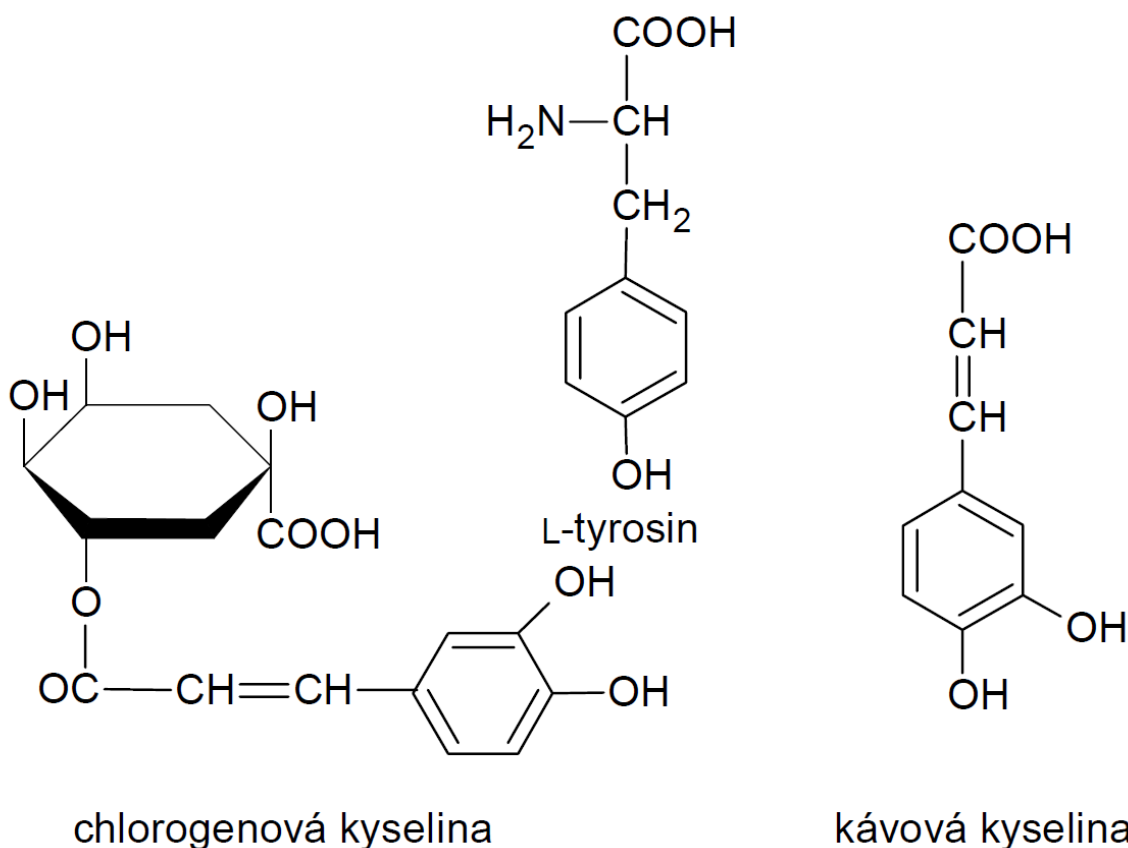
Nejbohatšími antioxidanty v bramborové hlíze jsou polyfenoly (1226 - 4405 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a L-askorbová kyselina (170 - 990 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty). Z ostatních látek typu antioxidantů jsou v bramborách zastoupeny karotenoidy (až 4 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty),  $\alpha$ -tokoferol (0,5 - 2,8 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a v menší míře selen (0,01 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a  $\alpha$ -lipoová kyselina. Brambory obsahují sekundární metabolity – polyfenolické sloučeniny, které jsou substráty reakcí enzymového hnědnutí bramborových hlíz, objevujícího se při loupání a krájení. Toto hnědnutí je umožněno působením polyfenoloxidas. [10,15].

#### 4.1.1 Polyfenolické látky

Z těchto látek nejvíce zastoupenou sloučeninou je v bramborových hlízách aminokyselina L-tyrosin (770 - 3900 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a dále to jsou kávová kyselina (280 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty), skopolin (98 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty), chlorogenová kyselina (22 - 71 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty), ferulová kyselina (28 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a kryptochlorogenová kyselina (11 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty).

Kávová kyselina může být produktem hydrolýzy chlorogenové kyseliny, vykazuje silnou antioxidační aktivitu stejně jako i další hydroxyskořicové kyseliny obsažené v hlízách brambor. V jedlých částech brambor byla nalezena kávová kyselina v množství (0,2 - 3,2 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a obsah celkových polyfenolů byl (422 - 834 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty). Slupky obsahovaly dvojnásobné množství těchto látek. [15]

Některé polyfenoly jsou zastoupeny pouze v menších množstvích, například: neochlorogenová kyselina ( $7 \text{ mg.kg}^{-1}$  čerstvé hmoty), p-kumarová kyselina ( $4 \text{ mg.kg}^{-1}$  čerstvé hmoty), sinapová kyselina ( $3 \text{ mg.kg}^{-1}$  čerstvé hmoty) nebo kyselina isochlorogenová *a* ( $3 \text{ mg.kg}^{-1}$  čerstvé hmoty). Pouze v malých množstvích byly nalezeny kyselina isochlorogenová *b*, skopoletin a *trans*-feruloylputrescin. [16]



Obr. č. 4 Hlavní fenolické kyseliny brambor. [10]

Aminokyselina L-tyrosin ( $1 - 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ ) a chlorogenová kyselina ( $2 - 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol.l}^{-1}$ ) představují dominantní složky bramborových hlíz obsahující v molekulách fenolické hydroxyskupiny (obr. č. 4). [16]

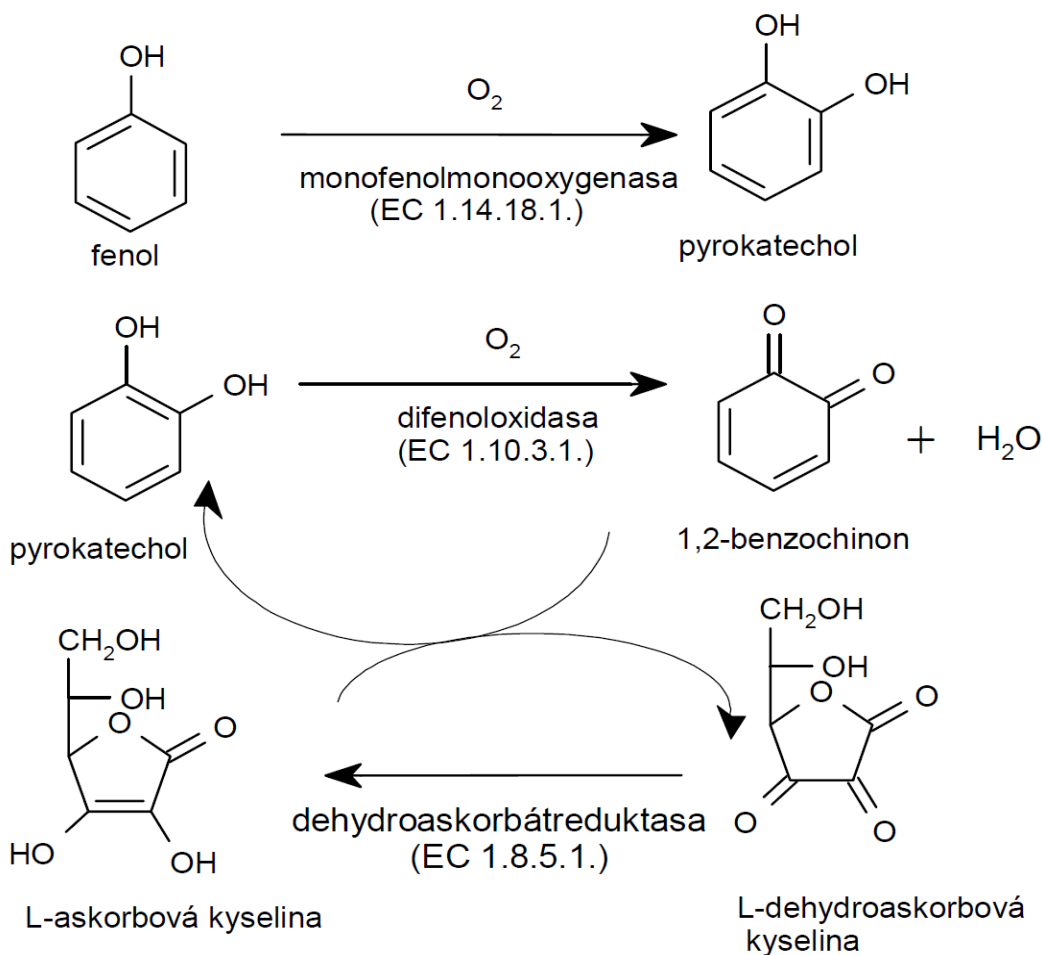
#### 4.1.2 Kyselina L-askorbová

L-askorbová kyselina je hlavním přírodním inhibítozem enzymového hnědnutí brambor. Redukuje primární produkty oxidace, *o*-chinony zpět na *o*-difenyly a sama je kvantitativně oxidována na dehydroaskorbovou kyselinu (obr. č. 5). [17]

L-askorbová kyselina obsažená v hlízách přitahuje pozornost vzhledem ke svému obsahu v bramborách a podílu konzumovaných brambor v lidské výživě jako důležitý zdroj vitamínu C.

Brambory jsou velmi bohaté na L-askorbovou kyselinu obsahují (170 – 990 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty). Dokonce i ve vařených hlízách brambor zůstává průměrně (130 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) L-askorbové kyseliny a v bramborách pečených v mikrovlnné troubě (151 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty). Obsah L-askorbové kyseliny je ovlivněn spoustou vnějších i vnitřních faktorů, jako jsou odrůda, rok pěstování, způsob pěstování, podmínky prostředí, stupeň zralosti hlíz a skladovací podmínky. [10,17]

Kyselina L-askorbová má antioxidační účinky, může působit jako lapač kyslíku, jako donor vodíku pro fenolické sloučeniny a jako synergická látka pro některé antioxidanty. L-askorbová kyselina redukuje některé ionty kovů a umožňuje jim působit účinněji jako prooxidanty. [10]



Obr. č. 5 Antioxidační vztah mezi L-askorbovou kyselinou a polyfenoly. [10]

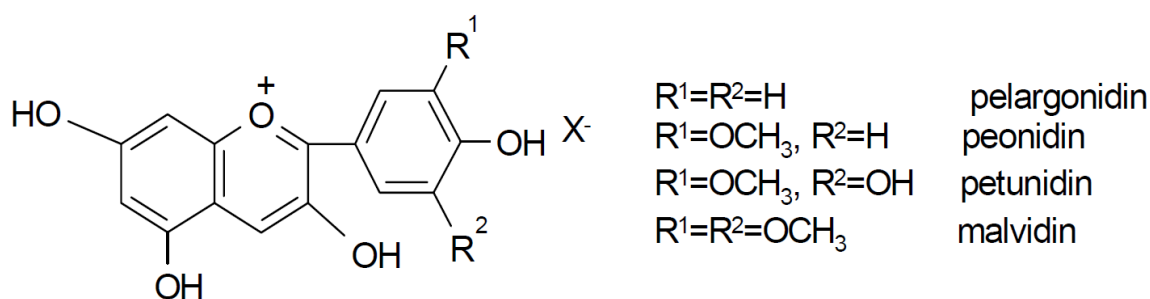
### 4.1.3 Anthokyany

Bramborové hlízy s červeně nebo fialově zbarvenou dužinou vykazují významnou antioxidační aktivitu. Jsou to především anthokyany a karotenoidy, které zejména přispívají k antioxidační aktivitě barevných odrůd brambor. Bylo zjištěno, že u odrůd s červeně nebo fialově zbarvenou dužinou hlíz přispívá askorbová kyselina pouze ze 13 % k hydrofilní antioxidační aktivitě, zatímco převážná část připadá na acylované anthokyanové glykosidy. [18]

- **Anthokyanová barviva v barevných hlízách brambor**

Anthokyany jak v čerstvém, tak i zpracovaném ovoci a zelenině zlepšují jejich celkový vzhled a také přispívají ke zdraví konzumentů. Důležitou vlastností těchto barviv je, že představují důležité antioxidanty, jejichž denní příjem je odhadován na 180 mg. na osobu. Jsou hlavně obsaženy v červeně a modře zbarvených odrůdách brambor, ve slupkách a dužnině bramborových hlíz a chrání lidský organismus proti oxidantům, volným radikálům a vyšším hladinám LDL cholesterolu. [16,18]

Červeně zbarvené bramborové hlízy obsahují glykosidy pelargonidinu, v menším množství glykosidy peonidinu. Modře zbarvené hlízy obsahují podobné koncentrace glykosidu petunidinu a mnohem větší množství glykosidu malvidinu. Jednotlivé glykosidy se liší typem kyseliny, která se zúčastní acylace. [16]



Obr. č. 6 Aglykony anthokyanů brambor. [16]



- **Antioxidační aktivita anthokyanů brambor**

Antioxidační aktivita anthokyanů je kromě jiných vlastností určována počtem volných fenolických hydroxyskupin v molekule, takže petunidin má vyšší antioxidační účinek ve srovnání s malvidinem, peonidinem či pelargonidinem. Celková antioxidační aktivita brambor způsobená polyfenoly je určena obsahem anthokyanů, tak i obsahem fenolických kyselin, zvláště isomery chlorogenových kyselin. [18]

Acylace anthokyanů brambor skořicovými kyselinami posunuje jejich zbarvení do modrého odstínu a z velké části zvyšuje jejich celkovou antioxidační účinnost. Zbarvené brambory vykazují dvakrát až třikrát vyšší antioxidační potenciál ve srovnání s bramborami s bílou dužinou. Vzhledem k této skutečnosti brambory s vysokým obsahem anthokyanů mohou být řazeny k zeleninám vykazujícím vysokou antioxidační účinnost, jako je například kapusta nebo brokolice. Absorpce kyslíkových radikálů a redukce železnatých kationtů v hlízách brambor s červeně a modře zbarvenou dužinou je několikanásobně vyšší ve srovnání s bílými hlízami brambor. [16]

#### **4.1.4 Karotenoidy**

Také karotenoidy jsou účinnými antioxidanty v antioxidačním systému. V bramborách jsou zastoupeny průměrně v množství (4 mg.) v kg čerstvé hmoty. Mezi nejvíce zastoupené karotenoidy v bramborách patří: lutein,  $\beta$ -karoten, zeaxanthin, violaxanthin a antheraxanthin. Obsah karotenoidů je silně ovlivněn ročníkem, přičemž polorané odrůdy jsou více závislé na klimatických podmínkách ve srovnání s rannými odrůdami. Jako dominantní byl identifikován lutein a zeaxanthin, v menším množství byl zastoupen  $\beta$ -karoten. [18]

#### **4.1.5 Antioxidanty obsažené v menším množství v hlízách brambor**

Hlízy brambor jsou také bohaté na  $\alpha$ -tokoferol (0,5 – 2,8 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a obsahují i dostatečné množství selenu (0,01 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty). Dalším antioxidantem v bramborových hlízách typu vitaminu je  $\alpha$ -lipoová kyselina, známá jako růstový faktor brambor. Uvnitř buněk je  $\alpha$ -lipoová kyselina snadno redukována na dihydrolipoovou kyselinu, která likviduje škodlivé superoxidové, hydroperoxylové a hydroxylové radikály. [19]

## 4.2 Význam antioxidantů brambor

Bramborové hlízy zpracované v různých formách jako jsou smažené hranolky, lupínky, či ve formě bramborové kaše nebo pečených brambor, jsou velmi bohaté na vlákninu snižující obsah cholesterolu a draslík, který udržuje elektrolytickou rovnováhu stejně jako normální funkce srdce a krevní tlak. Jsou také bohaté obsahem antioxidantů, zvláště polyfenolů a L-askorbové kyseliny. Tyto látky jsou převážně rozpustné ve vodě. [10]

Na druhé straně hlízy brambor obsahují také lipofilní antioxidanty, jako jsou karotenoidy, tokoferoly a  $\alpha$ -lipoová kyselina. Antioxidanty jsou účinnější, jsou-li použity v kombinaci díky jejich synergickému účinku, to znamená vzájemné zvyšování účinku. Polyfenolické sloučeniny chrání vitamin C a  $\beta$ -karoten, které na druhé straně mohou pomáhat funkcím vitamínu E. [16]

### 4.2.1 Význam L-tyrosinu

Kromě L-tyrosinu jsou v bramborách nejvíce zastoupeny hydroxyskořicové kyseliny (chlorogenová, neochlorogenová, kávová, ferulová), které představují silné antioxidanty a mohou zastavit růst některých rakovinotvorných buněk. Flavonoidy jsou schopné zachycovat a neutralizovat přebytečné volné radikály v mnohých tkáních a působit synergicky s antioxidační kyselinou L-askorbovou a vitamínem E. Některé flavonoidy jsou schopné vázat kovové ionty a zabránit jejich katalickému působení v těle a jsou schopné regulovat aktivitu antioxidačních enzymů, seperoxiddismutasy (SOD) a glutathionperoxidasy (GPX). Zvyšují účinek L-askorbové kyseliny. [20]

### 4.2.2 Význam dalších antioxidantů v hlízách brambor

$\beta$ -Karoten, jeden z hlavních karotenů bramborových hlíz, se vyznačuje jedním z nejvyšších antioxidačních účinků karotenoidů. Kyselina  $\alpha$ -lipoová regeneruje jiné antioxidanty, jako jsou vitaminy C a E a glutathion a prodlužuje jejich existenci v organismu.  $\beta$ -Karoten není aktivní při recyklaci vitamínu E, ale má schopnost chránit se sám proti oxidační destrukci. Karotenoidy jsou specifické pro ochranu určité tkáně. Karoteny také zvyšují imunitní odpověď a chrání pokožky proti UV záření. Selen působí společně s vitamínem E v buněčném antioxidačním obranném systému tak, že zastavuje reakce volných radikálů, které mohou poškodit buněčné struktury. [10,20]

## 5 BÍLKOVINY

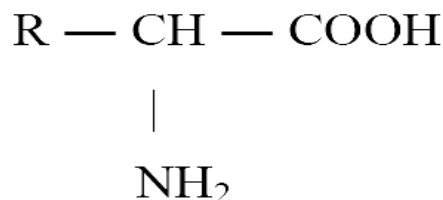
Jedná se o vysokomolekulární látky složené z aminokyselin. Aminokyseliny jsou základní stavební jednotky peptidů a proteinů, navzájem spojeny peptidovou vazbou -CO-NH-.

Dělení podle počtu vázaných aminokyselin (AMK).

- PEPTIDY – (2 – 100 jednotek AMK)
  - oligopeptidy – (2 – 10 AMK)
  - polypeptidy – (11 – 100 AMK)
- PROTEINY – (více než 100, zpravidla 1000 AMK)

### 5.1 AMINOKYSELINY

Existuje přes 700 AMK, v proteinech standardně 20 základních (kódovaných) AMK. Po chemické stránce to jsou aminoderiváty karboxylových kyselin. [21]



Obr. č. 7 Obecný vzorec AMK. [21]

#### **Aminokyseliny dělíme do tří základních skupin:**

1. **Esenciální AMK** – Pro lidský organismus nezbytné, nepostradatelné. Organismus si je nedovede vytvořit, musíme je dodávat potravou: valin, leucin, isoleucin, threonin, methionin, lysin, fenylalanin, tryptofan.
2. **Semiesenciální AMK** – Organismus je neumí vytvořit pouze v dětství: arginin, histidin.
3. **Nesenciální AMK** – Organismus si je tvoří sám z jiných bílkovin : glycin, alanin, kyselina asparágová, kyselina glutamová, asparagin, glutamin, serin, cystein, prolin, tyrosin.

Jednotlivé aminokyseliny lze rozdělit do skupin podle struktury postranního řetězce a to na: alifatické, aromatické a heterocyklické AMK. [21,22]

## 5.2 PEPTIDY

Jsou to chemické sloučeniny organického původu, které vznikají spojením z několika aminokyselin, takzvanou peptidovou vazbou. V organismech mají různé funkce a také často vykazují značné biologické účinky. Podle počtu vázaných aminokyselin se označují jako oligopeptidy a polypeptidy. Nebo taky podle typu řetězce se peptidy dělí na lineární a cyklické. [23]

Mezi oligopeptidy řadíme například karnosin, anserin, balenin, homokarnosin, aspartam, glutathion, vazopresin a oxytocin. Polypeptidy máme například insulin, glukagon, parathormon a adrenokortikotropní hormon. [21]

## 5.3 PROTEINY

Vznikají proteosyntézou, ve svých molekulách obsahují více než 100 aminokyselin vzájemně spojených peptidovou vazbou. Strukturu bílkovin tvoří mimo peptidové vazby ještě jiné vazby (esterové, disulfidové a amidové). Podle biologických funkcí jsou proteiny klasifikovány:

- strukturní – keratiny, kolageny, elastiny
- zásobní – feritin
- katalytická – enzymy, hormony
- transportní – albumin, transferin, hemoglobin
- pohybové – aktin, myosin, aktomyosin
- výživové – zdroje energie
- regulační – histony, hormony
- senzorické – rhodopsin

Bílkoviny jsou pro život nepostradatelné. Jsou totiž základním stavebním kamenem prakticky všeho, co se v těle vyskytuje. Optimální situace nastává tehdy, když člověk kombinuje ve stravě jak rostlinné, tak živočišné zdroje bílkovin. [21,23,24]

## 6 BÍLKOVINY V BRAMBORÁCH

Obsah a význam dusíkatých látek včetně bílkovin je v bramborových hlízách často opomíjen. Střední hodnota obsahu dusíkatých látek bývá obvykle uváděna v čerstvé hmotě hlíz. V sušině hlíz je to kolem 10 %, to znamená, že v čerstvé hmotě 2 %. Podíl bílkovin v obsahu dusíkatých látek však může kolísat vlivem genotypu a podmínek prostředí v poměrně značném rozpětí od 34 – 70 %. [25,26]

Při 50 % zastoupení v obsahu celkových dusíkatých látek jsou nebílkovinné dusíkaté látky členěny na volné aminokyseliny (15 %), amidy asparagin a glutamin (23 %) a ostatní dusíkaté látky (12 %). [25]

### 6.1 Klasifikace hlízových bílkovin

V minulosti se hlízové bílkoviny dělily podle rozpustnosti na: albuminovou, globulinovou, prolaminovou a glutelinovou frakci. Za hlavní frakci hlízových bílkovin byla prvotně považována globulinová frakce, která byla pojmenována tuberin.

Přelomem 50. a 60. let byla hlízová bílkovina znovu klasifikována na albuminy (50 %), globuliny (26 %) a zbytek (22 %). Počátek 80. let udává poměr 60 % pro albuminovou a 20 % pro globulinovou frakci. [25,27]

S rozvojem elektroforetických a chromatografických technik koncem šedesátých let začala být preferována, a v současné době převažuje, klasifikace bílkovin podle molekulové hmotnosti. Na jejím základě lze spektrum hlízových bílkovin členit do třech hlavních skupin.

- ◆ Patatin neboli patatinový komplex či rodina patatinových bílkovin.
- ◆ Bramborové inhibitory proteas.
- ◆ Ostatní bílkoviny, hlavně bílkoviny s enzymovou účastí na syntéze škrobu.

První dvě skupiny představují přes dvě třetiny obsahu bílkovin v bramborových hlízách a díky svým vlastnostem jsou předmětem poměrně rozsáhlého výzkumu. [25]

## 6.2 Patatinový komplex

Pomocí technik iontovýměnné a afinitivní chromatografie poprvé izolovali Racusen a Foote skupinu patatinových bílkovin, zřejmě se jedná o tutéž skupinu proteinů, kterou izolovali Kosier a Desborough frakcionací na HPLC s původním názvem tuberin. Název tuberin později Desborough označuje jako nesprávný a potvrzuje identitu těchto bílkovin s patatinovými. Patatinový komplex představuje skupinu imunologicky identických glykoproteinů s původně zjištěnou molekulovou hmotností 40 – 43 kDa (kilodalton). Patatin je zřejmě přítomný ve všech odrůdách brambor. [29]

### 6.2.1 Charakteristika patatinu

Glykoprotein patatin tvoří 20 – 40 % rozpustných bílkovin bramborových hlíz, ale byl uveden ještě větší podíl až 60 %. V nativní formě je považován za dimer s přibližně molekulovou hmotností 80 kDa. Aminokyselinová sekvence monomeru čítá 366 aminokyselin. Pozitivně a negativně nabitě postranní zbytky jsou náhodně rozloženy po celé sekvenci, stejně tak jsou v makromolekule přítomné jak oblasti  $\alpha$ -helikální, tak oblasti s  $\beta$ -řetězovou strukturou. Navázání sacharidové části na bílkovinnou část makromolekuly je uskutečněno prostřednictvím dvou zbytků asparaginu. Podíl sacharidové části představuje asi 4 % z relativní hmotnosti makromolekuly. [25,29]

### 6.2.2 Fyziologické vlastnosti patatinu

Patatin je v hlízách brambor uložen ve vakuolách parenchymu a je považován za hlavní zásobní bílkovinu. V průběhu skladování hlíz a při jejich klíčení dochází k postupnému snižování obsahu patatinových bílkovin, což logicky potvrzuje funkci zásobní bílkoviny. [29]

Další fyziologická role patatinu je aktivita nescifické lipid acyl hydrolasy (esterázová aktivita) jak pro tvorbu voskových esterů, tak i pro deacylaci lipidů. Patatinu byla také připsána aktivita enzymu acyl transferasa a také aktivita kyselého  $\beta$ -1,3-glukanasy. Ta obecně přispívá k obraně rostlin proti houbovým patogenům hydrolýzou  $\beta$ -1,3-glukanů buněčných stěn hyf. [25]

Účast patatinu na obraných reakcích rovněž naznačuje jeho inhibiční efekt na růst larev brouků rodu *Diabrotica*, které byly jím krmené. Tento efekt byl vysvětlen cytotoxickou

oxidací mastných kyselin hydrolyzovaných patatinem. U patatinu byla také zjištěna významná antioxidační aktivita. Mezi antioxidační látky brambor je významem řazen na druhé místo za kyselinu askorbovou.

Uvedený přehled fyziologických vlastností patatinu dokumentuje, že původní role zásobní bílkoviny hlíz není jediná a že hydrolytické enzymové aktivity se s největší pravděpodobností podílejí na obranném systému hlízy (rostliny) proti houbovým patogenům a hmyzím škůdcům. [25,29]

### 6.2.3 Izolace patatinu a jeho potenciální uplatnění

Výzkum patatinových bílkovin je zejména zaměřen na studium vlastností souvisejících s jejich „šetrnou“ izolací (nepoškozující jejich biologickou hodnotu). Z hlízové vody, která vzniká jako odpad při zpracování brambor na škrob. [30]

Prostřednictvím nových studií bylo zjištěno, že strukturní integrita molekuly je zachycována až do pH 6 a teploty do 28 °C. V prostředí pH 5 je terciální struktura patatinu nevratně poškozena precipitací, podobně teplotní rozmezí 55 – 75 °C způsobuje „rozbalování“ patatinu i ostatních bílkovin hlíz. [29]

S ohledem na výtěžnost precipitace a stupeň opětovné rozpustnosti se jeví jako nejvhodnější precipitace ethanolem. Další možnost izolace patatinu z hlízové vody vznikající při zpracování brambor na škrob představuje využití separačních systémů na principu absorpční chromatografie. [30]

Pomineme-li poměrně neekonomické použití izolovaných patatinových bílkovin pro krmivářství, nabízí se možnost uplatnění těchto bílkovin v potravinářství, zejména při produkci instantních polévek, omáček, sušených výrobků z brambor nebo jako surovina pro tvorbu potravinářsky stabilních pěn. Počítá se rovněž s využitím enzymových vlastností nativního patatinu v biotechnologických výrobních procesech, například pro syntézu speciálních monoacylglycerolů. [25]

## 6.3 Inhibitory proteas

Inhibitory proteas jsou neméně významnou skupinou bramborových hlíz. Mají významnou roli u rostlin v obranných mechanismech proti atakujícímu hmyzu.

U rostlinných druhů z čeledi *Solanaceae* bylo charakterizováno několik proteasových inhibitorů. Jde o inhibitory Bowmanova - Birkova typu vykazující specifitu vůči trypsiny a chymotrypsinu, inhibitory cathepsinu D. Inhibitory Kunitzova typu primárně vykazují specifitu vůči trypsiny a cystatinové inhibitory. K nejznámějším inhibitorům proteas je řazen inhibitor typu Kunitz. Inhibitory proteas dělíme do tříd a podtříd. Představují 20 – 30 % extrahovatelných bílkovin hlíz brambor. [31]

#### 6.4 Nutriční hodnota bramborových bílkovin

Mezi nutričně nejhodnotnější bílkoviny rostlinného původu patří bílkoviny hlíz brambor. Nutriční hodnota bramborových bílkovin je určována zejména aminokyselinovou skladbou. Důležitý je pro nás obsah esenciálních aminokyselin, jejichž případný nedostatek limituje průběh proteosyntézy u konzumenta – člověka. Jako limitující jsou v bílkovinách hlíz uváděny sirné aminokyseliny (zejména methionin). Potenciálně je také limitující isoleucin. Značný význam má u bramborových bílkovin, na rostlinné bílkoviny poměrně vysoký obsah lysinu. Pro udržování dusíkaté bilance dospělých lidí má bramborová bílkovina dokonce vyšší nutriční hodnotu než hovězí maso či maso tuňáka. Pouze vaječná bílkovina převyšuje nutriční kvalitu bramborových bílkovin. [25]

Tabulka č. 2 Obsah esenciálních aminokyselin hlízových bílkovin (v %). [25]

Aminokyselina	Průměr*	Vaječná bílkovina	AAS <sup>a</sup> (%)
Isoleucin	5,1	6,3	81,0
Leucin	8,1	8,8	92,0
Lysin	6,6	7,0	94,3
Methionin + cystein	2,8	5,8	48,3
Fenylalanin + tyrosin	10,8	10,1	106,7
Threonin	4,7	5,1	92,2
Tryptofan	1,5	1,6	93,8
Valin	5,5	6,8	80,9
Histidin	1,9	2,4	79,2



Tabulka byla doplněna o hodnoty aminokyselinového skóre takzvané AAS (poměr obsahu esenciálních aminokyselin v hodnocené bílkovině ku obsahu esenciální bílkoviny ve referenční bílkovině, pro výpočty byly použity průměrné hodnoty a jako standart aminokyselinové spektrum celovaječné bílkoviny). [25]

## 6.5 Význam hlízových bílkovin

Bílkoviny jsou významnou složkou bramborové hlízy i přes jejich nízkou koncentraci v čerstvé hmotě. Největší podíl bílkovin hlíz představují patatin a inhibitory proteas. Obě tyto složky jsou považovány za zásobní bílkoviny hlíz, ale na rozdíl od typických zásobních bílkovin rostlin disponují významnými biologickými aktivitami, které jsou spojené s obranným systémem rostliny. [31]

Zejména patatin nabízí díky svým enzymovým a fyzikálně chemickým vlastnostem uplatnění v biotechnologiích a v potravinářství. Hlízové bílkoviny patří z nutričního hlediska mezi nejkvalitnější bílkoviny rostlinného původu a mají významný podíl na výživě obyvatel států s vysokou konzumací brambor. Například: průměrný roční příjem bramborových bílkovin na hlavu v ČR je přibližně dvakrát vyšší, než bílkovin pocházejících z luštěnin. [25,26]

## 7 VITAMINY

Vitaminy patří mezi látky, které se zúčastňují biologický procesů v živých organismech a to zejména tím, že vstupují do jejich metabolických drah. Bez nich nemohou dobře fungovat tělesné orgány a systémy, protože není možné uvolňovat energii potřebnou k životu. Jsou také nutné pro růst, celkovou vitalitu a obranu před různými chorobami. Chemicky se jedná o velmi různorodé látky, jejichž účinky jsou však do určité míry společné a často je řadíme společně mezi tak zvané biokatalyzátory. [32]

Podle rozpustnosti dělíme vitaminy na dvě základní skupiny:

- **hydrofilní** – vitaminy skupiny B, vitamin H, vitamin C
- **lipofilní** – vitaminy A, D, E, K

Je nutné, abychom vitaminy přijímali spolu s potravou, protože tělo si je neumí vytvořit. V různých, ale většinou nepatrných množstvích je obsahují všechny základní potraviny. Pokud tyto dávky jsou nedostatečné, je potřeba zvyšovat příjem pomocí „výživových doplňků“. [33,34]

### 7.1 Vitaminy rozpustné ve vodě

- **Vitamin B1 (thiamin)** – kofaktor řady enzymů, nachází se v cereálních výrobcích, kvasnicích, vnitřnostech, masu, mléku
- **Vitamin B2 (riboflavin)** – kofaktor oxidoreduktáz, je obsažen především ve vnitřnostech, masu, mléku, kvasnicích a cereáliích.
- **Vitamin B3 (kyselina nikotinová)** – kofaktor oxidoreduktáz, významný obsah je ve vnitřnostech, masu, kvasnicích, obilovinách a kávě.
- **Vitamin B5 (kyselina panthothenová)** – přenos acylových skupin, nachází se hlavně ve vnitřnostech, sýrech, masu, luštěninách a kvasnicích.
- **Vitamin B6 (pyridoxin)** – kofaktor dekarboxyláz, na pyridoxin je bohaté droždí, vnitřnosti, maso, cereálie a pšeničné klíčky.
- **Vitamin B9 (kyselina listová)** – kofaktor transferáz, obsah kyseliny listové je zejména v játrech, masu, mléku a v zelených částech rostlin.

- **Vitamin B12 (kvanokobalamin)** – správná funkce nervového systému, nachází se v masu, mléku, sýrech, vnitřnostech a vejcích.
- **Vitamin H (biotin)** – kofaktor enzymů (karboxyláz), biotin najdeme především ve vnitřnostech, kvasnicích a rajčatech.
- **Kyselina lipoová** – kofaktor enzymů, obsažena zejména v játrech a kvasnicích.
- **Vitamin C (kyselina L-askorbová)** – obranyschopnost organismu, významný antioxidant, syntéza kolagenu, vitamin C se vyskytuje hlavně v ovoci a zelenině, černém rybíze, šípcech a citrusech. [33]

## 7.2 Vitaminy rozpustné v tucích

- **Vitamin A (retinol)** – provitaminem jsou karotenoidy ( $\beta$ -karoten, lykopen, lutein), proces vidění, retinol se nachází v jaterním tuku ryb, masu a mléku.
- **Vitamin D (kalciferoly)** – ergokalciferol (vit. D2), cholekalciferol (vit. D3), najdeme v játrech, rybách, hříbech a vaječném žloutku.
- **Vitamin E ( tokoferoly, tokotrienoly)** – antioxidant, prevence rakoviny, vysoký obsah vitamínu E mají rostlinné oleje, ořechy, kukuřice a hrášek.
- **Vitamin K (filochinon, fornochinon)** – spolu s vitamínem D působí při vazbě Ca do kostí, významným zdrojem vitamínu K je zelená zelenina, květák a hrách. [33]

## 8 VITAMINY V BRAMBORÁCH

Vitaminy patří mezi faktory, které řadí brambory mezi potraviny zvláštního významu. Hnědé, žluté, červené, bílé a dokonce i fialové brambory obsahují významné množství živin, které se nachází jak v dužině, tak i ve slupce brambor. Slupka brambor je bohatá na vlákninu a minerální látky, ale bývá často odstraněna.

Nejdůležitějšími vitaminy v bramborách jsou vitamin C a některé vitaminy skupiny B: thiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), nikotinamid (vitamin PP nebo vitamin B3), pyridoxin (vitamin B6), kyselina pantothenová (vitamin B5) a další. V bramborách byly dále prokázány z vitaminů rozpustných v tucích karotenoidy (provitaminy A), tokoferol (vitamin E) a vitamin K. [35]

Značné výkyvy obsahů vitaminů závisejí mezi jiným na odrůdě a počasí. Velký význam se přikládá k hnojení a kvalitě půdy.

Největší pozornost je věnována obsahu vitaminu C, protože zejména v zemích s vysokou spotřebou brambor a u rodin s nižšími příjmy představují brambory důležitý zdroj vitaminu C z hlediska krytí celkové spotřeby organismu. Vitaminy obecně jsou soustředěny hlavně v dužině hlíz, kolem cévních svazků, méně pod slupkou. Během vegetace se obsah vitaminu C značně zvětšuje, avšak po dosažení maxima klesá. Po uskladnění čerstvě sklizených hlíz na podzim nastává rychlý úbytek vitaminu C, který se v pozdější době skladování zpomaluje. Na jaře však zůstává v hlízách stále ještě 40 – 70 % původního obsahu vitaminu C. Změny obsahu vitaminů C značně ovlivňuje způsob přípravy brambor.

Tabulka č. 3 Průměrný obsah vitaminu C ( $\text{mg. kg}^{-1}$  čerstvé hmoty). [36]

	Způsoby zpracování brambor						
	Syrová	Vařená ve slupce	Vařená v MW	Smažená	Vařená loupaná	Pečená	Vařená v tlak. hr.
Průměr	191,1	137,7	201,6	216,7	104,2	161,1	168

Obsah vitaminu C vytváří z brambor takzvanou ochranou potravinu. Při denní spotřebě 300g brambor je organismus schopen krýt spotřebu vitaminů takto: vitamin C z 50 %, vitamin B1 z 18,7 % a nikotinamid z 20 %. I zde platí, že šetrná úprava brambor má svůj význam při zachování jejich vitaminové hodnoty. [35]

Více o vitaminu C (kyselině askorbové) je popsáno v předešlé kapitole antioxidanty v bramborových hlízách.

Tabulka č. 4 Vitaminy, minerální látky a živiny v hlíze brambor. [37]

<i>Složka</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Průměrný obsah</i>	<i>Prvek mg.kg<sup>-1</sup></i>	<i>Průměrný obsah</i>	<i>Složka mg.kg<sup>-1</sup></i>	<i>Průměrný obsah</i>
<u>voda</u>	g.kg <sup>-1</sup>	790	<u>Na</u>	70	<u>vitamin C</u>	110 – 210
<u>bílkoviny</u>	g.kg <sup>-1</sup>	21	<u>K</u>	3600	<u>vitamin D</u>	-
<u>tuky</u>	g.kg <sup>-1</sup>	2	<u>Ca</u>	60	<u>vitamin E</u>	stopy
<u>cukry</u>	g.kg <sup>-1</sup>	6	<u>Mg</u>	140	<u>vitamin B6</u>	3,1
<u>škrob</u>	g.kg <sup>-1</sup>	166	<u>P</u>	370	<u>vitamin B12</u>	stopy
<u>vláknina</u>	g.kg <sup>-1</sup>	13	<u>Fe</u>	4	<u>karoten</u>	stopy
<u>mastné kyseliny</u>	g.kg <sup>-1</sup>	1	<u>Cu</u>	0,8	<u>thiamin</u>	2,1
<u>cholesterol</u>	g.kg <sup>-1</sup>	0	<u>Zn</u>	4	<u>riboflavin</u>	0,2
<u>energie</u>	kJ.kg <sup>-1</sup>	3180	<u>Mn</u>	1	<u>niacin</u>	6

Brambory jsou rovněž zdrojem vitaminů skupiny B. Jedna porce vařených brambor (180 g) obsahuje významné množství vitaminů B1, B2, B3, B6 a kyseliny listové, představující více než jednu šestinu denní dávky pro dospělé osoby. Tato skupina B vitaminů má v organismu celou řadu funkcí včetně účasti na metabolismu sacharidů pro získání energie, udržování zdravé pokožky a nervového systému. Kyselina listová se podílí na podpoře vývoje a růstu buněk, proto je nezbytné zajistit její adekvátní příjem v průběhu těhotenství. Je rovněž nezbytná pro tvorbu červených krvinek. [37,35]

V bramborách se vyskytuje dále provitamin vitaminu A ( $\beta$ -karoten),  $\alpha$ -tokoferol (vitamin E) a kyselina lipoová. O zmíněných vitamínech je popsáno v předešlé kapitole o antioxidantech v bramborových hlízách.

## 9 MINERÁLNÍ LÁTKY

Minerální látky a stopové prvky jsou pro lidský organismus velice důležité. Denně jich spotřebujeme sice jen velmi málo, řádově miligramy či mikrogramy, ale jsou nepostradatelné, protože ovlivňují důležité biochemické pochody v našem těle. Organismus člověka si je nedovede sám vytvořit, ale musí je získat spolu s potravou, případně prostřednictvím doplňků stravy. [23]

V současné době se minerální látky a stopové prvky rozdělují podle denní potřeby na :

- Makroelementy – denní potřeba nad 100 mg.
- Mikroelementy – denní potřeba do 100 mg.
- Stopové prvky – denní potřeba v řádu  $\mu\text{g}$ .

Podle množství přijatých minerálních látek můžeme docílit tří pásem:

- ◆ Deficitní – nedostatek těchto látek
- ◆ Optimální – optimální příjem minerálních látek
- ◆ Toxicitní – při nadměrné příjmu jsou některé látky toxické (Se, Al, As, Cd)

Vždy tedy závisí na celkovém množství jejich příjmu. Pro využití daných látek v organismu je také důležité, v jaké formě se jednotlivé prvky vyskytují. Například vápník je pro náš organismus nejlépe využitelný, přijímáme-li ho formou mléčných výrobků. [23,33]

### Vápník

Minerální látka, v lidském těle obsažena v největším množství, která se vyskytuje výhradně v kostech a zubech. Dostatečný příjem vápníku je důležitý hlavně u dětí a mládeže. Při nedostatečném příjmu vápníku vzniká v pozdějším věku riziko vzniku osteoporózy. Denní potřeba je asi 1200 mg pro dospělé. Hlavním zdrojem je mléko a mléčné výrobky.

### Fosfor

Tvoří asi 1 % hmotnosti těla. Má velký význam pro dobrou strukturu kostí, pro transformaci energie ve svalech a syntézu bílkovin. Bohatými zdroji jsou všechny potraviny živočišného původu, dále ořechy, luštěniny a mouka. [38]

### **Fluor**

Denní příjem je 1,5 až 4,0 mg. Toxické dávky jsou 20 - 80 mg denně a vedou k hypermineralizaci kostí.

### **Sodík a draslík**

Spolu s chlórem je sodík a draslík důležitý pro regulaci osmotického tlaku, obsahu vody a acidobazické rovnováhy v organismu. Průměrný dospělý člověk (70kg) má ve svém těle asi 92 g sodíku a 125 g draslíku. Základním zdrojem sodíku je sůl. Potřeba soli není vyšší než 0,5 g denně, skutečná dosahuje hodnot kolem 10 g/den. Potřeba draslíku je kolem 1 g/den, skutečná spotřeba je však 2 až 4 krát vyšší. Nedostatek draslíku se projevuje únavou, hromaděním tekutin v těle, poruchami nervového systému a ledvin. [33]

### **Hořčík**

Hořčík zvyšuje odolnost proti onemocněním, je kofaktor řady enzymů a je nezbytný pro normální funkci svalů. Denní potřeba se pohybuje mezi 300 až 400 mg hořčíku v závislosti na stáří a pohlaví. Obsažen především v potravinách rostlinného původu, které obsahují zelené barvivo – chlorofyl. Nedostatek hořčíku hrozí při těhotenství, při nadměrné spotřebě alkoholu a při některých onemocněních (diabetes, hypertenze). [38]

### **Železo**

Železo se podílí především na přenosu kyslíku a elektronů, tedy oxidačně-redukčních procesech v organismu. Hlavními zdroji železa je maso, vnitřnosti, ořechy a luštěniny. Denní doporučená dávka pro muže 10 mg, pro ženy 15 mg.

### **Zinek**

Nedostatek vede k vadám ve vývoji, nechutenství a k narušení imunitního systému. Obsažen v mase, rybách a mléčných výrobcích. Denní potřebná dávka je 4 až 8 mg. [38]

### **Jód**

Nepostradatelnou složkou hormonů, především ve štítné žláze. Lidské tělo obsahuje 15 až 25 mg jodu. Nedostatek jodu vede ke vzniku strumy (zvětšení štítné žlázy). Doporučený příjem 150 µg. Zdrojem jodu jsou především mořské ryby, játra, mléko.

### **Selen**

Antioxidant, doporučený příjem byl stanoven na 55 až 70 µg denně. Vyskytuje se v krabím mase, ledvinách, mléce a zelenině. [33,38]

## 10 MINERÁLNÍ LÁTKY V BRAMBOROVÝCH HLÍZÁCH

Minerální látky, obsažené v hlíze, představují komplex mnoha prvků. Podobně jako ostatní látky jsou i minerální látky v hlíze nerovnoměrně rozloženy. Některé minerální látky jsou esenciálními katalyzátory metabolismu v rostlině, zatímco jiné jsou v hlízách přítomny jen proto, že byly zastoupeny v půdním roztoku s esenciálními prvky. Při průměrné spotřebě brambor 100 g za den jsou brambory schopny krýt potřebu železa z 4 %, fosforu z 6 %, vápníku z 1 % a draslíku z 15%. [35,39]

### 10.1 Draslík

Je nejvýznamnějším prvkem v hlízách brambor, jehož obsah se v průměru pohybuje mezi 1,7 – 2,0 % v sušině a představuje zhruba ½ všech minerálních látek. Z dietetického hlediska působí draslík v bramborách pozitivně tím, že vyvažuje poměr K : Na ve stravě. Přítomnost draslíku v hlíze omezuje i výskyt tmavnutí po uvaření i enzymatické zbarvení vyskytující se při mechanickém poškození hlíz. Obsah draslíku hraje významnou roli i při vytváření celkové chuti hlíz. Bývá uváděno, že optimum N : K je 1 : 2,5 – 2,7. Draslík má velký význam i z hlediska fyziologie výživy člověka, protože vytváří z brambor zásaditou stravu a vyvažuje tak kyselé složky potravy, jako jsou tuky, maso apod. Vztah draslíku a sodíku je důležitý z hlediska regulace nervových pochodů v organismu. Draslík na rozdíl od sodíku potlačuje nervové vzněty.

### 10.2 Fosfor

Fosfor je vedle dusíku nejdůležitější živinou, kterou brambory potřebují ke svému vývoji. Fosfor není jen podstatnou složkou četných látek obsažených v hlízách brambor, ale účastní se mnoha metabolických pochodů, které v rostlině probíhají během vegetace i v posklizňovém období v hlízách. [35]

### 10.3 Selen

Jak již bylo uvedeno, značný význam mají z hlediska nutriční hodnoty bramborových hlíz i mikrobiogenní prvky, mezi nimi v neposlední řadě i selen. Selen působí společně s vitamínem E v buněčném antioxidačním obranném systému tak, že sestavuje reakce volných radikálů. [39]



## 10.4 Vápník

Bylo zjištěno, že se zvýšenou koncentrací vápníku v hlízách brambor, brambory méně podléhají poškození během sklizně a skladování. Vápník se v rostlině podílí na četných metabolických pochodech, nutných pro tvorbu a zpevňování podpurné tkáně a v rostlině neutralizuje organické kyseliny.

## 10.5 Hořčík

Bramborami dodáváme do těla značné množství hořčíku, který má v těle spoustu důležitých funkcí. Podmiňuje aktivitu asi tří set enzymů, čímž ovlivňuje výměnu energií v buňkách, hlavně svalových a nervových. Uvolňuje napětí a má zklidňující účinky. Má vliv na srážlivost krve a funkci srdce. Zlepšení myšlení a paměť. [35]

Tabulka č. 5 Obsah minerálních látek v hlízách brambor. [35]

<i>Prvek</i>	<i>Obsah v hlíze v mg na 100 g čerstvé hmoty</i>	<i>Podíl denní potřeby</i>
<u>Vápník</u>	10	1%
<u>Měď</u>	0,1	7%
<u>Železo</u>	0,5	4%
<u>Hořčík</u>	22	5%
<u>Mangan</u>	0,1	7%
<u>Fosfor</u>	78	6%
<u>Draslík</u>	450	15%
<u>Selen</u>	0,5	1%
<u>Sodík</u>	2	2%
<u>Zinek</u>	0,5	2%

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na biologicky aktivní látky v hlízách brambor. Mezi tyto látky patří zejména antioxidanty, bílkoviny, vitaminy a minerální látky. Nejdříve jsem popsal bramborovou rostlinu a poté jsem se zaměřil na konkrétní biologicky aktivní látky v bramborách.

Největší zastoupení antioxidantů v bramborách mají polyfenoly, L-askorbová kyselina, karotenoidy, anthokyaniny,  $\alpha$ -tokoferol,  $\alpha$ -lipoová kyselina a v menší míře selen. Silnou antioxidační aktivitu vykazuje polyfenol L-tyrosin (770 – 3900 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty), dále kávová kyselina (280 mg. kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty) a další hydroxyskořicové kyseliny (chlorogenová, neochlorogenová, ferulová), které představují silné antioxidanty a mohou zastavit růst některých rakovinotvorných buněk. L-askorbové kyselině obsažená v hlízách se věnuje zvýšená pozornost vzhledem ke svému obsahu v bramborách a podílu konzumovaných brambor v lidské výživě jako důležitý zdroj vitamínu C. Má antioxidační účinky a může působit jako lapač kyslíku, v bramborách je obsažen (170 – 990 mg.kg<sup>-1</sup> čerstvé hmoty).

Obsah a význam dusíkatých látek včetně bílkovin (2 % v čerstvé hmotě) v bramborové hlíze je často opomíjen. Přitom tyto bílkoviny jsou nejvhodnější bílkoviny rostlinného původu a disponují významnými biologickými aktivitami, které jsou spojené s obranným systémem rostliny. Hlízové bílkoviny jsou děleny na patatinový komplex, inhibitory proteas a ostatní bílkoviny. Patatin tvoří až 60 % rozpustných bílkovin bramborových hlíz, plní významnou roli u rostlin v obranných mechanismech. Inhibitory proteas představují 20 – 30 % extrahovatelných bílkovin hlíz brambor.

Nejdůležitějšími vitaminy v bramborách jsou vitamin C a některé vitaminy skupiny B: thiamin, riboflavin, nikotinamid, pyridoxin, kyselina pantothenová. Tato skupina vitaminů má v lidském organismu celou řadu důležitých funkcí včetně účasti na metabolismu sacharidů pro získání energie, udržování zdravé pokožky a nervového systému. V bramborách se vyskytuje dále provitamin vitamínu A ( $\beta$ -karoten),  $\alpha$ -tokoferol (vitamin E) a kyselina lipoová, které mají značnou antioxidační aktivitu.

Minerální látky představují v hlízách brambor komplex mnoha prvků. Při průměrné spotřebě 100 g za den jsou brambory schopny krýt potřebu draslíku z 15 %, fosforu z 6 %, železa ze 4 %, vápníku z 1%.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] RYBÁČEK, V. a kolektiv; *Brambory*. Státní zemědělské nakladatelství Praha. PRAHA, 1988.
- [2] PAZDERA, J., ŠTOLCOVÁ, M., DOLEJŠÍ, J., SUS, J., HAKL, J., KOCOURKOVÁ, D.; *Cvičení ze speciální fytotechniky*. CZU v Praze. PRAHA, 2005. ISBN: 80-213-1317-X
- [3] JŮZL, M., PULKRÁBEK, J., DIVIŠ, J. a kolektiv; *Rostlinná výroba III, (Okopaniny)*. MZLU v Brně. BRNO, 2000. ISBN: 80-7157-446-5
- [4] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I.; *Technologie potravin rostlinného původu*. UTB ve Zlíně. ZLÍN, 2006. ISBN: 80-7318-372-2
- [5] BORTEL, R.; *Brambory – skrytý poklad*. Národní zemědělské muzeum Praha. PRAHA, 2008. ISBN: 978-80-86874-07-4
- [6] ČEPL, J., kolektiv autorů; *Konzumní brambory na poli, zahradě a kuchyni*. Výzkumný ústav bramborářský. HAVLÍČKŮV BROD, 2009. ISBN: 978-80-86940-23-6
- [7] ČEPL, J., [et al.]; *Vliv ročníku na produkci brambor v roce 2005*. Roč. 53, č. 12, str. 25 – 27. 2005. ISSN: 0139-6013
- [8] *Škrobová zrna z hlízy lilku brambor*, [online], [cit. 25. březen 2011],  
Dostupné na WWW:  
<[http://web2.mendelu.cz/af\\_211\\_multitext/obecna\\_botanika/texty-cytologie-rostlinna\\_bunka.html](http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-cytologie-rostlinna_bunka.html)>
- [9] ŠTÍPEK, S.; *Antioxidanty – volné radikály ve zdravý a nemoci*. Grada. PRAHA, 2000. ISBN: 80-7169-704-4
- [10] LACHMAN, J., HAMOUZ, K., ORSÁK, M.; *Červeně a modře zbarvené brambory – významný zdroj antioxidantů v lidské výživě*. Chemické listy 99, str. 474 – 482. 2005.
- [11] JORDÁN, V.; *Antioxidanty – zázračné zbraně*. Jota. BRNO, 2001. ISBN: 80-7217-156-9

- [12] PETROŠOVÁ, K.; *Antioxidanty : zpomalte čas dietou*. PRAHA, str. 10 – 17. 2010. ISBN: 978-80-7371-344-7
- [13] ORTEMBERGOVÁ, A.; *Mládneme s antioxidanty*. PRAHA, 2003. ISBN: 80-237-3742-2
- [14] PASSWATER, R., A.; *O antioxidantech*. Pragma. PRAHA, 2002. ISBN: 80-7205-897-5
- [15] BROWN, C., R.; *Antioxidants in potato*. American Journal Of Potato Research, 82, č. 2, str. 163 – 172. 2005.
- [16] LACHMAN, J., HAMOUZ, K., ČEPL, J., PIVEC, V., ŠULC, M., DVOŘÁK, P.; *Vliv vybraných faktorů na obsah polyfenolů a antioxidační aktivitu hlíz brambor*. Chemické listy 100, str. 522 – 527. 2006.
- [17] CHEN, J. H., HO, C. T.; *Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds*. Journal of Agricultural and Food Chemistry , 45, str. 2374, 1997.
- [18] GRANADO, F., OLMEDILLA, B., BLANCO, I., ROJAS HIDALGO E.; *Carotenoid composition in raw and cooked Spanish vegetables*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, str. 2135-2140, 1992.
- [19] KAGAN, V. E., SERBINOVA, E. A., FORTE T., SCITA, G., PACKER, L.; *Recycling of vitamin E in human low density lipoproteins*. Journal of Lipid Research, 33, str. 385, 1993.
- [20] ZIEGLER, R.; *Vegetables, fruits, and carotenoids and the risk of cancer*. American Journal of Clinical Nutrition, 53, str. 251, 1991.
- [21] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D.; *Potravinářská biochemie I*. ZLÍN, 2005. ISBN: 80-7318-295-5
- [22] MARTINÍK, K.; *Výživa*. Gaudeamus, HRADEC KRÁLOVÉ, 2005. ISBN: 80-7041-354-9

- [23] VELÍŠEK, J.; *Chemie potravin I.* OSSIS, TÁBOR, 1999. ISBN: 80-902391-3-7
- [24] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M.; *Chemie potravin.* Brno, str. 164, 2006. ISBN: 80-7013-435-6
- [25] BÁRTA, J., ČURN, V.; *Bílkoviny hlíz bramboru – klasifikace, charakteristika, význam.* Chemické listy, 98, str. 373 – 378, 2004. ISSN: 0009-2770
- [26] DEBRE, F., BRINDZA, J.; *Rostlinná výroba.* str. 509 – 515, 1996. ISD: VP708, ISSN 0370-663X
- [27] GROOT, E. H., JANSSEN, L. W., KENTIE, A., OOSTERHUIS, H., K.; *New Protein in Potatoes.* str. 410 – 414, 1994. ISSN: 0006-3002
- [28] DESBOROUGH, S. L., QUICK, W. A., SNYDER, J. C.; *Potato research.* str. 1 – 17, 1979. ISD: GZ693, ISSN 0014-3065
- [29] POST, A. M., GRUPPEN, H., HESSING, M., VORAGEN, A. G. J.; *The pH dependence of the structural stability of patatin.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, str. 2546, 1998.
- [30] ANDERSON, C., PINSIRODOM, P., PARKIN, K. L.; *Journal of food Biochemistry,* str. 63 – 74, 2002. ISD: 530DZ, ISSN 0145-8884
- [31] MARKAKIS, P.; *Protein Nutritional Quality of Foods and Feeds.* Dekker, str. 471, NEW YORK, 1975.
- [32] MINDEL, E.; *Vitaminová Bible pro 21. století.* Euromedia Grup, PRAHA, str. 25 – 26, 2000. ISBN: 80-0242-0406-1
- [33] MANDŽUKOVÁ, J.; *Léčivá síla vitaminů, minerálů a dalších látek.* Start, BENEŠOV, 2005. ISBN: 80-86231-36-4
- [34] OBERBEIL, K.; *Fit s vitaminy.* Knižní klub, PRAHA, 1997. ISBN: 80-7176-481-7.

- [35] *Faktory ovlivňující obsah nutričně významných a škodlivých látek v hlízách a výrobcích z brambor*, [online], [cit. 30. březen 2011],  
Dostupné na WWW:  
<<http://www.phytopsanitary.org/projekty/2004/vvf-05-04.pdf>>
- [36] *Změny v obsahu vitamínu C v hlízách brambor po kulinářské úpravě*, [online], [cit. 8. duben 2011],  
Dostupné na WWW:  
<[http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/p/P\\_28C.doc](http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/p/P_28C.doc). >
- [37] *Průměrný obsah látek a minerálů v bramborách*, [online], [cit. 8. duben 2011],  
Dostupné na WWW:  
<<http://ceskebrambory.cz/prehled-plodin>>
- [38] ROEDIGER-STREUBEL, S.; *Minerální látky a stopové prvky*. PRAHA, 1997.  
ISBN: 80-237-3490-3
- [39] HLUŠEK, J., JŮZL, M., ČEPL, J., LOŠÁK, T.; *Vliv přidávání sloučenin selenu do půdy, na obsah sloučenin selenu v hlízách brambor*. Chemické listy, 99, str. 515 – 517, 2005.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

LDL Low-density lipoprotein = nízkodenzitní lipoprotein

SOD seperoxiddismutasy

GPX glutathioperoxidasy

HPLC High Presenters Liquid Chromatography = vysoce účinná kapalinová chromatografie

kDa kilo Dalton

AAS amino acid score = aminokyselinové skóre

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Stavba rostliny bramboru .....	12
Obrázek 2: Stavba bramborové hlízy.....	15
Obrázek 3: Škrobové zrno .....	17
Obrázek 4: Hlavní fenolické kyseliny brambor .....	22
Obrázek 5: Antioxidační vztah mezi L-askorbovou kyselinou a polyfenoly.....	23
Obrázek 6: Aglykony anthokyanů brambor .....	24
Obrázek 7: Obecný vzorec AMK.....	27



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Taxonomická klasifikace .....	13
Tabulka 2: Obsah esenciálních aminokyselin hlízových bílkovin (v %).....	32
Tabulka 3: Průměrný obsah vitamínu C .....	36
Tabulka 4: Vitamíny, minerální látky a živiny v hlíze brambor .....	37
Tabulka 5: Obsah minerálních látek v hlízách brambor .....	41