

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Ačokča (Cyclanthera pedata) a její chemické složení

Šárka Ledvinková

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Šárka Ledvinková
Osobní číslo: C15090
Studijní program: B2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Hodnocení a analýza potravin
Název tématu: Ačokča (*Cyclanthera pedata*) a její chemické složení
Zadávající katedra: Katedra analytické chemie

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

Vypracujte literární rešerši:

1. V první části bakalářské práce popište a rozeberte chemické složení plodů rostliny ačokča (*Cyclanthera pedata*) známé jako korila nebo paprikookurka. Porovnejte složení biologicky aktivních látek s podobnou zeleninou.
2. V druhé části popište přípravu vzorku, analytické metody a postupy použitelné pro stanovení biologicky aktivních látek vyskytujících se v ačokči.
3. Získané poznatky kriticky zhodnoťte.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Hájek, Ph.D.

Katedra analytické chemie


Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2018**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2018

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma Ačokča (*Cyclanthera pedata*) a její chemické složení vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne

Šárka Ledvinková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing, Tomáši Hájkovi, Ph.D., za trpělivost a velmi cenné rady při vypracování této bakalářské práce. Také bych ráda poděkovala svým rodičům za veškerou pomoc a podporu v dosavadním studiu.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zaměřuje na nový druh zeleniny, a to na ačokču. První část se zabývá obecnou charakteristikou a vlastnostmi ačokči. Následně je rozebráno její složení a biologicky aktivní látky. Dále jsou popsány biologicky aktivní látky u podobné zeleniny. V poslední řadě jsou zmíněny analytické metody využívané při stanovení látek v ačokče.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ačokča, biologicky aktivní látky, minerální látky, vitamíny

TITLE

Caigua (*Cyclanthera pedata*) and its chemical composition

ANNOTATION

This thesis focuses on a new kind of vegetables on *Cyclanthera pedata*. The first part deals with general characteristics and properties *Cyclanthera pedata*. Subsequently, its composition and biologically active substances are analyzed. Furthermore, biologically active substances in similar vegetables are described. Finally, as mentioned analytical methods used in the determination of the components in *Cyclanthera pedata*.

KEYWORDS

Cyclanthera pedata, biologically active substances, mineral substances, vitamins

OBSAH

ÚVOD.....	12
1 Ačokča.....	13
1.1 Pěstování.....	14
1.2 Využití.....	14
1.3 Vliv na lidský organismus.....	14
2 Složení ačokči.....	16
2.1 Proteiny.....	16
2.2 Sacharidy.....	16
2.3 Minerální látky.....	17
2.3.1 Draslík.....	17
2.3.2 Vápník.....	18
2.3.3 Hořčík.....	18
2.3.4 Fosfor.....	18
2.3.5 Sodík.....	19
2.3.6 Zinek.....	19
2.4 Vitamíny.....	19
2.4.1 Vitamín A.....	19
2.4.2 Vitamín B ₁ – Thiamin.....	20
2.4.3 Vitamín B ₂ – Riboflavin.....	21
2.4.4 Vitamín B ₃ – Niacin.....	23
2.4.5 Vitamín C – Kyselina askorbová.....	24
2.5 Karotenoidy.....	25
2.6 Fenolické látky.....	26
2.6.1 Flavonoidy.....	26
2.7 Aminokyseliny.....	28
2.8 Hořčiny.....	28

2.9	Saponiny.....	28
2.9.1	Triterpenoidní saponiny.....	28
2.10	Inhibitory.....	29
3	Podobná zelenina.....	30
3.1	Chemické složení.....	30
3.1.1	Kapsaicin.....	31
3.2	Minerální látky.....	32
3.3	Vitamíny.....	33
3.3.1	Karotenoidy.....	33
4	Stanovení.....	35
4.1	Flavonoidy.....	35
4.2	Minerální látky.....	35
4.3	Karotenoidy.....	36
4.4	Kapsaicin.....	37
4.5	Inhibitory.....	37
4.5.1	Proteinový test.....	37
5	ZÁVĚR.....	38
6	Použitá literatura.....	39
7	Přílohy.....	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rostlina <i>Cyclanthera pedata</i> (A) a plody <i>Cyclanthera pedata</i> (B) [3,4].....	13
Obrázek 2: Kulinární úprava ačokči [8]	14
Obrázek 3: Chemická struktura chlorofylu.....	18
Obrázek 4: Chemická struktura vitamínu A ₁	20
Obrázek 5: Chemická struktura vitamínu A ₂	20
Obrázek 6: Chemická struktura thiaminu	21
Obrázek 7: Chemická struktura thiamindifosfátu	21
Obrázek 8: Chemická struktura riboflavinu.....	22
Obrázek 9: Chemická struktura riboflavin-5-fosfátu.....	22
Obrázek 10: Chemická struktura flavinadenindinukleotidu	23
Obrázek 11: Chemická struktura kyseliny nikotinové (A) a nikotinamidu (B).....	23
Obrázek 12: Oxidace NADH a NADPH a redukce NAD ⁺ a NADP ⁺	24
Obrázek 13: Oxidace kyseliny L-askorbové.....	25
Obrázek 14: Chemická struktura β-karotenu	25
Obrázek 15: Chemické struktury flavonoidních glykosidů izolovaných z ačokči [12].....	27
Obrázek 16: Přírodní inhibitory trypsinu izolované ze semen ačokči [10]	29
Obrázek 17: Chemická struktura kapsaicinu	31

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Obsah jednotlivých složek v ačokče [7]	16
Tabulka 2: Průměrný obsah minerálních látek v plodech ačokči [9,22]	17
Tabulka 3: Chemické složení papriky, okurky a ačokči [7,37,38,43]	30
Tabulka 4: Obsah minerálních látek v paprice, okurce a ačokče [9,22,38,43].....	32
Tabulka 5: Obsah vitamínu v paprice, okurce a ačokče [7,37,38,43].....	33
Tabulka 6: Prvky a emisní čáry [9].....	36

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ATP – Adenosintrifosfát

TDP – Thiamindifosfát

FMN – Flavinmononukleotid

FAD – Flavinadenindinukleotid

NAD – Nikotinamidadenindinukleotid

NADP – Nikotinamidadenindinukleotid-fosfát

TLC – Chromatografie na tenké vrstvě

NMR – Nukleární magnetická rezonance

MS – Hmotnostní spektrometrie

ESI – Ionizace elektrosprejem

HPLC – Vysokoúčinná kapalinová chromatografie

MBA – Mikrobiologické testy

UV – Ultrafialové záření

VIS – Viditelné záření

LC – Kapalinová chromatografie

RP-HPLC – Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s reverzní fází

NP-HPLC – Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s normální fází

FLD – Fluorescenční detektor

ICP – MS – Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

PDA – Detektor s fotodiodovým polem

PCA – Analýza hlavních složek

HCA – Hierarchická klastrová analýza

BSA – Hovězí sérový albumin

DDD – Doporučená denní dávka

ICP-OES – Emisní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem

PAGE – Elektroforéza v polyakrylamidovém gelu

CyPTI I-VII – Inhibitory trypsinu v ačokči

ÚVOD

Současná doba umožňuje neomezené cestování po celém světě. Při těchto cestách máme možnost ochutnávat různé druhy exotického ovoce a zeleniny. Rozšířený mezinárodní obchod dopomáhá k dovozu těchto druhů k nám. Tyto plodiny si lidé snaží vypěstovat v našich podmínkách a může se stát, že v blízké budoucnosti u nás zcela zdomácní. Tak jak se tomu již v historii několikrát stalo u brambor, rajčat, papriky, kukuřice a tabáku.

Rostlině ačokče jsou přisuzovány kladné účinky, mezi které patří snížení hladiny cholesterolu v krvi, snížení krevního tlaku, regulace glykémie a protizánětlivé vlastnosti. Cílem práce je popis chemického složení rostliny ačokči, porovnání biologicky aktivních látek s podobnou zeleninou, a popis stanovení biologicky aktivních látek.

Ačokča má široké využití. Může se konzumovat syrová, většinou mladé plody, ale i tepelně upravené, kdy jsou plody zralé. Používá se i jako doplněk stravy, nebo i při dietách.

1 AČOKČA

Ačokča (*Cyclanthera pedata*) též paprikookurka je u nás nová rostlina. Jedná se o jednoletou, popínavou liánu, která potřebuje pro svůj růst dostatek místa, bohatě se větví a dorůstá do výšky až 5 metrů. Listy jsou laločnaté a dorůstají do velikosti 6–14 cm, s pěti až sedmi menšími lístky, které mají na okraji vroubkování (obr. 1A). Drobné květy jsou jednopohlavní a mohou mít barvu mezi bílou přes žlutou až k nazelenalým odstínům. Plody ačokči připomínají vejčité bobule s ostrou špičkou, které mohou dosahovat délky až 20 centimetrů (obr. 1B). Ve zralých plodech se ukrývají ve dvou řadách tvrdá černá semena. Po dozrání jsou plody duté [1,2].

A



B



Obrázek 1: Rostlina *Cyclanthera pedata* (A) a plody *Cyclanthera pedata* (B) [3,4]

1.1 Pěstování

Ačokča je teplomilná tropická plodina, původem z andské oblasti Jižní Ameriky. Pěstuje se již od první poloviny 1. tisíciletí n. l. lidmi močické kultury. V dnešní době je rozšířena od tropů až po mírné pásmo [5].

Pro pěstování je vhodné teplé klima a vysoká nadmořská výška. V našich středoevropských klimatických podmínkách se ačokča předpěstovává jako okurka nebo paprika na okenním parapetu nebo ve skleníku. Rostlina netrpí žádnými chorobami [6].

Ačokča je velmi náročná na živiny a vodu. První mrazíky mohou rostlinu a plody zničit.

1.2 Využití

Mladé plody ačokči jsou konzumovány především syrové, ale starší plody se musí tepelně upravit. Zralé plody mohou být použity jako paprikové lusky (obr. 2), sušené nebo nakládané jako zelenina. Čerstvé mladé plody ačokči lze použít k přípravě šťáv nebo k přípravě čaje. Celá rostlina může být použita jako krmivo pro zvířata. Mladé výhonky a listy jsou jedlé. Plody jsou vzhledem podobné paprice a chuťově připomínají okurku. Kořeny rostliny využívají domorodí indiáni k čištění zubů [7].



Obrázek 2: Kulinární úprava ačokči [8]

1.3 Vliv na lidský organismus

Rostlina ačokča má celou řadu prospěšných látek. Plody obsahují vysoký obsah minerálních látek, a proto mohou být doporučeny jako výživový doplněk, jelikož obsahují draslík, hořčík, vápník a fosfor [9]. Dále se využívají při zánětlivých onemocněních, při léčbě respiračních

chorob, ke snížení hladiny krevního cukru a cholesterolu, ke snížení hypertenze, ke zmírnění aterosklerózy, pro oběhové problémy a snížení krevního tlaku.

Nepříznivé účinky byly pozorovány u semen, která obsahují skupinu inhibitorů trypsinu. Tyto inhibitory negativně ovlivňují absorpci proteinů [10]. Konzumace plodů ve velkém množství může vést k poškození zraku.

Je známo, že plody ačokči nemají alergenní účinky na lidský organismus.

2 SLOŽENÍ AČOKČI

Ačokča obsahuje vodu, sacharidy, vlákninu, minerální látky a vitamíny (viz tabulka 1).

Tabulka 1: Obsah jednotlivých složek v ačokče [7]

Složka	g/ 100g
Voda	94
Proteiny	0,6 – 0,7
Tuk	0,1
Sacharidy	4
Vláknina	0,7
Minerály	33-37 mg
Vitamíny	14-16 mg

Chemickými analýzami byl zjištěn obsah flavonoidních glykosidů v plodech ačokči. Tyto látky vykazují antioxidační účinek [11, 12].

Semena ačokči obsahují 28–30 aminokyselin a skupinu trypsinů [10].

Ačokča obsahuje v nezralých plodech, listech a semenech nutriční látky: fenoly, flavonoidy, lipoproteiny, alkaloidy, pryskyřice, triterpenoidní saponiny a kyselinu galakturonovou [13].

2.1 Proteiny

Proteiny vznikají proteosyntézou. Běžně jsou složeny z více než 100 aminokyselin vzájemně vázaných peptidovou vazbou do rozvětvených řetězců. Proteiny se dělí na rozpustné (albuminy, globuliny, histony) a na nerozpustné (kolagen, keratin, elastin) [14].

Plody ačokči obsahují poměrně malé množství proteinů. Obsah hrubého proteinu v lyofilizovaných plodech ačokči byl stanoven Kjeldahlovou metodou [15]. Rozpustná koncentrace proteinů byla stanovena metodou podle Bradforda, za použití hovězího sérového albuminu (BSA). Výsledky jsou vyjádřeny v mg BSA/100 g sušiny [16].

2.2 Sacharidy

Sacharidy mají v buňkách různé funkce, jsou základními stavebními jednotkami, biologicky aktivními látkami a jsou zdrojem energie. Sacharidy dělíme podle počtu vázaných jednotek v molekule na monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy a složené sacharidy. Hlavními cukry jsou glukóza a fruktóza. Ostatní monosacharidy jsou přítomny pouze v malém

množství. Podle druhu zeleniny či ovoce může být přítomen škrob, celulóza nebo pektiny [14].

Pro stanovení obsahu celkových cukrů ve vzorcích plodů ačokči byla použita spektrofotometrická metoda [17]. Redukující cukry byly stanoveny metodou Somogyi-Nelson [18,19].

2.3 Minerální látky

Minerální látky jsou nezbytné pro lidskou výživu, tělo si je nedokáže syntetizovat, proto je musíme přijímat z potravin. Účastní se látkové výměny v těle, vedení nervových vzruchů, tvorby enzymů a hormonů. Minerální látky dělíme podle množství na majoritní (K, Na, Mg, Ca a P), minoritní (Fe, Zn) a stopové prvky (Mn, Cu, V), (viz tabulka 2) [14,20,21].

Tabulka 2: Průměrný obsah minerálních látek v plodech ačokči [9,22]

Minerální látky	mg/100 g
Draslík	152
Vápník	11,9
Hořčík	8,4
Fosfor	19,4
Sodík	0,91
Železo	0,21
Zinek	0,13
Mangan	0,074
Měď	0,013
Vanad	0,015

2.3.1 Draslík

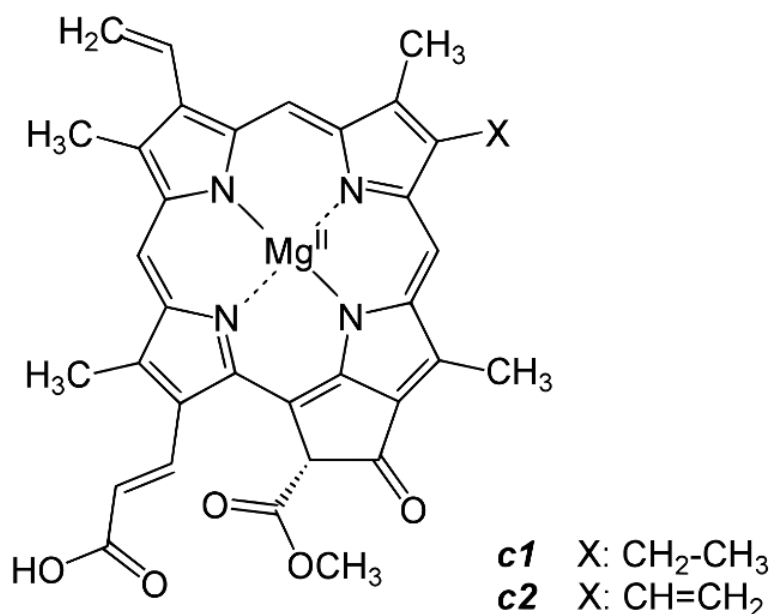
Draslík se v lidském těle vyskytuje v poměrně vysoké koncentraci. Je potřebný pro aktivaci enzymů dýchacího řetězce a pro aktivaci glykolytických enzymů. Nedostatek draslíku může způsobit poruchu ledvin, svalovou slabost nebo nepravidelnou srdeční slabost. Doporučená denní dávka (DDD) se pohybuje v rozmezí od 2 až 5 g. Hlavním zdrojem jsou potraviny rostlinného původu: káva, brambory, maso a zelenina. Průměrný obsah draslíku v ačokči je 152 mg/100 g [14,20,21].

2.3.2 Vápník

Vápník je stavební složkou zubů a kostí. Dále se účastní svalové a nervové činnosti a podílí se i na srážení krve. Denní dávka se pohybuje v rozmezí od 800 do 1300 mg. Hlavním zdrojem vápníku jsou potraviny živočišného původu, jako jsou mléko, mléčné výrobky a sýry. V potravinách rostlinného původu to jsou ořechy, luštěniny a listová zelenina. V ačokči byl zjištěn průměrný obsah vápníku na 11,9 mg/100 g [14,20,21].

2.3.3 Hořčík

Hořčík obsažený v ačokče je vázaný v chlorofylu a pro fotosyntetizující organismy je esenciální (obr. 3). V lidském těle je hořčík nezbytný pro všechny metabolické pochody. Při metabolismu se hydrolyzuje a vytváří adenosintrifosfát (ATP). Účastní se stabilizace makromolekul DNA. Hořčík je nutný pro aktivaci některých enzymů. Vyskytuje se v luštěninách, pšenici a špenátu. V ačokči je průměrný obsah hořčíku 8,4 mg/100 g [14,20,21].



Obrázek 3: Chemická struktura chlorofylu

2.3.4 Fosfor

Fosfor se účastní prakticky všech významných metabolických procesů. V lidském těle má funkci stavební, aktivační, regulační a katalytickou. Fosfor je obsažen v nukleových kyselinách ve formě fosforečných esterů. Dále je součástí nukleotidů, nukleosidů, fosfolipidů

a dalších fyziologicky důležitých sloučenin. Bohatým zdrojem jsou ořechy, luštěniny, sýry a mléčné výrobky. Obsah fosforu v ačokči je asi 19,4 mg/100 g [14,20,21].

2.3.5 Sodík

Hlavní funkcí sodíku je udržování rovnováhy tekutin, osmotického tlaku vně i uvnitř buněk a acidobazické rovnováhy. Potřebný je pro aktivaci α -amylasy. Sodík se v potravinách vyskytuje převážně ve formě volných iontů a je nejvíce obsažen v soli, rybách, sýrech a v mase. Průměrný obsah sodíku v ačokči je 0,91 mg/100 g [14,20,21].

2.3.6 Zinek

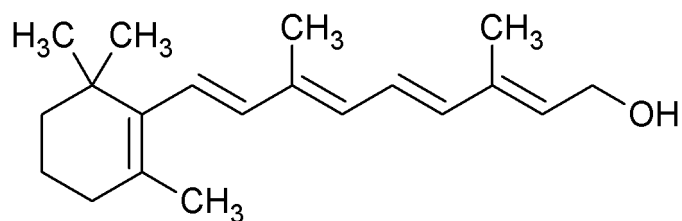
Zinek se vyskytuje v tělech všech organismů a je součástí mnoha enzymů. Vysoké koncentrace zinku jsou obsaženy v kůži, vlasech, játrech a ledvinách. V buňkách ledvin a jater je zinek vázán v metalothionech. Zinek je potřebný pro tvorbu a působení hormonu insulinu, se kterým tvoří komplexy. Zinek je při vyšších dávkách toxický. Nedostatek způsobuje záněty kůže, letargii a špatné hojení ran. Bohatým zdrojem zinku jsou ořechy, obiloviny, maso, mléko a ryby. Obsah zinku v ačokči je 0,13 mg/100 g [14,20,21].

2.4 Vitamíny

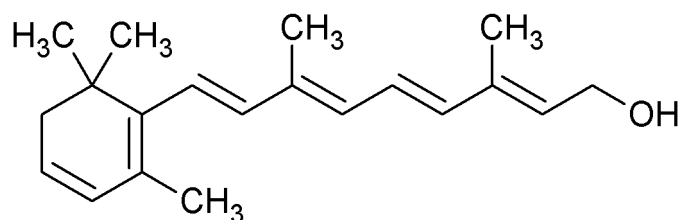
Vitamíny jsou esenciální látky potravin, které si organismus nedokáže sám vytvořit, proto je musí přijímat potravou. Nejsou stavebním materiálem ani zdrojem energie, ale jsou součástí katalyzátorů biochemických reakcí. Vitamíny jsou nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu. Potřeba vitamínů se liší u jednotlivých organismů. K hypovitaminóze dochází při nedostatečném příjmu a v závažnějších případech dochází až k avitaminóze, kdy je úplný nedostatek vitamínů. Při dlouhodobém nedostatku vitamínů může dojít k vážným onemocněním nebo až ke smrti. Hypervitaminóza je způsobena nadbytkem vitamínů. Vitamíny se dělí na vitamíny rozpustné ve vodě (hydrofilní vitamíny – vitamíny skupiny B a C) a na vitamíny rozpustné v tucích (lipofilní vitamíny – vitamíny A, D, E, K) [14,20,21].

2.4.1 Vitamín A

Vitamín A patří do skupiny vitamínů, které jsou rozpustné v tucích. Tento vitamín společně se svými provitamíny se řadí mezi terpenoidy. Nejvýznamnějším biologicky aktivním apokarotenoidem je all-trans-retinol neboli vitamín A₁ (obr. 4). Takzvaný vitamín A₂ je přítomen ve sladkovodních rybách (obr. 5). Aktivitu vitamínu A vykazují i sloučeniny ze skupiny karotenoidů nazývané provitamíny A. Nejznámějším provitamínem je β -karoten.



Obrázek 4: Chemická struktura vitamínu A₁



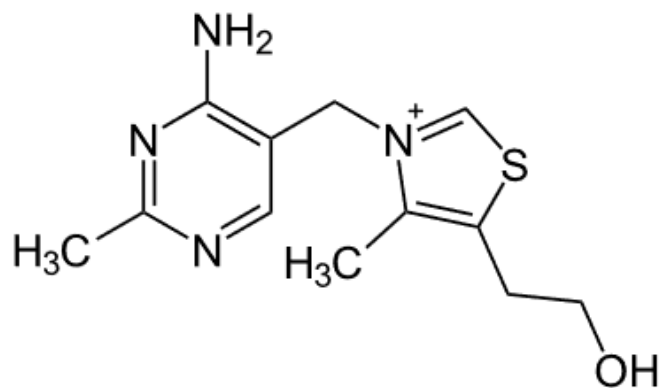
Obrázek 5: Chemická struktura vitamínu A₂

Vitamín A je nezbytný pro funkci zraku, účastní se tvorby epitelových buněk. Dále je potřebný pro správný růst kostí a pro správnou funkci reprodukčního systému. Nedostatečný příjem vede ke vzniku šerosleposti, při dlouhodobém nedostatku mohou vzniknout nezvratné změny způsobující slepotu.

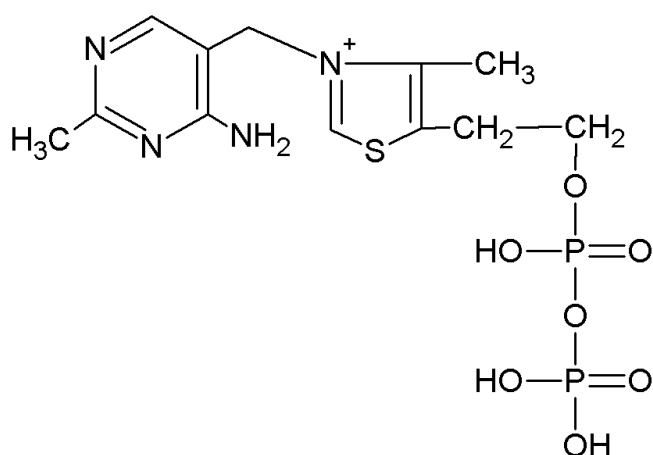
Velmi dobrým zdrojem vitamínu A je jaterní rybí tuk, játra a mléko. Nejvíce provitamínu A je ve špenátu, zelí, petrželi, mrkvi, meruňkách a mangu. Obsah vitamínu A v ačokče je 15 µg/100 g [14,20,21].

2.4.2 Vitamín B₁ – Thiamin

Thiamin je bílá krystalická látka ve vodě dobře rozpustná (obr. 6). Vyskytuje se především jako volná látka nebo ve formě fosforečných esterů (obr. 7). Thiamin je kofaktorem enzymů účastnících se energetického metabolismu. V malém množství je přítomen v potravinách živočišného a rostlinného původu. Bohatým zdrojem tohoto vitamínu jsou obiloviny, luštěniny, maso a kvasnice. Obsah vitamínu B₁ v ačokči je 0,04 mg/100g [14,20,21].



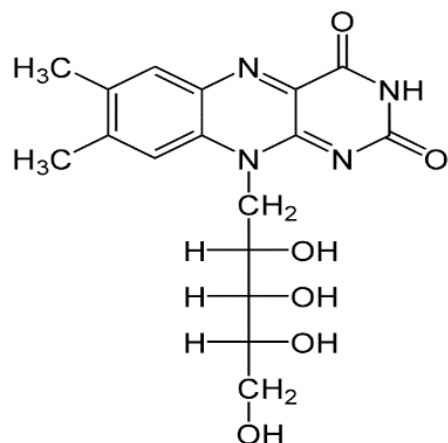
Obrázek 6: Chemická struktura thiaminu



Obrázek 7: Chemická struktura thiamindifosfátu

2.4.3 Vitamín B₂ – Riboflavin

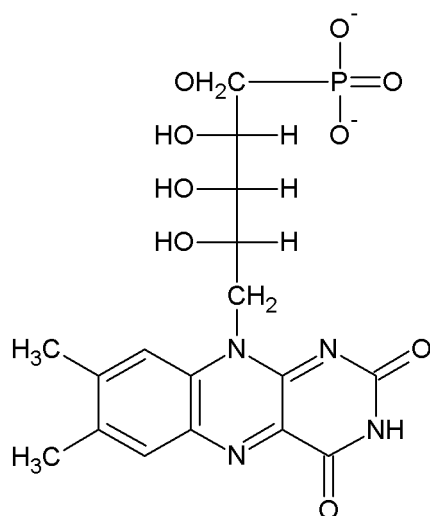
Riboflavin je přírodní barvivo slabě rozpustné ve vodě (obr. 8). Řadí se mezi flaviny. Riboflavin je odolný vůči vysokým teplotám, ale dochází k jeho rozkladu vlivem světelného záření. Důležitý je pro správnou funkci sliznic, účastní se většiny oxidačně-redukčních procesů v těle.



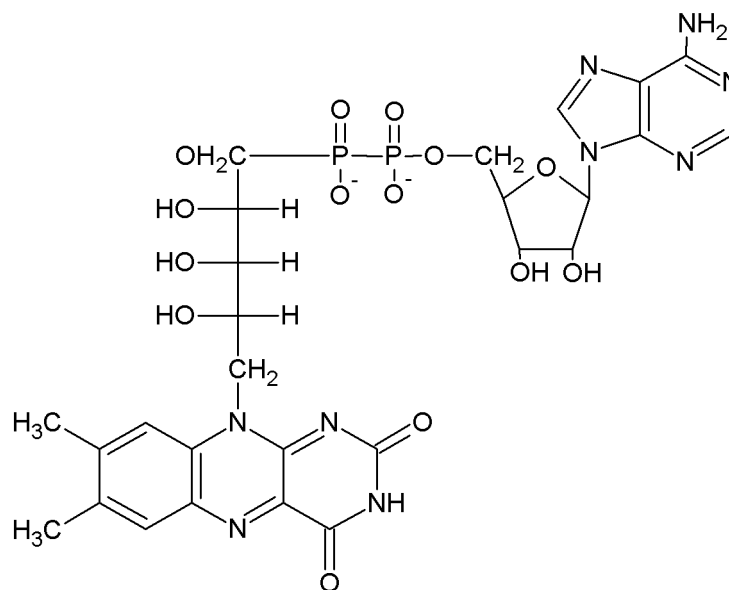
Obrázek 8: Chemická struktura riboflavinu

Fotodegradaci riboflavinu dochází v kyselém a neutrálním prostředí ke vzniku lumichromu a v alkalickém prostředí ke vzniku lumiflavinu.

Riboflavin se vyskytuje jako volná látka, převážně však ve formě koenzymů oxidačně redukčních enzymů. Nejčastějšími formami jsou riboflavin-5-fosfát (FMN), (obr. 9) a flavinadenindinukleotid (FAD), (obr. 10).



Obrázek 9: Chemická struktura riboflavin-5-fosfátu

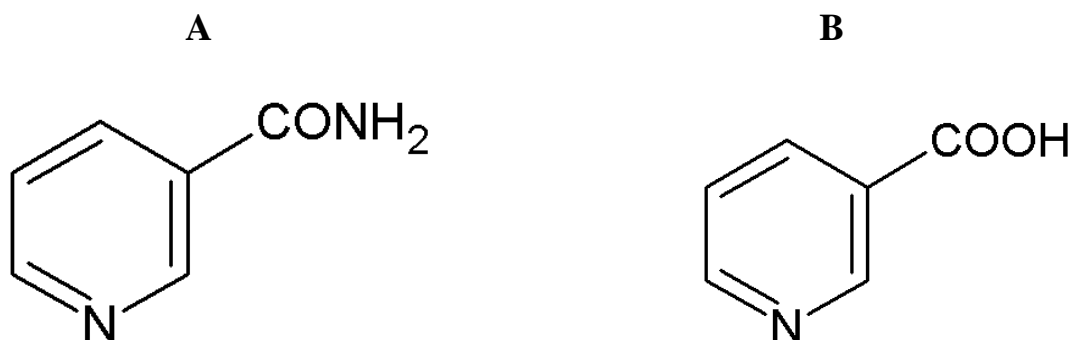


Obrázek 10: Chemická struktura flavinadenindinukleotidu

K nejbohatším zdrojům riboflavinu patří mléko a mléčné výrobky, maso, cereálie a vejce. Obsah riboflavinu v ačokči je 0,04 mg/100g [14,20,21].

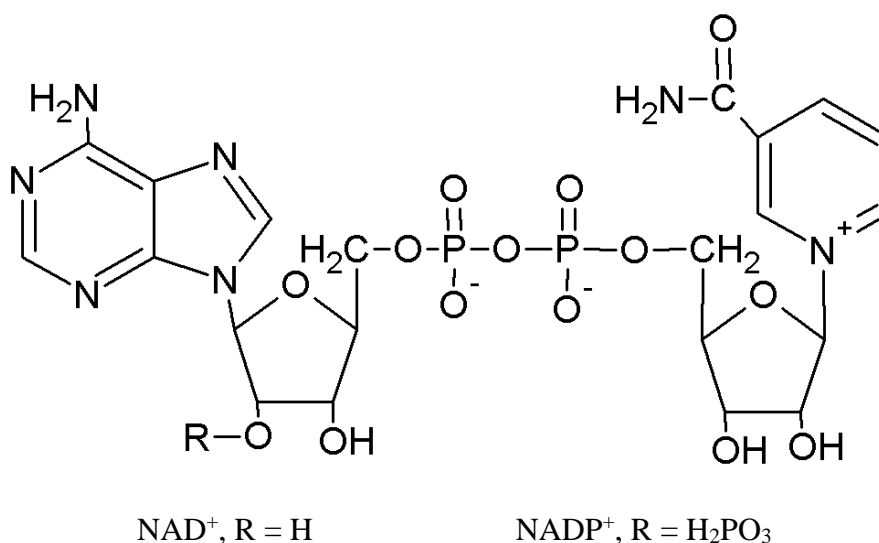
2.4.4 Vitamín B₃ – Niacin

Niacin je společným označením pro kyselinu nikotinovou (obr. 11A) a její amid nikotinamid (obr. 11B). Kyselina nikotinová je bezbarvá krystalická látka dobře rozpustná ve vodě a stálá na vzduchu. Kyselina nikotinová a nikotinamid mají stejnou biologickou účinnost. Lidský organismus má omezenou schopnost syntetizovat niacin z aminokyseliny tryptofanu pomocí enzymů obsahujících jako kofaktor vitamín B₆.



Obrázek 11: Chemická struktura kyseliny nikotinové (A) a nikotinamidu (B)

Nikotinamid je součástí nikotinamidadeninukleotid (NAD) a jeho fosforečného esteru nikotinamidadeninukleotid-fosfát (NADP), (obr. 12), které jsou koenzymy několika různých enzymů.



Obrázek 12: Oxidace NADH a NADPH a redukce NAD⁺ a NADP⁺

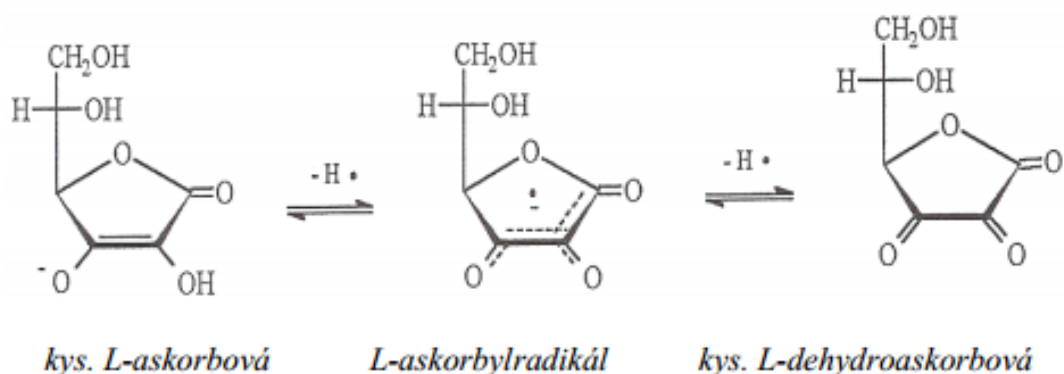
Nedostatek vitamínu způsobuje pelagru, která se projevuje kožními problémy a poruchami funkce trávicího ústrojí.

Hlavním zdrojem potravin jsou kvasnice, vnitřnosti, maso, vejce luštěniny, brambory, ovoce a zelenina. Obsah niacinu v ačokči je 0,3 mg/100g [14,20,21].

2.4.5 Vitamín C – Kyselina askorbová

Kyselina L-askorbová je bílá krystalická látka, ve vodě dobře rozpustná. Vzdušným kyslíkem se snadno oxiduje na kyselinu L-dehydroaskorbovou (obr. 13). K oxidaci kyseliny askorbové na kyselinu dehydroaskorbovou dochází působením mnoha enzymů, vzdušným kyslíkem, peroxidem vodíku a dalšími oxidačními činidly. Je kofaktorem některých oxidoreduktáz, účastní se hydroxylace kolagenu, je součástí obranných mechanismů vůči chorobám a jiných poškození [20,21].

Doporučená denní dávka pro člověka se pohybuje v rozmezí 60–90 mg. Nejbohatším zdrojem vitamínu C jsou ovoce (citrusy, jablka, rybíz) a zelenina (brambory, paprika, rajčata, šípky). Obsah vitamínu C v ačokči je 14 mg/100 g [14,23].



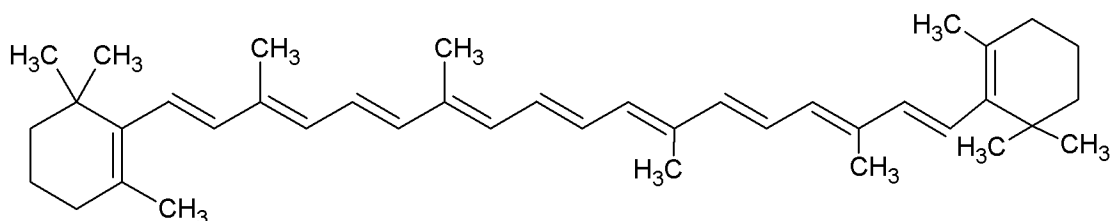
Obrázek 13: Oxidace kyseliny L-askorbové

2.5 Karotenoidy

Karotenoidy jsou převážně žluté a oranžové, výjimečně žlutozelené a červené pigmenty rostlin. V rostlinách jsou doprovázeny chlorofyly v chloroplastech. Nacházíme je i v mikroorganismech a v organismech živočichů. Za svoji barevnost vděčí řetězci konjugovaných dvojných vazeb. Z hlediska chemického složení se dělí na karoteny a xanthofyly. Mezi karoteny se řadí fytoen, lykopen a β -karoten. Mezi xanthofyly patří lutein, zeaxanthin a laktukaxanthin [24].

Karotenoidní barviva jsou nenasycené sloučeniny tvořící řadu isomerů. V čerstvých a tepelně zpracovaných materiálech se karotenoidy nejčastěji vyskytují v all-trans-konfiguraci. Karoteny obsahující β -jononový cyklus, jako jsou α a β -karoteny, plní funkci jako prekurzory retinolu, proto se řadí mezi provitamíny A. Karotenoidy jsou nejrozšířenějšími lipofilními barvivy ovoce a zeleniny [25,26].

V ačokče je obsažen β -karoten (obr. 14), který v lidském těle funguje jako antioxidant a jako prekurzor vitamínu A. Při skladování a zpracování potravin účinkem světla, tepla a kyslíku dochází k degradaci β -karotenu. Přírodním zdrojem je převážně zelenina [27].



Obrázek 14: Chemická struktura β -karotenu

2.6 Fenolické látky

Fenolické látky jsou heterogenní sloučeniny, některé se uplatňují jako vonné látky. Tyto látky obsahují nejméně jedno aromatické jádro, na které je navázána jedna nebo více hydroxylových skupin. Některé fenoly vykazují výrazné biologické účinky. V různých koncentracích se vyskytují ve všech potravinách, nejvyšší zastoupení je v rostlinách [24].

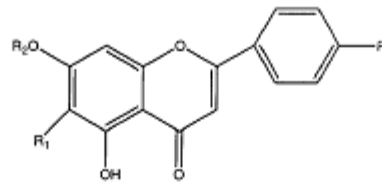
V současné době je známo přes 8000 fenolických látek. Podle chemické struktury se rozdělují na flavonoidy a na neflavonoidní látky [24].

2.6.1 Flavonoidy

Flavonoidy jsou polyfenolické sloučeniny s antioxidačními vlastnostmi [28,29].

Flavonoidy jsou rozsáhlou skupinou fenolických látek. V přírodě se vyskytují jako volné látky, glykosidy (převážně jako β -glykosidy) nebo jako polymery. Obě formy jsou barevné a stálé. Některé flavonoidy jsou důležité jako rostlinná barviva, jiné jsou významné pro svoji chuť nebo biologické účinky. Nejvýznamnější flavonoidní barviva jsou žluté flavony a flavonoly. Flavonoidy jsou silné antioxidanty [23,30].

V methanolovém extraktu z plodů ačokči bylo izolováno 6 flavonoidních glykosidů (obr. 15). Byly identifikovány flavonoidové O-glykosidy a C-glykosidy, jejichž molekula obsahuje cukernou složku, tvořenou glukózou, fruktózou a ramnózou. [12].



1. Základní struktura aglykonu

R ₁	R	R ₂
	H	
2. Chrysin-6-C-fukosid-7-O glykosid		
	H	H
3. Chrysin-6C-glykosid		
	OH	H
4. Apigenin-6C-fukosid		
H	H	
5. Chrysin-7-O-gentiobiosid		
	H	H
6. Chrysin-6-C-fukosid		
	H	OH
7. Isovitexin		

Obrázek 15: Chemické struktury flavonoidních glykosidů izolovaných z ačocki [12]

2.7 Aminokyseliny

Aminokyseliny se v potravinách vyskytují jako stavební látky bílkovin, peptidů a dalších sloučenin nebo jako volné látky. Přirozené AMK vázané v bílkovinách jsou α -aminokyseliny a mají aminovou nebo iminovou skupinu vázanou na uhlíku sousedícím s karboxylovou skupinou. Všechny aminokyseliny kromě glycinu jsou opticky aktivní, většinou mají L-konfiguraci.

V bílkovinách se běžně vyskytuje 22 aminokyselin. Člověk a živočichové si dovedou syntetizovat v dostatečném množství pouze 14 aminokyselin, zbývající musí být dodávány potravou v dostatečném množství. K nezbytným aminokyselinám, tzv. esenciálním, patří: valin, leucin, izoleucin, lysin, methionin, threonin, fenylalanin a tryptofan [14].

2.8 Hořčiny

Hořčiny jsou obsaženy v plodech ačokči a jsou důležité pro lidské zdraví.

Hořčiny se řadí mezi glykosidy, ale i mezi alkaloidy. Označují se takto všechny rostlinné látky hořké chuti. Hořčiny zvyšují tvorbu trávicích enzymů a žaludečních enzymů. Mezi hořčiny se řadí absinthin, artabsin, knicin nebo loganin. V rostlinách se vyskytují v pampelišce, pelyňku, šalvěji a mateřídoušce. Ve vyšších koncentracích jsou obsaženy v chmelu [31].

2.9 Saponiny

Saponiny jsou různorodou skupinou heteroglykosidů vyskytujících se v rostlinách. Jedná se o sloučeniny, které mají mnoho biologických účinků. Největší množství se vyskytuje v kořenech a kůře. V nižším množství jsou saponiny přítomny u některých mořských živočichů. Saponiny vykazují některé společné vlastnosti, jako jsou hořká chuť a detergenční účinky. Reagují se žlučovými kyselinami a cholesterolem. Běžné se používají v kosmetických přípravcích [32-34].

2.9.1 Triterpenoidní saponiny

Triterpenoidní saponiny jsou běžnými složkami mnoha rostlin. Jsou odvozeny z derivátů triterpenoidů lupeolu, α -amyrinu a β -amyrinu. Nejznámější triterpenoidní saponin je sojasaponin A nacházející se v sóji luštinaté [32].

Studiem složek plodů ačokči byla izolována a zjištěna struktura nových triterpenoidních saponinů. Je popsána izolace devíti triterpenoidních saponinů, mezi nimi šest nových přírodních sloučenin z metanolového extraktu z plodů ačokči [35].

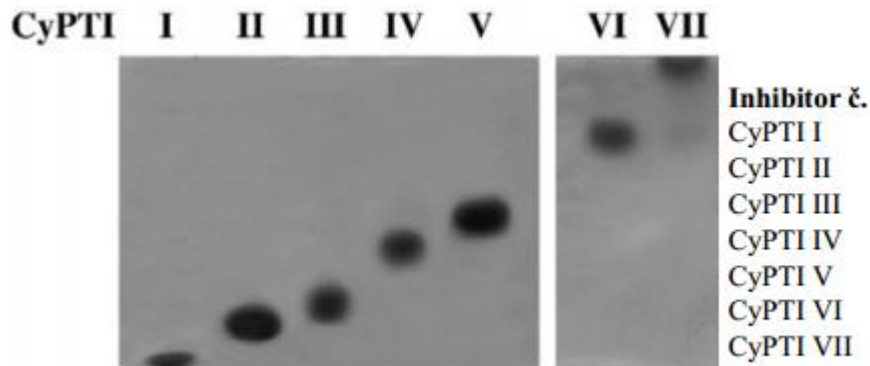
2.10 Inhibitory

Přírodní inhibitory trypsinu, jsou známé jako inhibitory serinové proteázy. Trypsin je trávicí enzym, který vzniká ve slinivce břišní a štěpí peptidové vazby bílkovin. Podílí se na správném trávení proteinů obsažených v potravě.

Inhibitory izolované ze semen rostlin tykvovitých jsou jednou z několika skupin inhibitorů a zahrnují více než 50 peptidů. Každý z dosud studovaných druhů patřících do čeledi Tykvovité rostliny obsahují vlastní soubor inhibitorů trypsinu, lišící se v primárních strukturách. Předběžné studie ačokči vykazují, že tento druh je jedním z nejbohatších zdrojů inhibitorů trypsinu [10].

Ze semen ačokči bylo pomocí afinitní chromatografie a následné elektroforéze v polyakrylamidovém gelu (PAGE) zjištěno sedm nových inhibitorů trypsinu (CyPTI I-VII), (obr. 16). Tyto inhibitory obsahují 28–30 aminokyselin.

Zralá semena ačokči jsou bohatým zdrojem inhibitorů trypsinu, lišících se izoelektrickým bodem. Z 0,5 kg semen bylo izolováno až $7,2 \times 10^6$ jednotek antitrypsinové aktivity, což je ekvivalent téměř 1 g čistých inhibitorů [10].



Obrázek 16: Přírodní inhibitory trypsinu izolované ze semen ačokči [10]

Základním krokem izolace inhibitorů je vsádková afinitní chromatografie na imobilizovaném chymotrypsinu v přítomnosti vysoké koncentrace NaCl, kdy bylo 40 % adsorbované antitrypsinové aktivity eluováno vodou a zbývajících 60 % s 0,01 M HCl [10].

3 PODOBNÁ ZELENINA

3.1 Chemické složení

Srovnání chemického složení zelené papriky, okurky a ačokči. V tabulce (tab. 3) jsou uvedeny bílkoviny, tuky, cukry a vláknina.

Tabulka 3: Chemické složení papriky, okurky a ačokči [7,37,38,43]

Složení	Paprika g/100 g	Okurka g/100 g	Ačokča g/100 g
Voda	93,3	95,23	94
Bílkoviny	0,8	0,65	0,6-0,7
Tuky	0,3	0,11	0,1
Sacharidy	4,64	3,63	4
Vláknina	1,6	0,5	0,7
Cukry	2,4	1,67	-
Popel	0,43	0,38	-

Výsledky ukazují, že plody ačokči mají velmi podobné chemické složení jako uvedená paprika a okurka. V paprice se nejvíce vyskytují bílkoviny a sacharidy. Obsah tuků je velmi podobný v okurce a ačokče, nejvíce je ho obsaženo v paprice. Vláknina se v největším množství vyskytuje v zelené paprice a nejméně v okurce. V paprice a okurce je uveden i obsah popela, více ho je obsaženo v paprice.

V zelené paprice se dále vyskytují nasycené mastné kyseliny – kyselina stearová a kyselina palmitová, mononenasycené mastné kyseliny – kyselina olejová a polynenasycené mastné kyseliny – kyselina linolová a α -linolenová. Dále se v paprice vyskytují rostlinné steroly. Mezi cukry, které jsou obsaženy v paprice, patří sacharóza, glukóza a fruktóza, největší zastoupení má glukóza. Vyskytuje se tam i velký počet aminokyselin. V paprice se vyskytuje i lipofilní látka kapsaicin.

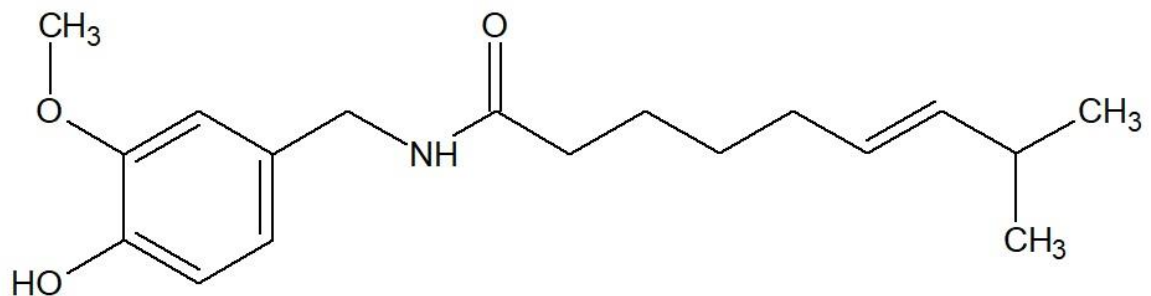
V okurce se dále vyskytují stejné mastné kyseliny jako v zelené paprice, navíc se tam vyskytuje nasycená mastná kyselina – kyselina myristová. V okurce jsou obsaženy cukry, nejčastěji glukóza a fruktóza, dále je zastoupena sacharóza a v malém množství maltóza.

3.1.1 Kapsaicin

Kapsaicin je rostlinný alkaloid, který je zodpovědný za pálivou chuť papriky (obr. 17). Množství kapsaicinu v paprikách je proměnlivé a závisí na genetické výbavě dané odrůdy.

Papriky jsou velmi populární pro vysoký obsah vitamínu C a pro celkové rozpustné fenoly. [37]. Výzkum prokázal, že paprika (*capsicum annum*) je jediná plodina, která produkuje alkaloidní sloučeninu kapsaicin. Kapsaicin je důležitý ve farmaceutickém průmyslu pro jeho neurologickou účinnost. [39].

Čerstvá paprika je dobrým zdrojem vitamínu C a E, provitamínu A a karotenoidů [40]. Papriky jsou důležitým zdrojem živin. Obsahují karotenoidy, fenoly a vitamín C. Papriky mají mnoho biochemických a farmakologických vlastností. Látky mající tyto vlastnosti jsou antioxidanty, protizánětlivé, anti-alergenní a anti-karcinogenní látky [41].



Obrázek 17: Chemická struktura kapsaicinu

3.2 Minerální látky

Srovnání minerálních látek u zelené papriky, okurky a ačokči. V tabulce (tab. 4) jsou uvedeny jednotlivé minerály, které tyto zeleniny obsahují.

Tabulka 4: Obsah minerálních látek v paprice, okurce a ačokče [9,22,38,43]

Minerální látky	Paprika mg/100 g	Okurka mg/100 g	Ačokča mg/100 g
Na	4	2	0,91
K	175	147	152
Ca	8	16	11,9
Mg	10	13	8,4
P	19	24	19,4
Fe	0,4	0,28	0,21
Cu	0,02	0,041	0,013
Zn	0,1	0,2	0,13
Mn	0,2	0,079	0,074

Minerální látky uvedené zeleniny mají velmi podobné složení a obsah. Nejmenší obsah sodíku a hořčíku je obsažen v ačokče. Vápník a fosfor je nejvíce zastoupen v okurce a nejméně v paprice. V okurce se vyskytuje i velký obsah hořčíku, mědi, zinku a manganu. V paprice se vyskytuje i velké množství železa. V ačokče je obsaženo menší množství draslíku než v paprice, ale zase větší množství než v okurce. Obsah manganu je nejnižší v ačokče, ale nejvíce ho je obsaženo v paprice. V paprice jsou i v malém množství obsaženy fluoridy. V okurce jsou obsaženy i další minerální látky jako selen a fluoridy, ale pouze v malém množství.

3.3 Vitamíny

Srovnání vitamínů u zelené papriky, okurky a ačokči. V tabulce (tab. 5) jsou uvedeny jednotlivé vitamíny, které tyto zeleniny obsahují.

Tabulka 5: Obsah vitamínu v paprice, okurce a ačokče [7,37,38,43]

Vitamíny	Paprika mg/100 g	Okurka mg/100 g	Ačokča mg/100 g
Vitamín B ₁	0,06	0,027	0,04
Vitamín B ₂	0,03	0,033	0,04
Vitamín B ₃	0,5	0,098	0,3
Vitamín B ₅	0,1	0,259	-
Vitamín B ₆	0,224	0,04	-
Vitamín B ₉	-	7 µg	-
Vitamín C	120	2,8	14
Vitamín A	0,02	5 µg	15 µg
Vitamín E	0,37	0,03	-
Vitamín K	7,4 µg	16,4 µg	-
Karoten	0,265	-	-

Vitamíny v uvedených zeleninách mají velmi podobné zastoupení. V okurce je popsáno více vitamínů než v ačokče. Obsah vitamínu B₁ je nejvíce obsažen v paprice a nejméně v okurce. Ačokča obsahuje velké množství vitamínu B₂. V paprice je obsažen velký obsah vitamínu B₃. Vitamín B₅ je ve velkém množství zastoupen v okurce, v ačokče není uveden vůbec, stejně jako vitamín B₆. Vyšší množství vitamínu B₅ je obsaženo v okurce, ale vyšší množství vitamínu B₆ je v paprice. Nejlepším zdrojem vitamínu C je paprika obsahuje ho velké množství, v okurce je 40x menší množství vitamínu C. V paprice a okurce není uveden žádný obsah vitamínu D. Vitamín K je v paprice a okurce obsažen pouze ve velmi malém množství. V ačokče některé vitamíny nejsou uvedeny vůbec. Vitamín B₁₂ není přítomen ani v jedné z uvedených zelenin.

3.3.1 Karotenoidy

Červená, oranžová a žlutá barva paprikového prášku pochází ze směsi karotenoidů. Žlutooranžové barvy pocházejí především z α -karotenu a β -karotenu (sloučeniny

provitamínu A), luteinu, zeaxanthinu a β -kryptoxanthinu, zatímco červené barvy pocházejí z kapsantinu a kaporubinu [42].

Zelená paprika obsahuje velké množství karotenoidů, nejčastěji β -karotenu (208 $\mu\text{g}/100\text{g}$) a luteinu a zeaxanthinu (341 $\mu\text{g}/100\text{g}$). I v okurce jsou zastoupeny karotenoidy, i když ne v takovém množství jako u papriky. Mezi nejčastější karotenoidy v okurce, patří β -karoten a β -kryptoxanthin. V ačokče se vyskytuje β -karoten.

4 STANOVENÍ

4.1 Flavonoidy

Stanovení flavonoidů je vzhledem k jejich různorodosti obtížné. Samotné extrakce těchto látek se liší podle druhu sledovaného flavonoidu. K dělení flavonoidních látek se nejčastěji využívá chromatografie na papíře nebo na tenké vrstvě. Pro stanovení je nejběžnější HPLC separace se spektrofotometrickou detekcí [20].

Pro stanovení byly použity plody ačokči sušené na vzduchu a skladovány při teplotě místnosti [11].

Spektroskopie nukleární magnetické rezonance (NMR) [44] a hmotnostní spektrometrie [45] patří mezi nejúčinnější techniky pro objasnění struktury flavonoidů. V poslední době se ionizace elektrosprejem (ISE) MS objevila jako vysoce užitečná metoda pro přímé spojení s technikami separace kapalně fáze jako je chromatografie [46] a elektroforéza [47]. Použitelnost vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) byla zvýšena detekcí hmotnostní spektrometrie, umožňující důkladnou identifikaci flavonoidů v rostlinných materiálech [48-50].

4.2 Minerální látky

K vlastnímu stanovení se používá dužnina z plodu ačokči.

Obsah minerálních látek v plodech ačokči byl stanoven pomocí metody opticky emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) s detektorem s vázanými náboji. Tato analytická instrumentální metoda slouží ke stanovení obsahu stopových koncentrací jednotlivých prvků v analyzovaném vzorku. Pro excitování atomů se nejčastěji využívá argon. Prakticky všechny vzorky je nutné před analýzou převést do roztoku, nejčastěji pomocí peristaltické pumpy. Vzorek v plazmatu ionizuje a dochází k vybuzení emisních čar, které je potřeba rozdělit na jednotlivé vlnové délky. K rozdělení se využívají monochromátory. Prvky a emisní čáry pro vyhodnocení jsou uvedeny v následující tabulce (tab. 6) [9, 73].

Tabulka 6: Prvky a emisní čáry [9]

Prvek	Emisní čára [nm]
Ca II	317,933
Cu I	324,754
Fe II	238,204
K II	766,491
Mg II	285,213
Mn II	259,372
Na I	589,592
P I	213,613
V II	292,401
Zn II	202,548

Ačokča má minerální složení podobné okurce, dýni a melounu. [9]

4.3 Karotenoidy

Karotenoidní barviva se nejčastěji stanovují spektrofotometrickými metodami. K izolaci karotenoidních barviv z rostlinných materiálů se používá přímá extrakce acetonem, nebo extrakce diethyletherem po zmýdelnění alkalickým hydroxidem. Tímto způsobem se odstraní přítomné tuky, které by měli rušivý vliv na stanovení karotenoidů. Pro separaci jednotlivých karotenoidních barviv se především využívá tenkovrstvá chromatografie na oxidu hlinitém a hořečnatém [20,51,52].

V paprikách se karotenoidy stanovují pomocí NMR spektroskopie [53] nebo pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC). RP-HPLC s isokratickou i gradientovou mobilní fází se používá pro analýzu karotenoidů [54,55], dále lze použít i HPLC s normální fází (NP-HPLC), [56,57]. Většina metod RP-HPLC využívá kolonu C18 pro separaci karotenoidů [58-62], nebo lze použít kolonu C30, která nabízí lepší rozlišení karotenoidních izomerů [63-65].

4.4 Kapsaicin

V paprice se dá stanovit lipofilní látka kapsaicin. V minulosti se koncentrace kapsaicinu nedala přesně měřit, proto byl pro hodnocení pálivosti zaveden Scovillův test pálivosti. Počet Scovilleových jednotek pálivosti (SHU) odpovídá přítomnému množství kapsaicinu. Základem tohoto testu je roztok z paprik a vody, který je ředěn vodou do té doby, než zmizí pálivost. Dnes lze měřit hodnoty pálivosti pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie nebo pomocí NMR spektroskopie [53].

4.5 Inhibitory

4.5.1 Proteinový test

Koncentrace proteinů byla stanovena pomocí soupravy Sigma Bicinchoninic acid pro stanovení proteinů s použitím bovinního sérového albuminu (BSA) jako standardu [66], nebo spektrofotometricky, měřením absorbance při 215 a 225 nm [67,68].

Koncentrace enzymů byly měřeny spektrofotometricky při 280 nm za použití molárních extinkčních koeficientů: $37,800 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ pro bovinní β -trypsin [69] a $51,000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ pro α -chymotrypsin [70].

Koncentrace enzymů bovinního β -trypsinu a α -chymotrypsinu byly stanoveny spektrofotometrickou titrací aktivních center s NPGb [71,72]. Standardizovaný roztok trypsinu byl použit k titraci roztoků CyPTI.

5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je seznámení s pro nás neobvyklým druhem zeleniny a jejím chemickým složením. Z dostupné literatury bylo nastudováno složení a množství jednotlivých prvků. Složení prvků a minerálních látek v ačokče bylo porovnáno se známými a u nás běžnými plodinami, okurkou a paprikou. Tyto druhy zeleniny jsou si příbuzné, jelikož pocházejí ze stejného druhu.

U ačokči zatím není známo takové množství vitamínů jako třeba u papriky nebo okurky. V porovnání s paprikou obsahuje menší množství vitamínu C, ale v porovnání s okurkou ho má více. V ačokče se na rozdíl od papriky nevyskytuje lipofilní látka kapsaicin. Ačokča má blahodárné účinky na lidské zdraví, protože obsahuje řadu prospěšných látek. Využívá se při zánětlivých onemocnění, pomáhá snižovat hladinu cholesterolu a krevního cukru. Zatím nejsou známy žádné negativní účinky.

Ačokča má velké množství využití, dá se konzumovat v syrovém nebo vařeném stavu, dají se z ní připravovat šťávy a další.

Ačokču lze pěstovat v současné době i v našich zeměpisných podmínkách jako třeba papriku nebo okurku (ve sklenících). Z důvodu nastávajících klimatických změn bude možné tuto plodinu s úspěchem pěstovat i u nás. Naše poloha pro ni bude v příštích letech vhodným místem k pěstování.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] JULES, J., PAULL, R. E. *The Encyclopedia of Fruit and Nuts*. CABI, 2008. ISBN: 9780851996387.
- [2] BRÜCHER, H.: *Useful Plants of Neotropical Origin: and Their Wild Relatives*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989, 265, ISBN: 978-3-642-73313-0.
- [3] Rostlina *Cyclanthera pedata* dostupná z: <https://www.onlyfoods.net/caigua.html>.
- [4] Plody ačokči. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.receptyonline.cz/acokca-achocha/>.
- [5] MYERS, C.: *Speciality and Minor Crops Handbook*. 2, UC Agriculture and Natural Resources, 1998.
- [6] Ačokča, papriková okurka. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.ireceptar.cz/vareni-a-recepty/acokca-paprikova-okurka.html>.
- [7] GRUBBEN, G. J. H., DENTON, O. A.: *Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables*. PROTA Foundation, 2004, Wageningen, 688, ISBN: 9057821478.
- [8] Caigua, Inca Cucumber Seeds. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.seeds-gallery.shop/en/home/caigua-seeds-slipper-gourd-cyclanthera-pedata.html>.
- [9] OLIVEIRA, A. C., DOS SANTOS, V. S., DOS SANTOS, D. C., CARVALHO, R. D. S., SOUZA, A. S., a FERREIRA, S. L. C.: *Determination of the mineral composition of Caigua (Cyclanthera pedata) and evaluation using multivariate analysis*. Food Chemistry, 152, 2004, 619-623.
- [10] KOWALSKA, J., ZABLOCKA, A., WILUSZ, T.: *Isolation and primary structures of seven serine proteinase inhibitors from Cyclanthera pedata seeds*. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – General Subjects. 1760(7), 2006, 1054-1063.
- [11] CARBONE, V., MONTORO, P., DE TOMMASI, N., PIZZA C.: *Analysis of flavonoids from Cyclanthera pedata fruits by liquid chromatography/electrospray mass spectrometry*. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 34(2), 2004, 295-304.
- [12] MONTORO, P., CARBONE, V., DE SIMONE, F., PIZZA, C., DE TOMMASI, N.: *Studies on the constituents of Cyclanthera pedata fruits: Isolation and structure elucidation of new flavonoid glycosides and their antioxidant activity*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(11), 2001, 5156-60.

- [13] Caigua. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.onlyfoods.net/caigua.html>.
- [14] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J.. *Chemie potravin I.* 3, Tábor, OSSIS, 2009. ISBN: 978-80-86659-15-2.
- [15] BRADFORD, M. M.: *A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.* Analytical Biochemistry, 72(1-2), 1976, 248-254.
- [16] AOAC International: *Official Methods of Analysis of AOAC International.* 16th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, 1995. ISBN: 0935584544.
- [17] DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. K., REBERS P. A., SMITH, F.: *Colorimetric method for determination of sugars and related substances.* Analytical Chemistry, 28(3), 1956, 350-356.
- [18] SOMOGYI, M.: *A new reagent for the determination of sugar.* Journal of Biological Chemistry, 160(1), 1945, 61-68.
- [19] NORTON, N.: *A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose.* Journal of Biological Chemistry, 153(2), 1944, 257-262.
- [20] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J.: *Chemie potravin.* Praha, SNTL ALFA, 1983.
- [21] VODRÁŽKA, Z.: *Biochemie*, 3, Academia Praha (1993).
- [22] RUBATZKY, V. E., YAMAGUCHI, M.: *World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values.* Springer US, 1997, 2, 811, ISBN: 978-1-4615-6015-9.
- [23] Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (DACH).* 1. vydání. Frankfurt am Main: Umschau/Braus, 2000, 216, ISBN: 3-8295-7114-3.
- [24] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J.: *Chemie potravin II.* OSSIS, 2009, 3, Tábor, ISBN: 978-80-86659-16-9.
- [25] STENESH, J.: *Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology.* 2, John Wiley a Sons., United States, 1989. ISBN: 978-0-471-84089-3.

- [26] CHERYL, L. R., JENNIFER, L. L., CURT, E., MACK, T. R. IV, SHIRLEY, W. F., STEVEN, J. S.: *Bioavailability of β -carotene is lower in raw than in processed carrots and spinach in women*. Journal of Nutrition, 128(5), 1998, 913-916.
- [27] Ačokča neboli mexická okurka. [cit. 2019-05-28]. Dostupná z: <https://www.ceskazahradka.cz/acokca-neboli-mexicka-okurka/>.
- [28] RICE-EVANS, C., MILLER, N., PAGANGA, G.: *Antioxidant properties of phenolic compounds*. Trends in Plant Science. 2(4), 1997, 152-159.
- [29] CAO, C., SOFIC, E., PRIOR RL.: *Antioxidant and Prooxidant Behaviour of Flavonoids: Structure-Activity Relationships*. Free Radical Biology and Medicine. 22(5), 1997, 749-760.
- [30] VOLF, K., ANDRS, F.: Flavonoidy a jejich biologické působení. 2016.
- [31] NOVÁČEK, F.: *Fytochemické základy botaniky*. 2, Olomouc, Fontána, 2008. ISBN: 978-80-7336-457-1.
- [32] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin*. Rozš a přeprac. 3. vyd., Tábor, OSSIS, 1946. ISBN: 978-80-8665-917-6.
- [33] MAN, S., GAO, W., ZHANG, Y.: *Chemical study and medical application of saponins as anti-cancer agents*. Fitoterapia, 81(7), 2010, 703-714.
- [34] CUONG, N. Y., VIEN, L. T., HANH, T. T. H., THAO, N. P., THAO, D. T., THANH, N. V., NAM, N. H., THUNG, D. C., KLIEM, P. V., MINH, C. V.: *Cytotoxic triterpene saponins from *Cercodemas anceps**. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 25(16), 2015, 3151-3156.
- [35] DE TOMMASI, N., DE SIMONE, F., SPERANZA, G., PIZZA, C.: *Studies on the constituents of *cyclanthera pedata* fruits: Isolation and structure elucidation of new triterpenoid saponins*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(11), 1999, 4512-4519.
- [36] CAMPOS, M. R. S., GÓMEZ, K. R., ORDOÑEZ, Y. M., ANCONA, D. B.: *Polyphenols, Ascorbic Acid and Carotenoids Contents and Antioxidant Properties of Habanero Pepper (*Capsicum chinense*) Fruit*. Food and Nutrition Sciences, 4, 2013, 47-54.
- [37] McCANCE a WIDDOWSON'S.: *The composition of Foods*, 6. Summary edition, Royal Society of Chemistry Cambridge a Food Standard Agency, 2008, ISBN 978-0-85404-428-3.

- [38] Pepper, sweet, green, raw. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/342632/nutrients>.
- [39] HAYMAN, M., KAM, P. C. A.: *Capsaicin: A review of its pharmacology and clinical applications*. Current Anaesthesia a Critical Care, 19(5-6), 2008, 338-343.
- [40] SERRANO, M., ZAPATA, P. J., CASTILLO, S., GUILLÉN, F., MARTÍNEZ-ROMERO, D., VALERO, D.: *Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments*. Food Chemistry, 118(3), 2010, 497-503.
- [41] LEE, J. J., CROSBY K. M., PIKE, L. M., YOO, K. S., LESKOVAR, D. I.: *Impact of genetic and environmental variation of development of flavonoids and carotenoids in pepper (Capsicum spp.)*, Scientia Horticulturae, 106(3), 2005, 341-352.
- [42] DEL ROCÍO GOMÉZ-GARCÍA, M., OCHOA-ALEJO, N.: *Biochemistry and molecular biology of carotenoid biosynthesis in chili peppers (Capsicum spp.)*. International Journal of Molecular Sciences, 14(9), 2013, 19025-19053.
- [43] Cucumber, with peel, raw. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168409/nutrients>.
- [44] AGRAWAL, P. K.: *NMR Spectroscopy in the structural elucidation of oligosaccharides and glycosides*, Phytochemistry, 31(10), 1992, 3307-3330.
- [45] BURLINGAME, A. L., BOYOD, R. K., GASKELL, S. J.: *Mass spektrometry*. Analytical Chemistry, 70(16), 1998, 647-716.
- [46] NIESSEN, W. M. A., TINKE, A. P.: *Liquid chromatography-mass spektrometry general principles and instrumentatin*. Journal of Chromatography A, 703(1-2), 1995, 37-57.
- [47] TOMÁS-BARBERÁN, F. A.: *Capillary electrophoresis: A new technique in the analysis of plant secondary metabolites*. Phytochemical Analysis, 6(4), 1995, 177-192.
- [48] SUMMER, L. W., PAIVA, N. L., DIXON, R. A., GENO, P. W.: *High-performance liquid chromatography/continuous-flow liquid secondary ion mass spektrometry of flavonoid glycosides in leguminous plant extract*. Journal of Mass Spectrometry. 31(5), 1996, 472-485.

- [49] CARERI, M., ELVIRI, L., MANGIA, A.: *Validation of a liquid chromatography ionspray mass spectrometry method for the analysis of flavanones, flavones and flavonols*. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 13(23), 1999, 2399-2405.
- [50] JUSTESEN, U., KNUTHSEN, P., LETH, T.: *Quantitative analysis of flavonols, flavones and flavanones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photo-diode array and mass spectrometric*. Journal of Chromatography A, 799, 1998, 101-110.
- [51] DE MORAIS CARDOSO L., DA SILVA OLIVIERA, D., DE FREITAS BEDETTI, S., MARTINO, H., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.: (2013). *Araticum (Annona crassiflora Mart.) from the Brazilian cardiac: Chemical composition and bioactive compounds*. Fruits, 68, 2013, 121-134.
- [52] PINHEIRO-SANT'ANA, H. M., GUINAZI, M., DA SILVA OLIVEIRA, D., DELLA, L. C. M., DE LAZZARI, R. B., CARDOSO, B. S. C.: *Method for simultaneous analysis of eight vitamin E isomers in various foods by high performance liquid chromatography and fluorescence detection*. Journal of Chromatography A, 1218(47), 2011, 8496-8502.
- [53] SIMONOVSKA, J. M., YANCHEVA, D. Y., MIKKOVA, B. P., MONCHILOVA, S., KNEZ, Ž., PRIMOŽIC, M. J., KAVRAKOVSKI, Z., RAFAJLOVSKA, V.: *Characterization of extracts from red hot pepper (Capsicum annuum L.)*. Bulgarian Chemical Communications, 51(1), 2019, 103 – 112.
- [54] BREITHAUPT, D. E, SCHWACK, W.: *Determination of free and bound carotenoids in paprika (Capsicum annuum L.) by LC/MS*. European Food Research and Technology, 211(1), 2000, 52–55.
- [55] SCHWEIGGERT, U., MIX, K., SCHIEBER, A., CARLE, R.: *An innovative process for the production of spices through immediate thermal treatment of the plant material*. Innov Food Sci Emerg Technol, 6(2) 2005, 143–153.
- [56] COLLERA-ZÚÑIGA, O., JIMÉNEZ, F. G., GORDILLO, R. M.: *Comparative study of carotenoid composition in three mexican varieties of Capsicum annuum L.* Food Chemistry, 90(1-2), 2005, 109–114.

- [57] CACCIOLA, F., DONATO, P., GIUFFRIDA, D., TORRE, G., DUGO, P., MONDELLO, L.: *Ultra high pressure in the second dimension of a comprehensive two-dimensional liquid chromatographic system for carotenoid separation in red chili peppers*. Journal of Chromatography A, 1255, 2012, 244–251.
- [58] KIM, S., PARK, J. B., HWANG, I. K.: *Composition of main carotenoids in Korean red pepper (capsicum annum, L) and changes of pigment stability during the drying and storage process*. Journal of Food Science, 69(1), 2008, 39-44.
- [59] MARÍN, A., FERRERES, F., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., GIL, M. I.: *Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (Capsicum annum L.)*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(12), 2004, 3861–3869.
- [60] PEREZ-GALVEZ, A., MINGUEZ-MOSQUERA, M. I.: *Degradation, under non-oxygen-mediated autooxidation, of carotenoid profile present in paprika oleoresins with lipid substrates of different fatty acid composition*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(3), 2004, 632–637.
- [61] TOPUZ, A., OZDEMIR, F.: *Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (capsicum annum L.) grown in Turkey*. Journal of Food Composition Analysis, 20(7), 2007, 596–602.
- [62] KEVREŠAN, Ž. S., MANDIC, A. P., KUHAJDA, K. N., SAKAČ, M. B.: *Carotenoid content in fresh and dry pepper (Capsicum annum L) fruits for paprika production*. Food Processing, Quality and Safety. 1-2, 2009, 21–27.
- [63] STROHSCHHEIN, S., PURSCH, M., ALBERT, K.: *Hyphenation of high performance liquid chromatography with nuclear magnetic resonance spectroscopy for the characterization of β -carotene isomers employing a C30 stationary phase*. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 21(3), 1999, 669-677.
- [64] CERVANTES-PAZ, B., YAHIA, E. M., DE JESÚS ORNELAS-PAZ, J., VICTORIA-CAMPOS C. I., IBARRA-JUNQUERA, V., PÉREZ-MARTINEZ, J. D., ESCALANTE-MINAKATA, P.: *Antioxidant activity and content of chlorophylls and carotenoids in raw and heat-processed Jalapeño peppers at intermediate stages of ripening*. Food Chemistry, 146, 2014, 188–196.

- [65] GIUFFRIDA, D., DUGO, P., TORRE, G., BIGNARDI, C., CAVAZZA, A., CORRADINI, C., DUGO, G.: *Characterization of 12 Capsicum varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination*. Food Chemistry, 140(4), 2013, 794-802.
- [66] SMITH, P. K., KROHN, R. I., HERMANSON G. T., MALLIA, A. K., GARTNER, F. H., PROVENZANO, M. D., FUJIMOTO E. K., GOEKE, N. M., OLSON, B., KLENK, D. C.: *Measurement of protein using bicinchoninic acid*. Analytical Biochemistry, 150(1), 1985, 76-85.
- [67] WADDELL, W. J.: *A simple ultraviolet spectrophotometric method for the determination of protein*. Journal of Laboratory and Clinical Medicine. 48, 1956, 311-314.
- [68] Wolf, P.: *A critical reappraisal of Waddell's technique for ultraviolet spectrophotometric protein estimation*. Analytical Biochemistry. 129(1), 1983, 145-155.
- [69] MACH, H., MIDDAUGH, R. C., LEWIS, R. V.: *Statistical determination of the average values of the extinction coefficients of tryptophan and tyrosine in native proteins*. Analytical Biochemistry, 200(1), 1992, 74-80.
- [70] LASKOWSKI, M.: *Chymotrypsinogens and chymotrypsins*. Methods in Enzymology, 2, 1955, 8-26.
- [71] CHASE, T., SHAW, E.: *p-nitrophenyl-p'-guanidinobenzoate HCl: a new active site titrant for trypsin*. Biochemical and Biophysical Research Communications. 29(4), 1967, 508-514.
- [72] CHASE, T., SHAW, E.: *Titration of trypsin, plasmin and thrombin with p-nitrophenyl-p'-guanidinobenzoate HCl*. Methods in Enzymology, 19, 1970, 20-27.
- [73] HOU, X., JONES, B. T.: *Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry*. Encyclopedia of Analytical Chemistry. John Wiley a Sons Ltd, Chichester, 2000, 9468-9485.
- [74] DDD vitamínů/minerálů. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.prozdraveziti.cz/doporucene-denni-davky-ddd-vitaminu-a-mineralnich-latek>.
- [75] DDD vitamínů a minerálů. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <http://chci-zhubnout.eu/doporucena-denni-davka-vitaminu-a-mineralu/>.

7 PŘÍLOHY

Příloha 1: Doporučená denní dávka minerálních látek [74,75]47

Příloha 2: Doporučená denní dávka vitamínů [74,75].....47

Příloha 1: Doporučená denní dávka minerálních látek [74,75]

Minerální látka	Doporučená denní dávka (mg)
Draslík	2000
Vápník	800
Hořčík	375
Fosfor	700
Mangan	2
Měď	1
Zinek	10
Železo	14
Selen	55

Příloha 2: Doporučená denní dávka vitamínů [74,75]

Vitamín	Doporučená denní dávka
Vitamín B ₁	1,1 mg
Vitamín B ₂	1,4 mg
Vitamín B ₃	16 mg
Vitamín B ₅	6 mg
Vitamín B ₆	1,4 mg
Vitamín B ₉	200 µg
Vitamín B ₁₂	2,5 µg
Biotin	50 µg
Vitamín A	800 µg
Vitamín D	5 µg
Vitamín E	12 mg
Vitamín K	75 µg
Vitamín C	80 mg