

:

# **Chemické složení a možnosti využití rostliny Caigua (Cyclanthera pedata L. Schrad) jako funkční potraviny**

Erika Hyblerová

---

Bakalářská práce  
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Erika Hyblerová**  
Osobní číslo: **T130047**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Chemické složení a možnosti využití rostliny Caigua (Cyclanthera pedanta L. Schard) jako funkční potraviny.**

Zásady pro vypracování:

1. Formou literární rešerše zpracujte charakteristiku rostliny Caigua (Cyclanthera pedanta L. Schard)a.
2. Charakterizujte funkční potraviny a nutraceutika.
3. Popište chemické složení rostliny Caigua.
4. Popište možnosti využití různých částí rostliny Caigua jako funkčních potravin.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] RIVAS, Marisa, Dora VIGNALE, Roxana M. ORDONEZ, Iris Catiana ZAMPINI, Maria Rosa ALBERTO, Jorge E. SAYAGO a María I. ISLA. Nutritional, Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of *Cyclanthera pedata*, an Andinean Fruit and Products Derived from Them. *Food and Nutrition Sciences* [online]. 2013, 04(08): 55–61 [cit. 2015–06–23]. Dostupné z: [10.4236/fns.2013.48a007](https://doi.org/10.4236/fns.2013.48a007).
- [2] MONTORO, Paola, Virginia CARBONE, Francesco De SIMONE, Cosimo PIZZA a Nunziatina De TOMMASI. 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* [online]. 2001, 49(11): 5156–5160 [cit. 2015–06–23]. Dostupná z: [10.1021/jf010318q](https://doi.org/10.1021/jf010318q).
- [3] RANILLA, Lena Galvez, Young-In KWON, Emmanouil APOSTOLIDIS a Kalidas SHETTY. Phenolic compounds, antioxidant activity and in vitro inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. *Bioresource Technology* [online]. 2010, 101(12): 4676–4689 [cit. 2015–06–23]. Dostupné z: [10.1016/j.biortech.2010.01.093](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.093).
- [4] SCHULZOVÁ, Věra a Jan PÁNEK. *Nutraceutika a funkční potraviny*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze [online]. [cit. 2015–06–23]. Dostupné z: [http://web.vscht.cz/schulzov/Nutraceutika%20a%20FP/Nutraceutic%20a%20FP%202013\\_14.pdf](http://web.vscht.cz/schulzov/Nutraceutika%20a%20FP/Nutraceutic%20a%20FP%202013_14.pdf).
- [5] Tropical plant database. Raintree [online]. 2012 [cit. 2015–06–23]. Dostupné z: [http://www.rain-tree.com/caigua.htm#.VYmLk\\_ntmko](http://www.rain-tree.com/caigua.htm#.VYmLk_ntmko).

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ladislava Mišurcová, Ph.D.  
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

20. ledna 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

6. května 2016

Ve Zlíně dne 20. ledna 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*děkan*



Ing. Jiří Mlček, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: Erika Hyblerová

Obor: Technologie a řízení v gastronomii

## 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, považuji 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 27.4.2016

  
.....

<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 nevydělečně 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 vzdělávacímu 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 užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

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

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá významem funkčních potravin a jejich příznivém působení na zdraví člověka. Je zde zhodnocen fytochemický profil rostliny Caigua (*Cyclanthera pedata* L. Schrad), které je přisuzován kladný účinek na snižování vysoké hladiny cholesterolu v krvi, hypertenze či na regulaci glukosy v krvi. Dále se práce zabývá využitím rostliny pro výrobu funkčních potravin.

Klíčová slova: funkční potraviny, nutraceutika, fenolické látky, antioxidační aktivita, ACE-I inhibitory, inhibitory serinových proteas, kukurbitaciny, fortifikace.

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the importance of functional foods and their positive effects on human health. There is evaluated phytochemical profile of plant Caigua (*Cyclanthera pedata* L. Schrad), which is attributed a positive effect on reducing high blood cholesterol levels, hypertension or to regulate glucose levels. The thesis also deals with possibility of utilization of plant for the production of functional foods.

Keywords: functional foods, nutraceuticals, phenolics, antioxidant activity, the ACE-I inhibitors, inhibitors of serine proteases, cucurbitacins, fortification.

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Ladislavě Mišurcové, Ph.D. za odborné rady a cenné informace, které mi poskytla při zpracování této práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>1 FUNKČNÍ POTRAVINY .....</b>	<b>10</b>
1.1 HISTORIE A LEGISLATIVA FUNKČNÍCH POTRAVIN .....	10
1.2 CHARAKTERISTIKA FUNKČNÍCH POTRAVIN.....	11
1.3 VÝROBA FUNKČNÍCH POTRAVIN.....	11
1.3.1 Funkční složky .....	12
1.4 PŘÍKLADY FUNKČNÍCH POTRAVIN: .....	12
<b>2 NUTRACEUTIKA .....</b>	<b>14</b>
2.1 CHARAKTERISTIKA NUTRACEUTIK .....	14
2.2 PŘÍKLADY NUTRACEUTIK .....	14
2.3 LEGISLATIVA NUTRACEUTIK .....	15
<b>3 CYCLANTHERA PEDATA L. SCHRAD.....</b>	<b>16</b>
3.1 PŮVOD A POPIS ROSTLINY.....	16
<b>4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PLODŮ CAIGUI.....</b>	<b>18</b>
4.1 PROTEINY.....	19
4.2 SACHARIDY .....	19
4.3 FENOLICKÉ LÁTKY .....	21
4.4 ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA .....	24
4.5 INHIBIČNÍ AKTIVITA A-AMYLASY A A-GLUKOSIDASY .....	26
4.6 ACE-I INHIBITORY .....	26
4.7 INHIBITORY SERINOVÝCH PROTEAS .....	27
4.8 KUKURBITACINY .....	28
4.9 KYSELINA L-ASKORBOVÁ .....	29
4.10 CHEMICKÉ PRVKY .....	30
<b>5 MOŽNOSTI VYUŽITÍ RŮZNÝCH ČÁSTÍ ROSTLINY CAIGUA JAKO FUNKČNÍCH POTRAVIN .....</b>	<b>32</b>
5.1 KULINÁRNÍ VYUŽITÍ CAIGUI.....	32
5.2 VYUŽITÍ PLODŮ PRO VÝROBU FUNKČNÍCH POTRAVIN .....	33
5.3 VYUŽITÍ CAIGUI JAKO DOPLŇKU STRAVY .....	33
5.4 LIDOVÉ VYUŽITÍ CAIGUI V PERUÁNSKÉM REGIONU .....	35
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>36</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>38</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>47</b>



## ÚVOD

Strava a zdraví jsou v moderním myšlení neoddělitelně spojeny. Strava obecně ovlivňuje různé tělesné funkce a je považována jako prevence proti mnoha civilizačním onemocněním. Jedním ze základních aspektů tohoto kulturního a společenského jevu je zvyšující se poptávka po potravinách, jejich vlastnosti mohou obecně podporovat zdraví člověka. Snaha o zlepšení zdraví vede k výzkumu a zavedení funkčních potravin, které mohou pomáhat vyrovnat negativní vlivy životního stylu a geneticky podmíněných chorob. Zatímco trhy funkčních potravin v Japonsku a USA jsou dynamické, evropské trhy jsou méně rozvinuté, což souvisí s legislativní stránkou těchto potravin. Význam funkčních potravin spočívá v jejich konzumaci jako součásti běžné denní stravy, mají vykazovat preventivní zdravotní účinek a přispívat k vyváženému doplňování spotřeby biologicky aktivních látek.

Rostlině *Cyclanthera pedata* L. Schrad (dále jen Caigua) jsou přisuzovány kladné účinky na snížení vysoké hladiny cholesterolu v krvi a krevního tlaku, regulaci glykemie a protizánětlivé vlastnosti. Cílem práce je zhodnotit fytochemický profil rostliny Caigua. U zjištěných látek, které byly vyhodnoceny různými chemicko-analytickými metodami v čerstvých plodech, semenech nebo v prášku získaného z lyofilizovaných nebo dehydratovaných plodů, bude posouzen jejich možný účinek na zdraví člověka. Dále se práce bude zabývat využitím rostliny pro výrobu funkčních potravin, které by mohly rozšířit sortiment potravin s vyšším obsahem biologicky aktivních látek.

## 1 FUNKČNÍ POTRAVINY

Význam funkčních potravin je spojen se současnou dostatečnou výrobou potravin, především v ekonomicky vyspělých zemích, které se nyní snaží uspokojit zájem spotřebitele po kvalitativních potravinách a potravinách s vyšší nutriční a biologickou hodnotou. Vyhledávání funkčních potravin, omezení stravování v rychlém občerstvení, návrat k přírodním potravinám a zájem o racionální stravu je důsledkem častých výskytů civilizačních chorob, které jsou spojeny s kvantitativní konzumací potravin s nízkým obsahem nutričních látek k jejich celkové energetické hodnotě. Také možné zvýšení průměrné délky života a rostoucí náklady na zdravotní péči mohou v budoucnu přispět ke zvýšenému zájmu o funkční potraviny [1].

### 1.1 Historie a legislativa funkčních potravin

Nejdelší tradici má tento trend v Japonsku, jehož cílem je podpořit fyzické a duševní zdraví člověka. V japonské legislativě se funkční potraviny řadí do kategorie FOSHU (Foods for Specified Health Use – potraviny pro specifikované zdravotní účely). Tento trend se dále šířil do USA a Evropy. Ve druhé polovině 90. let 20. století financovala Evropská komise výzkumné aktivity, které se zaměřovaly na posouzení koncepce funkčních potravin. Díky výzkumnému projektu řešeného pod názvem FUFOSE (Functional Food Science in Europe) byl v roce 1999 pod vedením ILSI (International Life Sciences Institute) přijat konsensus „Scientific Concepts of Functional Foods in Europe“ a s ním byla vytvořena pracovní definice funkční potraviny. V roce 2002 byla navržena komisí EU první směrnice o výživě, o funkčních a zdravotních požadavcích na potraviny. Byly také vyvíjeny nové pracovní postupy a technologie ve výrobě a zpracování těchto potravin. Doposud však neexistuje žádný oficiální dokument, který by přesně definoval funkční potraviny a uváděl podmínky pro jejich výrobu [2, 3]. S potravinami tohoto druhu však úzce souvisí řada předpisů, zejména týkající se označování potravin, které informují spotřebitele o příznivých účincích potraviny nebo její složky na lidský organismus. Jedná se o nařízení EP a Rady č.1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin, které dbají na vědecké prokázání příznivého výživového nebo fyziologického účinku. Mají zajistit ochranu spotřebitele před klamavými informacemi na obalu potravin. Seznam povolených tvrzení ve vztahu k určité živině, které mohou být uvedeny na obalu potravin, posuzuje Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA). Každé nové tvrzení musí být schváleno tímto úřadem [4].

## 1.2 Charakteristika funkčních potravin

Funkční potraviny jsou potraviny, které obsahují významně vyšší množství biologicky aktivních látek s prokázaným příznivým efektem na zdraví konzumenta. Mohou to být potraviny obohacené (fortifikované) o funkční složku výrobcem nebo některé přirozené potraviny s vysokým obsahem bioaktivní látek [5].

Podle pracovní definice vytvořené evropskými odborníky na výživu pod vedením ILSI, která byla přijata v roce 1999, se za funkční potraviny mohou považovat potraviny, které:

- kromě jejich výživové hodnoty, mají příznivé účinky na lidské zdraví nebo snižují riziko vzniku onemocnění (např. kardiovaskulárních chorob, chorob zažívacího traktu atd.),
- jsou svým charakterem běžnou potravinou, nejsou to tablety ani kapsle, které by se mohly podobat doplňkům stravy,
- obsahují významně vyšší množství látek, jejichž příznivé působení na jednu nebo více tělesných funkcí je prokázáno na vědeckém základě,
- musí se konzumovat jako součást běžné stravy, jsou tedy určeny pro každodenní konzumaci [3].

Funkční potraviny tvoří přechodnou skupinu potravin mezi běžnými potravinami a léčivy. Na rozdíl od léčiv musí být tyto potraviny vyrobeny z přirozeně se vyskytujících složek a jejich pozitivní účinky mohou být zaznamenány až za několik měsíců. Dále se nesmí na jejich obalech uvádět, že jsou „účinné v prevenci“ nebo v „léčení“ určitých chorob [5].

Chemickým složením mají představovat zdravotní přínos pro konzumenta především:

- preventivním působením snižující riziko vzniku neinfekčních onemocnění,
- zpomalením procesu stárnutí,
- posílením biologických obranných mechanismů i
- duševního stavu [6, 7].

## 1.3 Výroba funkčních potravin

Z důvodu nárůstu spotřeby funkčních potravin je pro výrobce trh s těmito potravinami potenciálně oblastí pro vyvíjení nových potravin a uspokojování potřeb zákazníka [8]. Cílem je vývoj produktů s co nejlepším vzhledem, čerstvostí, pohodlností použití, texturou, chutí, dlouhou skladovatelností, bez obsahu kontaminantů atd. [5].

Funkčními potravinami mohou být některé přirozeně se vyskytující potraviny obsahující řádově vyšší množství bioaktivních látek ve srovnání s ostatními potravinami nebo lze docílit jejich funkčnosti například:

- výrobou potravin ze surovin, které jsou bohaté na požadovanou složku,
- vhodným fortifikováním potravin danou funkční složkou,
- použitím surovin, v nichž je vyšší obsah žádoucí látky dosažen speciálním šlechtěním nebo
- odstraněním nežádoucí, např. alergizující složky (výrobky bez obsahu laktosy nebo lepku) [3, 5].

### 1.3.1 Funkční složky

Pro zvýšení biologické hodnoty funkčních potravin je k fortifikaci nejčastěji využívána:

- vláknina: xantalová guma, karagen, pektinové látky, jablečná vláknina, vláknina z obilí
- fenolické látky: kyselina gallová, katechin, galáty
- vitaminy: tokoferol, kyselina askorbová,  $\beta$ -karoten
- polynenasycené mastné kyseliny: kyselina eikosapentaenová, dokosaheptaenová, linolová atd.

Značný význam mají také probiotické a prebiotické složky. Probiotika jsou živé kultury mikroorganismů (např. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Bifidobacterium* aj.), nejčastěji v kysaných mléčných výrobcích, které mají při konzumaci dostatečného množství příznivé účinky na zdraví konzumenta. Mohou zvýšit vstřebávání vápníku, obnovit střevní mikroflóru, posílit imunitní systém atd. Aby bylo jejich působení účinné, je třeba alespoň 1 milion živých bakterií na 1 gram potraviny. Prebiotika jsou nestravitelné oligosacharidy, polysacharidy, fruktany, inulin, fytosteroly aj., pozitivně ovlivňující růst probiotik. Prebiotika a probiotika tvoří komplex (symbiotika) se synergickým účinkem [6].

## 1.4 Příklady funkčních potravin

Na trhu byl zaznamenán především úspěch funkčních potravin, které jsou určeny pro konzumaci při zdravotních potížích typu obezity, vysoké hladině cholesterolu, osteoporóze nebo výrobků podporujících správnou funkci střev [8]. Mohou to být například margariny a sýrové pomazánky obohacené o fytosteroly, které napomáhají snížit hladinu LDL cho-

lesterolu v krvi, výrobky obohacené vápníkem, džusy a nektary obohacené o  $\beta$ -karoten nebo pekárenské výrobky obohacené o semena olejnin, inulin či psyllium. Dále to mohou být čokolády slazené isomaltulosou, která je oproti sacharose šetrnější k zubní sklovině i energetické nápoje a tyčinky, které jsou vyhledávány nejen sportovci. Nově se objevily také tvarohy a smetanové krémy obohacené o vlákninu a probiotika, které lépe vyhovují konzumentům, kteří nepreferují kysané mléčné výrobky [3, 4, 6, 9].

Příkladem funkční potraviny, která vznikla odstraněním nežádoucí složky s nepříznivým vlivem na lidské zdraví je ztužený tuk bez obsahu trans-mastných kyselin [4].

Přírodně se vyskytujícími funkčními potravinami mohou být například pšeničné otruby, snižující riziko vzniku rakoviny tlustého střeva, sója, která příznivě působí na snižování vysoké hladiny cholesterolu v krvi, hroznové víno bohaté na polyfenolické látky podporující správnou kardiovaskulární funkci, lněné semínko a vlašské ořechy bohaté na  $\omega$ -3 mastné kyseliny snižující riziko vzniku koronárních chorob, česnek působící antisepticky a další druhy ovoce s významným zastoupením antioxidantů, které slouží např. jako prevence rakoviny [5, 9].

## 2 NUTRACEUTIKA

Obdobně jako u funkčních potravin má výzkum nutraceutik souvislost s přibývajícím zátěží na lidský organismus po fyzické i psychické stránce. Znečištění životního prostředí, nedostatek pohybu, špatné stravovací návyky, omezený přísun potřebných živin i stres jsou faktory, které negativně ovlivňují zdraví člověka [5].

### 2.1 Charakteristika nutraceutik

Nutraceutika jsou přírodní látky dostupné bez lékařského předpisu, které mohou sloužit k potlačení negativních vlivů civilizačních faktorů současnosti. Díky zájmu konzumentů o každodenní upevňování zdraví a jeho prevenci vzrůstá podíl populace užívající nutraceutika, což dokazuje také výrazný nárůst trhu s nutraceutiky v západní Evropě [5]. Slovo nutraceutika bylo poprvé použito roku 1989 kombinací slov „nutrition“ a „pharmaceutical“, která znamenají výživa a léčivý [10]. V České republice tento pojem není legislativně ustálen, neexistuje jednoznačná definice, ale mohou být popsány jako 100% výtažky z běžné potravin (ovoce, byliny atd.), které jsou z původní suroviny extrahovány a upravovány do formy tobolek, sirupů, prášků aj. Poskytují prokázané fyziologické přednosti či snižují riziko chronických chorob nad rámec základních výživových funkcí. Jsou to přírodní bioaktivní doplňky pro podporu zdraví a prevenci chorob. Cílem nutraceutik je zlepšovat zdravotní stav (preventivně předcházet nemocem), nikoliv léčit. Termín nutraceutika zahrnuje přípravky existující na pomezí mezi potravinami a léčivy. Nejčastěji jsou dostupné v podobě tobolek na přírodní bázi, často v kombinaci s dalšími nezbytnými vitaminy. Jejich přínos pro zdraví je mnohem vyšší než u čistě vitaminových přípravků [5, 11, 13].

### 2.2 Příklady nutraceutik

Mezi nutraceutika mohou být zařazeny minerální látky, stopové prvky, vitaminy, aminokyseliny, mastné kyseliny, vláknina, probiotika, prebiotika, alkaloidy, antioxidanty, kyselina listová, fytosteroly, karotenoidy, flavonoidy, aj. Obohatit denní dietu o nutraceutika je možné prostřednictvím doplňků stravy [5, 14], které obsahují koncentrovanou účinnou látku z dané potravin s nutričním nebo fyziologickým účinkem, anebo prostřednictvím funkčních potravin, do kterých byla tato účinná látka přidána [10, 12].

### 2.3 Legislativa nutraceutik

V České republice se k nutraceutikům vztahuje vyhláška č. 352/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin [10]. Další vyhlášky pak uvádí požadavky na složení, označování a způsob použití doplňků stravy. Úkolem nutraceutik je upevnění zdraví, vycházejí z potravinářské legislativy, tudíž u nich nesmějí být deklarovány stejné účinky jako u léčiv. Účinky velkého množství nutraceutik však nejsou doposud dostatečně prokázány (s výjimkou vitaminů a minerálních látek). Chybí informace o interakci s léčivy, bezpečnosti při dlouhodobém užívání případně doporučené denní dávce (DDD). Schvalováním a uváděním na trh se zabývá EFSA [13].

### 3 CYCLANTHERA PEDATA L. SCHRAD

Taxonomické zařazení:

- Říše: *Plantae* (rostliny)
- Oddělení: *Magnoliophyta* (krytosemenné rostliny)
- Třída: *Rosopsida* (vyšší dvouděložné rostliny)
- Řád: *Cucurbitales* (tykvotvaré)
- Čeleď: *Cucurbitaceae* (tykvovité)
- Rod: *Cyclanthera* Schrad.
- Druh: *Cyclanthera pedata* (L.) Schrad. [15]

Další používané názvy: Caigua, cyklantera, korila, paprikookurka, ačokča, divoká okurka aj. [16].



Obrázek 1: Plody Caigui [17]

#### 3.1 Původ a popis rostliny

Caigua je tropická jednoletá popínavá bylina, která je původem z Peru, kde byla kultivována starověkými Inky. Náleží do čeledi *Cucurbitaceae* (tykvovité rostliny). Původně se tato plodina pěstovala v mírném a tropickém podnebí Ameriky (vyhovuje jí vlhké a teplé klima), ale díky mnohem větší odolnosti vůči chladu než jí příbuzné plodiny, je možné pěstování i v chladnějších horských údolích And, v nadmořské výšce až 2000 m n. m. Dlouhými spirálovitými úponky dorůstá délky až 12 m a výšky 4,5 m. Lodyha je tenká a rozvětvená. Bílé až nažloutlé květy vyrůstají ve skupinách po deseti až dvaceti a jsou jednodomé (obě pohlaví lze nalézt na stejné rostlině). Její listy jsou laločnaté, asi 12 cm široké a mají vroubkovaný okraj. Plodem Caigui je světle zelená, polo-zploštělá bobule, která může



být dlouhá 10 – 15 cm a 5 – 7 cm široká. Povrch plodů je nepravidelný, charakteristický podélnými drážkami. Na povrchu mladých plodů se mohou objevovat měkké trny. Vnitřní část zralého plodu je dutá. Mesokarp je tenký a šřavnatý, endokarp je bílý a nadýchaný. Semena mají černou barvu, drsný čtyřúhelníkový tvar a jsou připojena k placentě. Pro plody je typická sladkokyselá chuť, připomínající chuť okurky a papriky [16].



Obrázek 2: Semena Caigui [18]

Caigua roste v relativně širokém rozmezí podmínek prostředí. Optimální teplota růstu je 12 – 18 °C. Ideální půda pro tento druh je dobře odvodněná, s hodnotou pH 6,0 – 7,0. Cyklus růstu v přirozeném prostředí rostliny trvá 3 – 4 měsíce. V peruánském regionu se plodina sklízí v červnu a červenci. Sklizeň začíná 100 dnů od výsadby a pokračuje po dobu 45 – 60 dnů. Výnos je zhruba 7 t/ha [19]. Také podnebí České republiky je vhodné pro pěstování Caigui. Rostlina je však náročnější na živiny a zálivku po celou dobu vegetace [18].



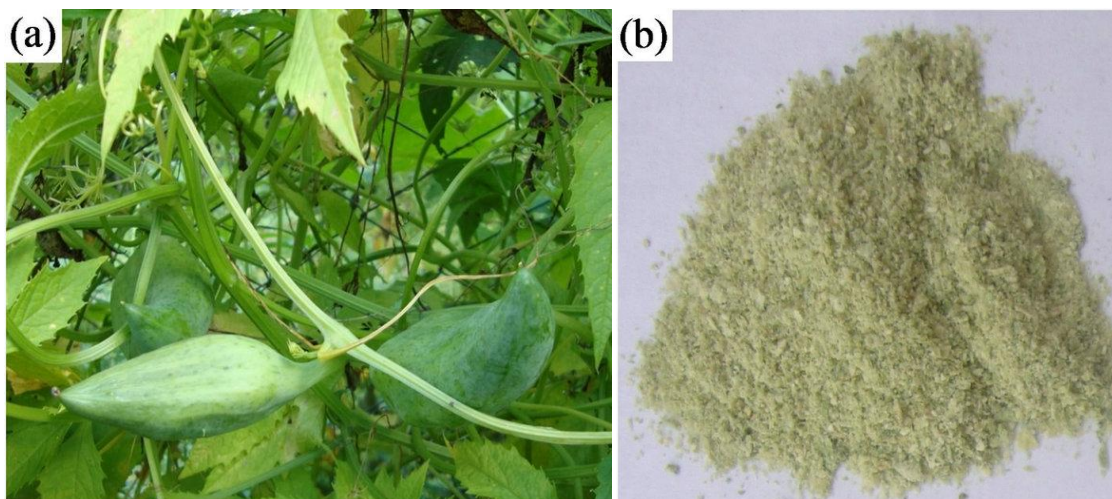
Obrázek 3: Plody a květy Caigui [20]

## 4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PLODŮ CAIGUI

Konzumace a spotřeba plodů Caigui jako potravin je stále omezená, ale díky rostoucímu zájmu o potraviny s pozitivními účinky na zdraví jedince je její šíření podporováno především národy Jižní Ameriky. Plody a semena jsou bohaté na kukurbitaciny, které jsou důležitými chemotaxonomickými markery. Význam mají také O- a C-glykosidy v plodech, tvořené chrysinem a apigeninem, u kterých byla zaznamenána inhibiční aktivita angiotensinu I [16, 21].

Plody se konzumují v syrovém i v tepelně upraveném stavu (pečení, dušení) nebo pro jejich dlouhodobější uchování bývají konzervovány tepelnou sterilací. Při těchto kulinárních úpravách může dojít k fyzikálně-chemickým změnám, které ovlivňují funkční vlastnosti Caigui. Následující text popisuje analyzované chemické a nutriční látky v čerstvých plodech Caigui, které byly před analýzou upraveny např. lyofilizací, dehydratací při 70 °C v horkovzdušné sušárně do konstantní hmotnosti nebo vytvořením vodného extraktu. Vliv teploty na nutriční hodnoty plodů Caigui byl sledován ve vodných extraktech připravených z čerstvých plodů z důvodu simulace domácího tepelného zpracování [21].

Částečně může být kvalita a množství sloučenin obsažených v plodech Caigui ovlivněna hnojením, zavlažováním a časem sklizně [22].



Obrázek 4: a) Čerstvé plody Caigui b) Prášek připravený z lyofilizovaných a rozdrcených plodů [21]

## 4.1 Proteiny

Proteiny vznikají proteosyntézou, jsou složeny z více než 100 aminokyselin vázaných peptidovou vazbou. Mohou být rozděleny na rozpustné (albuminy, globuliny, gliadiny, histony, protaminy aj) a nerozpustné (kolagen, elastin, keratin) [23].

Plody Caigui obsahují poměrně malé množství bílkovin. Obsah 0,4 % hrubého proteinu v lyofilizovaných plodech Caigui stanovený Kjeldahlovou metodou za použití konverzního faktoru 6,25 [21] je velmi nízká hodnota ve srovnání s ostatními druhy ovoce a zeleniny, kde se obsah proteinu pohybuje v rozmezí 0,2 – 1,3 % [24].

V tabulce 1 jsou dále uvedeny koncentrace rozpustných proteinů plodů Caigui, jejichž hodnota byla stanovena metodou podle Bradforda, za použití hovězího sérového albuminu (BSA) jako standardu v souvislosti s různou úpravou plodů. Výsledky jsou vyjádřeny v mg BSA/100 g sušiny [21].

*Tabulka 1: Obsah rozpustných proteinů ve vzorcích z upravených plodů Caigui [21]*

<b>Vzorek</b>	<b>Rozpustný protein (mg BSA/100 g sušiny)</b>
Prášek	31,71 ± 2,00
Nezahřátý vodný extrakt	31,61 ± 2,00
Zahřátý vodný extrakt	21,80 ± 2,00

V nezahřátém vodném extraktu z plodů Caigui byl stanoven obsah rozpustných proteinů – 31,61 mg BSA/100 g sušiny. Tato hodnota je srovnatelná s obsahem rozpustných proteinů v prášku připraveným lyofilizací – 31,71 mg BSA/100 g sušiny. Při zahřátí vodného extraktu došlo ke snížení obsahu rozpustných proteinů na hodnotu 21,80 mg BSA/100 g sušiny.

## 4.2 Sacharidy

Sacharidy mají v buňkách mnoho funkcí, jsou zdrojem energie, základními stavebními jednotkami i složkami bioaktivních látek. Podle počtu cukerných jednotek vázaných v molekule se sacharidy dělí na monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy a složené sacharidy. Monosacharidy jsou složeny z jedné cukerné jednotky. Při kondenzaci monosa-

charidů reaguje poloacetalový hydroxyl jedné molekuly s hydroxylem druhé molekuly monosacharidu. Vzniká disacharid s redukujícími účinky (má volný poloacetalový hydroxyl, redukuje Fehlingovo a Tollensovo činidlo). Dalším připojením monosacharidů vznikají vyšší oligosacharidy. Názvem cukry mohou být označeny monosacharidy a oligosacharidy. Hlavními cukry v ovoci a zelenině jsou glukosa a fruktosa. Ostatní monosacharidy jsou přítomny pouze v malém množství. Dle druhu zeleniny nebo ovoce může být přítomen např. škrob, inulin, celulóza nebo pektiny [23].

Pro stanovení celkového obsahu cukrů ve vzorcích z upravených plodů Caigui byla použita metoda spektrofotometrického stanovení barevných kondenzačních produktů, vzniklých při dehydrataci cukrů koncentrovanou kyselinou sírovou a následné kondenzaci fenolem. Redukující cukry byly stanoveny za použití Somogyiho činidla. Obsah celkových i redukujících cukrů ve vodných extraktech z čerstvých plodů a v prášku z lyofilizovaných plodů je uveden v tabulce 2 a vyjádřen v g glukosy (Glu)/100 g sušiny. V čerstvých plodech bylo zjištěno 0,53 % celkových cukrů [21], což je velmi nízká hodnota v porovnání s ostatními druhy zeleniny (např. hlávkového salátu, který obsahuje 1,2 % cukru) [24]. Této skutečnosti může být využito při redukčních dietách.

*Tabulka 2: Obsah celkových a redukujících cukrů ve vzorcích z upravených plodů Caigui [21]*

<b>Vzorek</b>	<b>Celkový cukr (g Glu/100 g sušiny)</b>	<b>Redukující cukr (g Glu/100 g sušiny)</b>
Prášek	4,75 ± 0,20	3,13 ± 0,20
Nezahřátý vodný extrakt	0,53 ± 0,002	0,47 ± 0,002
Zahřátý vodný extrakt	0,57 ± 0,02	0,47 ± 0,001

V tabulce 2 jsou uvedeny také obsahy celkových cukrů (4,75 %) a redukujících cukrů (3,13 %) v prášku získaného lyofilizací. Dále bylo zjištěno, že vliv teploty při přípravě vodných extraktů z plodů Caigui je na výsledný obsah cukrů zanedbatelný. V tepelně ošetřeném vodném extraktu byla hodnota celkových cukrů 0,57 % a hodnota redukujících cukrů byla stejná (0,47 %) jako v tepelně neošetřeném vodném extraktu [21].

### 4.3 Fenolické látky

Fenolické látky jsou heterogenní skupinou sloučenin, ovlivňující organoleptické vlastnosti potravin. Jejich skelet obsahuje nejméně jedno aromatické jádro, na které je navázána jedna nebo více hydroxylových skupin. V určitých koncentracích se vyskytují ve všech potravinách, ale největší zastoupení mají v rostlinách, kde jsou obsaženy ve všech vegetativních částech (v listech, plodech, semenech). Rostlinám slouží jako stavební a obranné látky (před požitím býložravci, UV zářením, patogeny atd.), jsou zodpovědné za vonné a barevné vlastnosti květů a plodů [25, 26]. Chemická struktura fenolických látek se pohybuje od jednoduchých sloučenin s jedním aromatickým jádrem až po složité polymerní sloučeniny, polyfenoly (např. taniny). Mohou být konjugovány cukry a organickými kyselinami [27].

Pro člověka jsou nejvýznamnější zpravidla velké složité molekuly, polyfenoly, vykazující přírodní antioxidační vlastnosti, které mohou zabránit vzniku mnoha fyziologických a patologických procesů. Příjem polyfenolů z potravy je mimo jiné studován v souvislosti se snížením výskytu rakoviny, kardiovaskulárních onemocnění, aterosklerózy a možností působit proti vzniku krevních sraženin a tímto způsobem snižovat riziko infarktu myokardu nebo mozkové mrtvice. Hlavním místem resorpce polyfenolů v trávicím traktu je tenké a tlusté střevo, částečně se však mohou resorbovat již v dutině ústní. Rostlinné polyfenolické látky jsou v lidské stravě nejrozšířenějšími sloučeninami s redukčními účinky. Jejich denní příjem byl odhadnut na 1 g [28, 29].

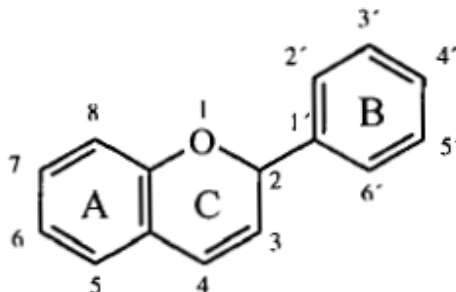
V současné době je známo přes 8000 fenolických látek [26]. Podle chemické struktury mohou být rozděleny na:

- flavonoidy
- neflavonoidní látky.

Mezi neflavonoidní látky mohou být zařazeny např. fenolové kyseliny, taniny, lignany a stilbeny [27].

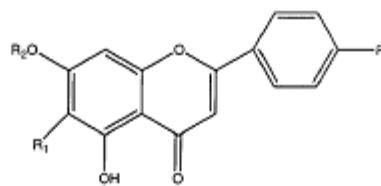
Flavonoidy jsou nejčastěji se vyskytujícími polyfenoly v lidské výživě. Na celkovém příjmu polyfenolů se podílí asi ze dvou třetin [28]. Představují největší skupinu fenolických sloučenin (již známo více 4000 sloučenin), kterou lze podle struktury rozdělit na katechiny (3-flavanoly), leukoanthokyanidiny (3,4-flavandioly), flavanony, flavanonoly, flavony, flavonoly a anthokyaniny. Základem struktury flavonoidů je flavanový cyklický skelet (obrázek 5) skládající se ze dvou benzenových kruhů (A a B) a pyranového kruhu (C), napojeného na kruh A v poloze C-2. Všechny tři kruhy bývají většinou substituovány hydro-

xyskupinami nebo methoxyskupinami, jejich deriváty se liší pouze stupněm oxidace a substituce [30]. V rostlinách se flavonoidy vyskytují převážně jako  $\beta$ -glykosidy a jsou složeny z cukerné a necukerné složky (aglykonu) [28].



Obrázek 5: Flavanový skelet [30]

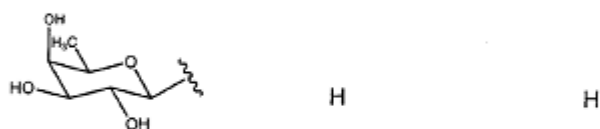
V methanolovém extraktu z dehydratovaných plodů Caigui bylo izolováno šest flavonoidních glykosidů (obrázek 6). V této skupině sloučenin byly identifikovány flavonoidové O- a C-glykosidy, jejichž molekula obsahuje cukernou složku, tvořenou fukosou, glukosou a rhamnosou. Aglykon, necukerný zbytek, byl zastoupen chrysinem a apigeninem [31].



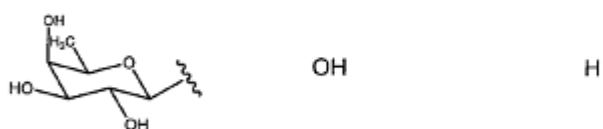
1. Základní struktura aglykonu



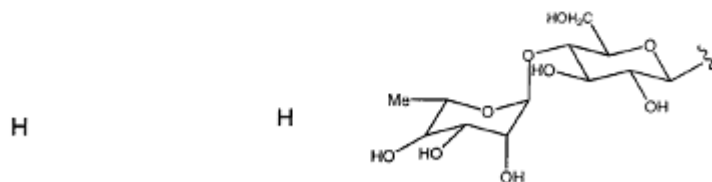
2. Chrysin-6-C-fukosid-7-O glykosid



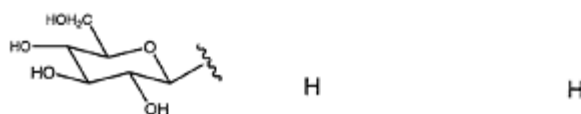
3. Chrysin-6C-glykosid



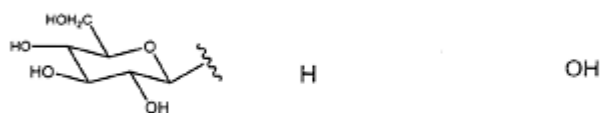
4. Apigenin-6C-fukosid



5. Chrysin-7-O-gentiobiosid



6. Chrysin-6-C-fukosid



7. Isovitexin

Obrázek 6: Struktura flavonoidních glykosidů izolovaných z Caigui [31]

Plody Caigui byly studovány také z hlediska obsahu celkových fenolických látek (flavonoidů a neflavonoidních látek) pomocí spektrofotometrické metody s využitím Folin-Ciocalteuova činidla (směs fosfomolybdenové a fosfowolframové kyseliny). Celkový obsah fenolických látek (viz tabulka 3) ve vodném extraktu z čerstvých plodů, vyjádřen v mg kyseliny gallové (GAE)/100 g sušiny, byl  $21,65 \pm 3$  mg GAE/100 g sušiny. V prášku z lyofilizovaných plodů byl jejich celkový obsah až  $670 \pm 10$  mg GAE/100 g sušiny [21].

*Tabulka 3: Obsah fenolických látek ve vzorcích z upravených plodů Caigui [21]*

<b>Vzorek</b>	<b>Celkový obsah fenolických látek (mg GAE/100 g sušiny)</b>	<b>Neflavonoidní látky (mg GAE/100 g sušiny)</b>	<b>Flavonoidy (mg GAE/100 g sušiny)</b>
Prášek	$670,00 \pm 10$	-	$266,00 \pm 15$
Nezahřátý vodný extrakt	$21,65 \pm 3$	$16,47 \pm 2$	$5,18 \pm 2$
Zahřátý vodný extrakt	$18,04 \pm 2$	$16,13 \pm 2$	$1,76 \pm 0,5$

Čerstvé plody Caigui neobsahovaly vyšší množství fenolických látek při porovnání s ostatními druhy zeleniny (rajčata 40 mg GAE/100 g, brambory 60 mg GAE/200 g [28]), nicméně lyofilizací plodů došlo k výrazné koncentraci celkového obsahu fenolických látek. Celkový obsah fenolických látek může být klasifikován, podle jejich obsahu v sušině plodů, do tří kategorií – I. nízká (<100 mg GAE/100 g), II. střední (100 – 500 mg GAE/100 g), a III. vysoká (>500 mg GAE/100 g). Z výše uvedeného lze prášek zařadit do III. kategorie (vysoký obsah fenolických sloučenin) [21].

Z výsledků uvedených v tabulce 3 je zřejmé, že teplota použitá při přípravě vodných extraktů způsobila snížení celkového obsahu fenolických látek z 21,65 mg GAE/100 g sušiny na 18,04 mg GAE/100 g sušiny, což představuje 16,7 %. V případě flavonoidů však došlo při působení teploty ke značné ztrátě z 5,18 mg GAE/100 g sušiny na 1,76 mg GAE/100 g sušiny, což představuje 66 %.

#### **4.4 Antioxidační aktivita**

Antioxidanty jsou látky, které jsou schopny inaktivovat volné radikály a jejich odstraněním tak chránit buňky. Volné radikály mají řadu fyziologických funkcí, ale pokud se tvoří v nadbytku nebo nejsou dostatečně rychle likvidovány, působí na organismus negativně. Jedná se především o reaktivní dusíkové radikály (RNS) a reaktivní kyslíkové radikály



(ROS), jejich tvorba je nevyhnutelnou součástí aerobního metabolismu. Volné radikály jsou vysoce nestabilní a reaktivní částice s jedním nebo více nepárovými elektrony, které rychle reagují s okolními molekulami a vyvolávají tzv. oxidační stres. Oxidační stres (nerovnováha mezi ROS nebo RNS a antioxidačními mechanismy buňky) může poškozovat polynenasycené mastné kyseliny v buněčných membránách, nukleotidy v DNA nebo peptidové vazby v proteinech, což může být příčinou rozvoje patologických procesů v organismu, zánětlivých a degenerativních onemocnění a ovlivnění fyziologického stárnutí buněk. Antioxidanty přijímané potravou jsou nejčastěji vitamin C, vitamin E a polyfenolické sloučeniny (zejména flavonoidy). Množství antioxidantů, tedy i antioxidační aktivita u plodů Caigui je značně proměnlivá v závislosti na fázi růstu plodů, ročním období, podmínkách a oblastech pěstování [22, 32, 33].

Antioxidační účinky analyzovaných vzorků lze stanovit metodami, které hodnotí celkovou antioxidační aktivitu eliminací volných radikálů [33]. Pro stanovení antioxidační aktivity prášku z dehydratovaných plodů byla použita metoda založená na inhibici radikálu DPPH [2,2'-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl], který vykazuje silnou absorpci v UV spektru. Při vlnové délce 517 nm byl po uplynutí 1 minuty sledován úbytek absorbance z důvodu odbarvování fialového roztoku DPPH radikálu vlivem antioxidačních látek obsažených ve vzorku extraktu z dehydratovaných plodů Caigui. Antioxidační aktivita vyjádřená jako procentuální úbytek absorbance činila v extraktu z prášku Caigui 71 % [34].

Antioxidační aktivita vodných extraktů z čerstvých plodů Caigui byla stanovena metodou využívající zhášení radikálového kationtu  $ABTS^{+}$  [2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonát)], který reaguje jak s lipofilními tak i s hydrofilními antioxidanty. Koncentrace antioxidantů vzorku vodného extraktu Caigui potřebného k pohlcení 50 %  $ABTS^{+}$  (hodnota  $SC_{50}$ ) byla vyjádřena jako  $\mu\text{g GAE/ml}$ . Nezahřáté vodné extrakty i extrakty, které byly podrobeny záhřevu, vykazovaly stejné snížení kapacity  $ABTS^{+}$  s hodnotou  $SC_{50}$  2  $\mu\text{g GAE/ml}$ . Pro posouzení míry antioxidační aktivity platí pravidlo, že čím je hodnota  $SC_{50}$  nižší, tím je antioxidační aktivita vyšší. Extrakty vykazovaly vyšší antioxidační kapacitu než přírodní a syntetické antioxidanty – kvercetin ( $SC_{50} = 18 \mu\text{g/ml}$ ), kyselina askorbová ( $SC_{50} = 54 \mu\text{g/ml}$ ) a butylhydroxytoluen ( $SC_{50} = 55 \mu\text{g/ml}$ ) [21, 35].

Byla zjištěna poměrně vysoká hodnota antioxidační aktivity vodných extraktů z čerstvých plodů Caigui ( $SC_{50}$  2  $\mu\text{g GAE/ml}$ ), která však nekoreluje se zjištěným nižším obsahem fenolických látek v čerstvých plodech. Tato skutečnost naznačuje, že plody Caigui obsahují i jiné látky, nefenolické povahy, které mohou vykazovat antioxidační vlastnosti. Antio-

xidační aktivita prášku z dehydratovaných plodů byla poměrně vysoká – 71 %, což je dáno zakoncentrováním vzorku sušením.

#### 4.5 Inhibiční aktivita $\alpha$ -amylasy a $\alpha$ -glukosidasy

Diabetes mellitus 2. typu je charakterizován rychlým nárůstem hladiny glukosy v krvi (základní zdroj energie pro živočišné buňky) v důsledku hydrolýzy škrobu pankreatickou  $\alpha$ -amylasou a absorpcí glukosy v tenkém střevě pomocí  $\alpha$ -glukosidasy. Po jídle, mimo jiné i díky těmto enzymům, dochází ke zvýšení hladiny glukosy v krvi. Inhibicí amylasy a glukosidasy se snižuje biologická dostupnost glukosy a dochází k redukci postprandiální hyperglykemie (zvýšené množství glukosy v krvi po jídle). Inhibitory s tímto účinkem se vyskytují i v některých rostlinách a v poslední době jsou předmětem intenzivního výzkumu, jelikož mohou hrát významnou úlohu při diagnostice a léčbě diabetes a obezity. Inhibiční aktivita  $\alpha$ -glukosidasy byla vyjádřena jako procento inhibice [34, 36].

V prášku z dehydratovaných plodů Caigui byla stanovena nízká inhibiční aktivita  $\alpha$ -amylasy (15 % ve 25 mg sušiny) a střední inhibiční aktivita  $\alpha$ -glukosidasy (44 % ve 2,5 mg sušiny) [34].

#### 4.6 ACE-I inhibitory

ACE-I (Angiotensin I-Converting Enzyme) inhibitory patří k základním farmaceutickým přípravkům, které jsou používány pro léčbu vysokého krevního tlaku. Vysoký krevní tlak (hypertenze) je jeden z hlavních makrovaskulárních komplikací diabetu, je rizikovým faktorem kardiovaskulárních onemocnění a mnoha dalších s ním spojených chorob. ACE-I inhibitory mohou být využity např. pro léčbu chronického srdečního selhávání, kdy nižší krevní tlak usnadňuje srdci pumpovat krev a mohou také zpomalit průběh onemocnění ledvin. Základním efektem ACE-I inhibitorů je pokles angiotensinu II, který je produkován v lidském těle a cirkuluje v krvi. Angiotensin II je vytvořen z angiotensinu I v krvi pomocí ACE-I. ACE-I inhibitory zastavují aktivitu enzymu ACE-I, což snižuje tvorbu angiotensinu II. V důsledku toho se cévy roztahují a krevní tlak se snižuje [34, 37].

Aktivita ACE-I inhibitorů byla vyjádřena jako procento inhibice. V prášku z dehydratovaných plodů Caigui byla stanovena vysoká hodnota ACE-I inhibiční aktivity – 95 % ve 2,5 mg sušiny. Silná inhibice ACE-I *in vitro* naznačuje antihypertenzní potenciál těchto plodů. Vzhledem k nízkému obsahu fenolických látek v plodech je zřejmé, že ACE-I inhibitory v těchto vzorcích nejsou fenolické povahy, ale pravděpodobně se jedná o peptidy s

fyziologickými účinky. Vysoká hodnota ACE-I inhibiční aktivity by mohla být také dosažena v důsledku synergického působení několika látek analyzovaných v plodech, např. inhibitorů serinových proteas. Příjem přirozených ACE-I inhibitorů ze složek potravy by mohl být účinnou terapií s minimálními vedlejšími účinky na rozdíl od léčby farmaceutickými přípravky [34].

#### 4.7 Inhibitory serinových proteas

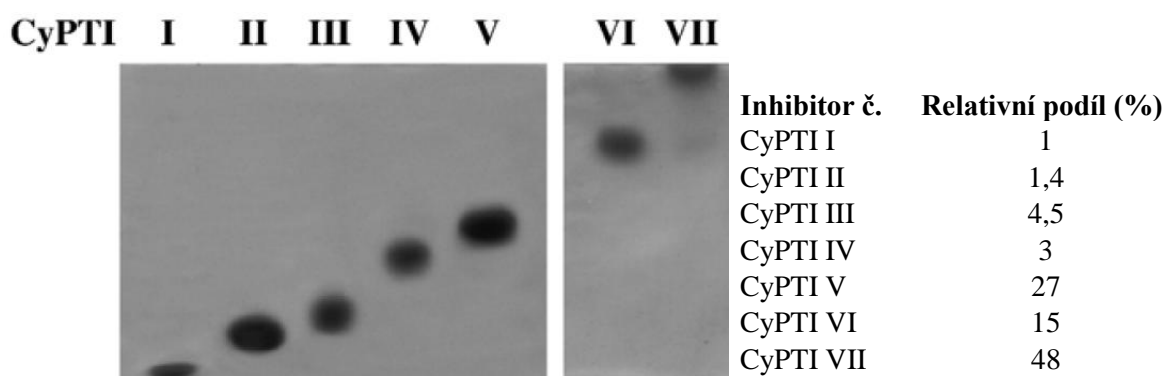
Rostliny produkují celou řadu proteinů. Proteasy jsou enzymy štěpící peptidové vazby v proteinech a mohou být rozděleny do čtyř tříd (serinové, cysteinové, aspartátové proteasy a metaloproteasy), podle aminokyselinového zbytku ve svém aktivním místě. Serinové proteasy mají ve svém aktivním místě zbytek serinu [38].

Proteolytické enzymy jsou fyziologicky nezbytné, ale při jejich nekontrolované činnosti může dojít k destrukci proteinových součástí vlastních buněk a tkání, proto je nutná jejich rovnováha. Porušení této rovnováhy je významným patogenním faktorem pro buňku. Nejúčinnějšími regulátory proteolytických enzymů jsou přirozené bílkovinné inhibitory proteas, antiproteinasy [39].

Inhibitory proteas mohou být klasifikovány na základě typu enzymů, které inhibují. V rostlinách slouží antiproteinasy jako zásobní proteiny (zdroj dusíku) a jako obranný mechanismus rostliny, který je spojen s inhibicí růstu různých patogenních bakteriálních a plísňových kmenů mikroorganismů. Inhibitory proteas byly dlouho považovány pouze za anti-nutriční látky, ale nyní se dostávají do popředí v souvislosti s jejich využitím v lékařství, kde jsou vzhledem k působení na patogenní mikroorganismy vhodnými kandidáty pro použití ve vývoji nových antimikrobiálních látek. Byl také zaznamenán jejich inhibiční účinek na růst nádorových buněk [38, 39, 40].

Přírodní inhibitory trypsinu, rovněž známé jako inhibitory serinové proteasy, jsou největší a nejrozmanitější skupinou inhibitorů proteas [37]. Trypsin je trávicí enzym, který se tvoří ve slinivce břišní a je aktivován v tenkém střevě, kde štěpí bílkoviny. Podílí se na správném trávení proteinů obsažených v potravě. Zvýšená nebo snížená hodnota v krvi může indikovat poškození buněk slinivky břišní a další závažná onemocnění [41]. Inhibitory serinové proteasy jsou schopny prostřednictvím inhibice trypsinu udržovat vyšší hladinu cholecystokininu v organismu, který zvyšuje u člověka pocit nasycení. Těchto účinků by mohlo být využito při snižování příjmu potravy a při léčbě obezity [38, 39].

Každý z dosud studovaných plodů z čeledi *Cucurbitaceae* obsahoval vlastní sadu inhibitorů trypsinu, které se liší v jejich primární struktuře. Studie na Caigui ukázala, že tento druh je jedním z nejbohatších zdrojů inhibitorů trypsinu. Ze semen Caigui bylo zjištěno pomocí afinitní chromatografie a následné elektroforéze v polyakrylamidovém gelu (PAGE) sedm nových inhibitorů trypsinu (CyPTI I – VII). Tyto inhibitory obsahují 28 – 30 aminokyselin a mají molekulovou hmotnost 3031 – 3367 Da. Ze semen o hmotnosti 0,5 kg bylo izolováno množství ekvivalentní 1 g čistých inhibitorů trypsinu [42].

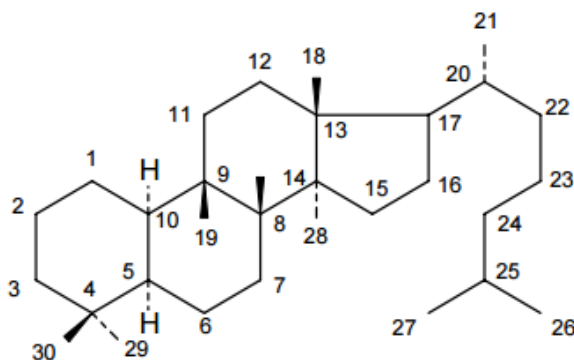


Obrázek 7: Přírodní inhibitory trypsinu izolované ze semen Caigui pomocí PAGE a jejich relativní podíl [42]

#### 4.8 Kukurbitaciny

Kukurbitaciny jsou sekundární metabolity, které byly původně identifikovány v rostlinách čeledi *Cucurbitaceae*. Jsou produkovány proti vnějším biologickým vlivům, zejména patogenním mikroorganismům, a svou hořkou chutí slouží i jako ochrana před býložravci. Ve vysokých dávkách, které se však v zelenině nevyskytují, byly klasifikovány jako vysoce toxická a extrémně hořká sloučenina. Nyní se dostávají do centra pozornosti pro svůj biologický účinek v závislosti na cílových buňkách. Vykazují např. protizánětlivé, antibakteriální a antidiabetické účinky. V posledních deseti letech bylo prokázáno, že inhibují proliferaci a indukují apoptosu nádorových buněk *in vitro* a *in vivo* [43, 44].

Kukurbitaciny jsou deriváty tetracyklického triterpenu kukurbitanu s názvem 19(10-9β)-abeo-5α-lanostan ( $C_{30}H_{54}$ , obrázek 8), s různými kyslíkovými substitucemi v různých polohách. Obvykle se vyskytují jako β-2-monoglykosidy, jejich sacharidová jednotka je tvořena z D-glukosy nebo L-rhamnosy. Od většiny ostatních tetracyklickými triterpenů se liší tím, že jsou vysoce nenasycené a obsahují četné keto, hydroxy a acetoxy-skupiny [43].

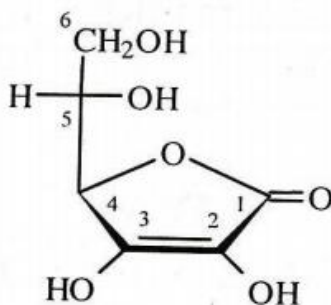


Obrázek 8: Základní skelet kukurbitanu [43]

V tropických a subtropických oblastech jsou tyto sloučeniny a jejich glykosidy známé svými pozitivními účinky, které přispívají k využívání rostlin čeledi *Cucurbitaceae* jak v potravinářství, tak v lidovém léčitelství. Široká přírodní a strukturální rozmanitost kukurbitacinů vyvolává značný zájem o analýzu chemické a biologické aktivity těchto sloučenin. V semenech *Caigui* bylo izolováno sedm strukturálně odlišných kukurbitacin glykosidů vykazujících biologickou aktivitu. Jejich struktury byly objasněny na základě spektrálních a chemických údajů. Kukurbitacin glykosidy byly analyzovány také v plodech, kde mohou způsobovat nahořklou chuť [45].

#### 4.9 Kyselina L-askorbová

Kyselina L-askorbová (obrázek 9) je základní biologicky aktivní redukovaná forma vitamínu C. Je silným antioxidantem a hraje důležitou roli jako kofaktor v mnoha biologických reakcích (např. syntéza neurotransmiterů, vasorelaxace), účastní se biosyntézy kolagenu, absorpce iontových forem železa, uplatňuje se v metabolismu cholesterolu [26].



Obrázek 9: Strukturální vzorec kyseliny L-askorbové [26]

Člověk není schopen kyselinu L-askorbovou syntetizovat v důsledku genetické mutace nebo delece genu kódující L-gulonolakton oxidasu (enzym katalyzující poslední krok

v biosyntéze kyseliny L-askorbové), proto musí být dostatečný přísun vitamínu C zajištěn ze stravy. Nízká hladina vitamínu C je spojena se zvýšenou nemocností a zvýšeným rizikem vzniku rakoviny a kardiovaskulárních onemocnění. Pro zajištění homeostasy v plazmě a tkáních je kyselina L-askorbová endogenně regulována specializovanou sadou transportních proteinů [46].

Působením vysoké teploty, pH, světla, přítomností kyslíku a kovů ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) se kyselina L-askorbová rychle oxiduje na snadno hydrolyzovatelnou kyselinu L-dehydroaskorbovou, která se účastní neenzymatického hnědnutí potravin. Tyto reakce jsou nevratné. Důsledkem je ztráta vitamínu C a tvorba nežádoucích barevných produktů [47].

Hodnota vitamínu C v prášku z lyofilizovaných plodů Caigui byla vyjádřena v mg kyseliny L-askorbové na 100 g sušiny. Prášek byl nejdříve extrahován 2%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  a dále analyzován podle Rivase et al., 2013. Obsah kyseliny L-askorbové byl stanoven na 122,82 mg/100 g sušiny. Podle vyhlášky č. 352/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin, činí doporučená denní dávka kyseliny L-askorbové 80 mg [48]. Z tohoto hlediska by DDD vitamínu C mohla pokrýt spotřeba asi 60 g prášku z lyofilizovaných plodů Caigui [21].

#### 4.10 Chemické prvky

Lze předpokládat, že podobně jako jiné rostlinné materiály, i plody Caigui mohou být významným zdrojem chemických prvků, či minerálních látek.

Chemické prvky v plodech Caigui byly analyzovány pomocí metody optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem. Tato analytická instrumentální metoda využívá jako zdroj k excitaci atomů nebo iontů plazma (ionizovaný plyn, nejčastěji argon, který je navenek elektroneutrální). Vzorek v plazmatu ionizuje a ionty emitují záření určitých vlnových délek, které je detekováno ve spektrometru, kde je převedeno na elektrický signál. Jeho vyhodnocování je používáno ke kvantitativní a kvalitativní analýze daného prvku. Průměrné koncentrace stanovovaných prvků v čerstvých plodech a v prášku z Caigui jsou uvedeny v tabulce 4 v mg analytu/100 g vzorku. Pro názornost jsou v tabulce 4 uvedeny také hodnoty chemických prvků v okurce, ve vodním melounu a hodnoty DDD těchto prvků podle vyhlášky č. 352/2009 Sb. [49, 50].

Tabulka 4: Obsah chemických prvků ve vzorcích z upravených plodů Caigui a v dalších plodech z čeledi Cucurbitaceae [21, 48, 50]

Prvek	Caigua (mg/100 g)	Prášek z Caigui (mg/100 g)	Okurka (mg/100 g)	Vodní meloun (mg/100 g)	DDD (mg)
Ca	11,9	480	14	7	800
Cu	0,013	-	0,071	0,042	1
Fe	0,21	5,2	0,22	0,24	14
K	152	7400	136	112	2000
Mg	8,4	199	12	10	375
Mn	0,074	-	0,073	0,038	2
Na	0,91	77	2	1	-
P	19,4	-	21	11	700
V	0,015	-	-	-	-
Zn	0,13	-	0,17	0,1	10

Výsledky ukazují, že plody Caigui mají velmi podobné složení chemických prvků jako uvedené plody z čeledi *Cucurbitaceae*. Byl zaznamenán vyšší obsah draslíku v čerstvých plodech (152 mg/100 g) a téměř čtyřnásobné množství DDD draslíku v prášku z lyofilizovaných plodů (7400 mg/100g sušiny). Naopak obsah sodíku v čerstvých plodech byl nejnižší (0,91 mg/100 g) v porovnání s vodním melounem (1 mg/100 g) a s okurkou (2 mg/100 g).

Vyhláška č. 352/2009 Sb., dále stanovuje, že za zdroj vitaminů a minerálních látek lze považovat doplňky stravy s obsahem alespoň významného množství vitaminů a minerálních látek, za které se považuje nejméně 15 % z hodnot doporučených denních dávek uvedených v tabulce 4, které je obsaženo ve 100 g [48]. S ohledem na tuto skutečnost by prášek z lyofilizovaných plodů Caigui nebo jeho úprava do formy želatinových tobolek mohly být užívány jako doplňky stravy pro příznivý obsah chemických prvků, zejména draslíku (7400 mg/100 g), vápníku (480 mg/100 g) a hořčíku (199 mg/100 g).

## 5 MOŽNOSTI VYUŽITÍ RŮZNÝCH ČÁSTÍ ROSTLINY CAIGUA JAKO FUNKČNÍCH POTRAVIN

Z uvedeného chemického složení různých vzorků je patrné, že Caigua by mohla být využívána pro výrobu funkčních potravin spíše v koncentrovanější práškové formě jakožto zdroj bioaktivních látek.

Nicméně pro možnost pěstování i v podnebí České republiky, by mohla sloužit i jako nová potravina k obohacení denní stravy s využitím různých kulinárních úprav pro zjištěnou příznivou antioxidační kapacitu v čerstvých plodech, která se působením tepla nezměnila. Pro nízký obsah cukru je možné plody také uplatnit v jídelníčku při redukčních dietách.

### 5.1 Kulinární využití Caigui

Mladé plody Caigui mají hráškovou chuť a jsou konzumovány především syrové (např. do zeleninových salátů) nebo mohou být kulinárně upravovány. Pro dlouhodobější uchovávání bývají konzervovány tepelnou sterilací ve sladkokyselém nálevu. Pro zralé plody je typická sladkokyselá chuť, připomínající chuť okurky a papriky. Tyto plody je možné po odstranění semen plnit masem, rybami nebo sýrem a zapékat obdobným způsobem jako papriky nebo je možné plody přidávat do polévek či připravovat zeleninové lečo atd. Odšťavněním plodů se získá nápoj, ze kterého mohou být prospěšné látky rychleji vstřebávány do krevního oběhu. Listy jsou chuťově neutrální, neustále dorůstají a lze je průběžně sklízet bez omezení plodnosti rostliny například pro přípravu špenátu [16, 18].



Obrázek 10: Kulinární úprava Caigui [51]



## 5.2 Využití plodů pro výrobu funkčních potravin

Prášek pro fortifikaci potravin je tedy možné připravit dehydratací nebo lyofilizací šťávy, plodů nebo semen. Prášek má vyšší koncentraci bioaktivních látek, vyšší biologickou dostupnost bioaktivních sloučenin *in vivo*, jednodušší údržnost a širší možnosti využití. Může být vmíchán do džusů nebo vody, přidán do čaje, smoothies či jiných nápojů, které by kromě hydratační funkce, mohly získat složení podporující zdraví konzumenta [16, 21]. Spolu s dalšími chuťově výraznými složkami by mohl sloužit k obohacení snídaňových kaší. Také by mohl být vhodně zakomponován do těsta při výrobě pekárenských výrobků (chléb, sušenky).

Pro tento účel byl sledován účinek bílého pšeničného chleba s přidavkem 1,5 g/kg bioaktivní práškové směsi z rostlin (*Cyclanthera pedata*, *Glycine max*, *Monascus*, *Cynara scolymus* a *Medicago sativa*) na zvýšenou hladinou cholesterolu a steatosu (hromadění tuku v plazmě buněk) u myši. Výsledky ukázaly hypocholesterolemický efekt a ústup steatosy [52]. Jinou možností by bylo přidání prášku do náplní závinů nebo koláčů, aby nebyly ovlivněny reologické vlastnosti těsta.

## 5.3 Využití Caigui jako doplňku stravy

Produkty z Caigui získávají na popularitě zejména v USA a jejich dostupnost na trhu během posledních let vzrostla také v České republice. Pro snadnější užívání může být prášek z plodů upravován do formy želatinových tobolek. Takto upravené produkty jsou některými výrobci uváděny na tuzemském trhu jako doplňky stravy nebo jako obecně pomocné prostředky podporující trávení tuků, přispívající ke správné hladině LDL cholesterolu a glukosy v krvi a regulaci vysokého krevního tlaku [8].



Obrázek 11: Tobolky z Caigui, Dr. Popov (DDD: 1 x 131 mg) [53]



Obrázek 12: Prášek z Caigui, Herbavis (DDD: 1 – 3 lžičky) [54]

Pro tento účel bylo provedeno několik klinických studií aktivity výrobků z Caigui, kdy bylo hodnoceno jejich působení proti zvýšené koncentraci cholesterolu a triacylglycerolů v krvi. Ta může být výsledkem primárního genetického defektu nebo vlivem získaných faktorů např. obezity, konzumací alkoholu či velkého množství glycidů, diabetes atd. [16, 55].

Výsledky studie se 60 pacienty provedené během jednoho roku vykazovaly snížení hladiny sérového cholesterolu u 82 % pacientů v průměru o 18,3 % (snížení LDL cholesterolu o 23 % a zvýšení HDL cholesterolu o 42 %). Pacientům bylo podáváno placebo nebo 4 tobolky po 300 mg dehydratované šťávy z plodů denně. Jiná studie se 17 pacienty vykazala průměrný pokles sérového cholesterolu o 21,51 % (pokles LDL cholesterolu o 22,57 % a triacylglycerolů o 16,33 %) za 21 dní po podávání 2 tobolek po 300 mg dehydratované šťávy. Další studie s 29 pacienty zaznamenala podobné výsledky do 10 dnů s celkovým poklesem cholesterolu o 21,1 % (zvýšení HDL cholesterolu o 63,55 % a snížením triacylglycerolů o 36,37 %). Pacientům bylo denně podáváno 100 ml čerstvé šťávy z plodů (množství ekvivalentní 6 čerstvým plodům). Výzkum potvrdil, že Caigua může ovlivňovat snižování hladiny celkového cholesterolu v krvi. Při studii těchto přípravků nebyly zjištěny žádné kontraindikace, interakce s jinými léčivými přípravky nebo nežádoucí účinky [16].

#### 5.4 Lidové využití Caigui v peruánském regionu

V Peru jsou kulinárně upravovány především plody a listy Caigui, ale různé části rostliny jsou využívány také v lidovém léčitelství. Ze semen v plodech je připravován odvar, který je používán pro regulaci vysokého krevního tlaku nebo se semena suší a drtí jsou užívána proti střevním parazitům. Plody se doporučují při poruchách zažívacího traktu. Odvar z listů se popíjí při diabetes ve spojení s hypoglykemickými účinky. Při zánětu mandlí se plody vaří v mléce, které se následně užívá jako kloktadlo. Šťáva z plodů je tradičně používán při potížích s vysokou hladinou cholesterolu v krvi, při hypertenzi, arterioskleróze, diabetes nebo gastrointestinálních poruchách. Listy a plody vařené v olivovém oleji bývají formou obkladů přikládány jako lokální analgetikum a na infikované pokožce mají působit proti zánětu. Kořeny se využívají při čištění zubů [16].

## ZÁVĚR

Caigua představuje rostlinu z čeledi *Cucurbitaceae*, které je přisuzován kladný účinek na lidské zdraví jejím působením na snížení vysoké hladiny cholesterolu v krvi, krevního tlaku, regulaci glykemie a protizánětlivým vlastnostem. Z tohoto důvodu byl hodnocen její fytochemický profil a možnosti využití jako funkční potraviny.

V čerstvých plodech Caigui nebylo zjištěno výrazně vyšší množství látek, které by mohly podporovat lidské zdraví a činily samotné plody rostliny funkční potravinou. Bylo však zjištěno velmi malé množství celkových cukrů (0,53 %) a redukujících cukrů (0,47 %), čehož by mohlo být využito při redukčních dietách. Také obsah hrubého proteinu (0,4 %) a fenolických látek (21,65 g GAE/100 g sušiny) v čerstvých plodech byl hodnocen jako nízký. Kladně byla hodnocena relativně vysoká antioxidační aktivita ve vodném extraktu z čerstvých plodů ( $SC_{50}$  2  $\mu$ g GAE/ml), která nebyla ovlivněna zahříváním a poskytuje tak možnosti v kulinárních úpravách.

Většího významu by mohl mít prášek získaný z lyofilizovaných nebo dehydratovaných plodů Caigui, ve kterém byl zjištěn vyšší podíl bioaktivních látek. V prášku z lyofilizovaných plodů byla zjištěna asi třicetinásobná hodnota fenolických látek (670 mg GAE/100 g sušiny) a padesátinásobné množství flavonoidů (266 mg GAE/100 g sušiny) v porovnání s čerstvými plody. Antioxidační aktivita prášku z dehydratovaných plodů byla vyhodnocena metodou založenou na inhibici radikálu DPPH a činila 71 %. Ačkoli tento prášek z Caigui nevykazoval funkční vlastností souvisící s antidiabetickým potenciálem (nízká inhibiční aktivita  $\alpha$ -amylasy – 15 % ve 25 mg sušiny a střední inhibiční aktivita  $\alpha$ -glukosidasy – 44 % ve 2,5 mg sušiny), jeho ACE-I inhibiční aktivita *in vitro* ve spojení s antihypertenzním potenciálem byla vysoká – 95 % ve 2,5 mg sušiny. Na základě této skutečnosti by fortifikace pečárenských výrobků práškem z Caigui nebo jeho přídavek do nápojů či snídaňových kaší mohly mít potenciál při výrobě funkčních potravin, které by mohly přispívat ke snížení vysokého krevního tlaku, faktoru mnoha kardiovaskulárních onemocnění. V prášku byl dále zjištěn významný obsah chemických prvků – draslíku (7400 mg/100 g), vápníku (480 mg/100 g) a hořčíku (199 mg/100 g). Tato množství byla vyhodnocena jako dostatečná (vyšší než 15 % z DDD) pro užívání prášku (nebo jeho úprav do formy želatinových tobolek) jako doplňků stravy. Tato skutečnost odpovídá tomu, že na tuzemském trhu jsou produkty z Caigui již uváděny jako doplňky stravy.

Další využití by mohla mít semena Caigui a z nich vyrobený prášek, ve kterých byla zjištěna přítomnost sedmi strukturálně odlišných kukurbitacin glykosidů vykazujících biologickou aktivitu. Rostliny si je vytváří jako obranné faktory před patogenními mikroorganismy, jejich množství však doposud nebylo stanoveno. Semena obsahovala také inhibitory trypsinu. Ze semen o hmotnosti 0,5 kg bylo izolováno množství ekvivalentní 1 g čistých inhibitorů trypsinu. Tyto inhibitory jsou sledovány pro možnosti využití v lékařství (např. při léčbě obezity, pro inhibiční účinek na růst nádorových buněk nebo využití jako antimikrobiálních látek). Prášek ze semen by mohl být používán obdobným způsobem jako prášek vyrobený z plodů.

Klinickými výzkumy byla posuzována aktivita šťávy a tobolek z Caigui, které byly pacientům podávány po určitou dobu ve stanovených dávkách. Výsledky poukázaly na pozitivní vliv na snížení koncentrace hladiny cholesterolu a triacylglycerolů v krvi. Konkrétní látka, která by mohla přispívat ke snížení vysoké hladiny cholesterolu v krvi, však doposud nebyla v literárních zdrojích popsána.

Prášek z Caigui má potenciál jako zdroj funkční složky pro výrobu funkčních potravin, které by mohly přispívat ke snížení vysokého krevního tlaku, vysoké hladiny cholesterolu v krvi a protizánětlivým vlastnostem. Výše uvedené možnosti využití prášku pro výrobu funkčních potravin je však nutné prostudovat kvůli množství prášku určeného k obohacení, možnému ovlivnění jeho biologické aktivity, reologických a sensorických vlastností fortifikovaných potravin. Pozornost by také musela být věnována označení a použití tvrzení na obalu funkčních výrobků z Caigui, jejichž legislativa není prozatím jasně definována.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] STEIN, J. Alexander a Emilio RODRÍGUEZ-CEREZO. Functional Food in the European Union. *IPTS – Institute for Prospective Technological Studies* [online]. 2008 [cit. 2016-05-02]. ISSN 1018-5593. Dostupné z: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC43851.pdf>
- [2] KVASNIČKOVÁ, Alexandra. ILSI Europe: Funkční potraviny. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 2008 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/ils-europe-funkcni-potraviny.aspx>
- [3] KOHOUT, Pavel. *Potraviny - součást zdravého životního stylu*. Olomouc: Solen, 2010, 106 s. ISBN 978-80-87327-39-5
- [4] BERÁNKOVÁ, Jana. Funkční potraviny a legislativa. *Agro navigátor: Ústav zemědělské ekonomiky a informací* [online]. 2009 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13>
- [5] SCHULZOVÁ, Věra a Jan PÁNEK. *Nutraceutika a funkční potraviny* [online]. Praha, 2015. VŠCHT [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/3751940-Nutraceutika-a-funkcni-potraviny-doc-dr-ing-vera-schulzova-doc-ing-jan-panek-csc.html>
- [6] BULKOVÁ, Věra. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011, 162 s. ISBN 978-80-7013-532
- [7] KALAČ, Pavel. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona, 2003. 130 s. ISBN 80-7322-029-6
- [8] PERLÍN, Ctibor. Budoucnost funkčních potravin [online]. In: *Agro navigátor* [online]. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2014 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=14&typ=1&val=23787&ids=188>
- [9] KUNOVÁ, Václava. *Zdravá výživa*. Praha: Grada, 2004, 136 s. ISBN 80-247-0736-5
- [10] KOHOUT, Pavel. Možnosti ovlivnění imunitního systému nutraceutiky. *Klinická Farmakologie* [online]. 2010, 24(1), 47–50, [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.klinickafarmakologie.cz/pdfs/far/2010/01/09.pdf>

- [11] Bezpečnost potravin A-Z: Nutraceutika. *Informační centrum bezpečnosti potravin, Ministerstvo zemědělství* [online]. 2012 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92488.aspx>
- [12] GULATI, Om P. a Peter BERRY OTTAWAY. Legislation relating to nutraceuticals in the European Union with a particular focus on botanical-sourced products. *Toxicology* [online]. 2006, 221(1), 75-87 [cit. 2016-05-02]. ISSN 0300483x. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300483X06000412>
- [13] OPLETAL, Lubomír. *Přírodní látky a jejich biologická aktivita*. Praha: Karolinum, 2010, 378 s. ISBN 978-80-246-1884-5
- [14] HANUŠTIAK, Pavel et al. Funkční potraviny - Také s flavonoidy?. *Kvalita potravin* [online]. 2007, 7(1), 20–21 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: [57] [http://web2.mendelu.cz/af\\_239\\_nanotech/data/08/publikace/2007/Hanustiak\\_potrav.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_239_nanotech/data/08/publikace/2007/Hanustiak_potrav.pdf)
- [15] Integrated Taxonomic Information System. *ITIS* [online]. 2011 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN)
- [16] Tropical Plant Database. *Raintree* [online]. Texas, 2012 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.rain-tree.com/caigua.htm#.VkWydnYvfIX>
- [17] Caigua (Achocha). *Specialty Produce* [online]. 2016 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: [http://www.specialtyproduce.com/produce/Caigua\\_Achocha\\_9560.php](http://www.specialtyproduce.com/produce/Caigua_Achocha_9560.php)
- [18] Achoča-achocha. *Pěstování exotické rostliny Cyclanther pedata* [online]. ČR [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://achocha.unas.cz/>
- [19] MACCHIA, Mario et al. Agronomic and phytochemical characterization of *Cyclanthera pedata* Schrad. cultivated in central Italy. *African Journal of Microbiology Research* [online]. 2009, (3) [cit. 2016-05-01]. ISSN 1996-0808. Dostupné z: [www.academicjournals.org/ajmr](http://www.academicjournals.org/ajmr)
- [20] Caigua Bolivian Giant Achocha *Cyclanthera Pedata* Seeds. *Pinterest* [online]. 2016 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <https://uk.pinterest.com/pin/407927678729520308/>
- [21] RIVAS, Marisa et al. Nutritional, Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of *Cyclanthera pedata*, an Andinean Fruit and Products Derived from Them. *Food and Nutrition Sciences* [online]. 2013, 04(08), 55-61 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: [http://file.scirp.org/pdf/FNS\\_2013072616360539.pdf](http://file.scirp.org/pdf/FNS_2013072616360539.pdf)

- [22] MONTORO, Paola, Virginia CARBONE a Cosimo PIZZA. Flavonoid from the leaves of *Cyclanthera pedata*: two new malonyl derivatives. *Phytochem. Anal.* [online]. 2005, 16(3), 210-216 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1002/pca.847/epdf>
- [23] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 8090239137
- [24] KOPLÍK, Richard. *Analýza potravin v kontrolní praxi: Ovoce a zelenina* [online]. Praha, 2015. VŠCHT [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: [http://web.vscht.cz/~koplikr/4\\_Ovoce\\_a\\_zelenina.pdf](http://web.vscht.cz/~koplikr/4_Ovoce_a_zelenina.pdf). VŠCHT Praha
- [25] KOPEC, Karel. *Zelenina ve výživě člověka*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2010, 159 s. ISBN 978-80-247-2845-2
- [26] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 8090239145
- [27] FRAGA, G. Cesar. *Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology*. N.J.: John Wiley & Sons, Inc., 2010. ISBN 04-702-8721-7
- [28] SLATINA, Jiří a Eva TÁBORSKÁ. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chem. Listy* [online]. 2004, 98, 239 – 245 [cit. 2016-02-05]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004\\_05\\_02.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_05_02.pdf)
- [29] CROZIER, Alan, Indu B. JAGANATH a Michael N. CLIFFORD. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports* [online]. 2009, 26(8), 1001 [cit. 2016-02-06]. ISSN 0265-0568. Dostupné z: <http://xlink.rsc.org/?DOI=b802662a>
- [30] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 3*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 8090239153
- [31] MONTORO, Paola et al. 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* [online]. 2001, 49(11), 5156-5160 [cit. 2015-11-28]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf010318q>
- [32] ŠTÍPEK, Stanislav. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a nemoci*. Praha: Grada, 2000. ISBN 8071697044
- [33] PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÍKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidantní aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické listy* [online]. Praha:



- Česká společnost chemická, 2004, 98(4), 174-179 [cit. 2016-03-07]. ISSN 0009-2770. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004\\_04\\_03.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_04_03.pdf)
- [34] RANILLA, Lena Galvez et al. Phenolic compounds, antioxidant activity and in vitro inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. *Bioresource Technology* [online]. 2010, 101(12), 4676-4689 [cit. 2016-03-07]. ISSN 09608524. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852410001793>
- [35] CHVÁTALOVÁ, Kateřina. *Studium antiradikálové aktivity fenolových kyselin a jejich vlivu na redoxní stav železa a mědi*. Brno, 2006. Disertační práce. Masarykova univerzita v Brně
- [36] MARTIN, Jan a Jaroslav DUŠEK. Inhibice  $\alpha$ -amylázy a  $\alpha$ -glukosidázy přírodními látkami. *Prakt. lékáren.* [online]. 2009, 5(2), 92–95 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2009/02/09.pdf>
- [37] OGBRU, Omudhome. ACE Inhibitors (Angiotensin Converting Enzyme Inhibitors). *MedicineNet* [online]. 2015 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=16978>
- [38] KIM, Jin-Young et al. Protease Inhibitors from Plants with Antimicrobial Activity. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2009, 10(6), 2860-2872 [cit. 2016-03-07]. ISSN 14220067. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1422-0067/10/6/2860/>
- [39] KOTYZA, Jaromír. Proteinázy a antiproteinázy: biomedicinské korelace. *Bratisl. Lek. Listy.* 101(8), 445-449, 2000
- [40] HRAŠKA, Marek, Slavomír RAKOUSKÝ a Vladislav ČURN. Inhibitory proteas, mechanismy účinku a perspektivy jejich využití v transgenozí rostlin. *Chem. Listy* [online]. 2006, 100, 501–507 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/11382369-Inhibitory-proteas-mechanismy-ucinku-a-perspektivy-jejich-vyuziti-v-transgenozii-rostlin.html>
- [41] HELLER, Jiří, Martin VÍZEK a Jana PAŘÍZKOVÁ. *Poznámky k přednáškám z fyziologie 2. díl*. Jinočany: H & H, 1993. ISBN 8085787164
- [42] KOWALSKA, Jolanta, Agnieszka ZABŁOCKA a Tadeusz WILUSZ. Isolation and primary structures of seven serine proteinase inhibitors from *Cyclanthera ped-*

- ta seeds. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects* [online]. 2006, 1760(7), 1054-1063 [cit. 2016-03-07]. ISSN 03044165. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304416506000821>
- [43] JØRN, Gry et al. *Cucurbitacins in plant food*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2006. ISBN 9789289313810
- [44] ALGHASHAM, A. Abdullah. Cucurbitacins – A Promising Target for Cancer Therapy. *International Journal of Health Sciences* [online]. 2013, 7(1), 77-89 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3612419/>
- [45] DE TOMMASI, Nunziatina et al. Studies on the Constituents of *Cyclanthera pedata* (Caigua) Seeds: Isolation and Characterization of Six New Cucurbitacin Glycosides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 1996, 44(8), 2020-2025 [cit. 2016-05-02]. ISSN 00218561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf950532c>
- [46] FRIKKE-SCHMIDT, Henriette et al. L-dehydroascorbic acid can substitute l-ascorbic acid as dietary vitamin C source in guinea pigs. *Redox Biology* [online]. 2016, 7, 8-13 [cit. 2016-03-18]. ISSN 22132317. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213231715300045>
- [47] SPÍNOLA, Vítor, Eulogio J. LLORENT-MARTÍNEZ a Paula C. CASTILHO. Determination of vitamin C in foods: Current state of method validation. *Journal of Chromatography A* [online]. 2014, 1369, 2-17 [cit. 2016-03-18]. ISSN 00219673. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002196731401557X>
- [48] ČESKO. Vyhláška č. 352/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin. In *Sbírka zákonů ČR, ročník 2009, částka 110*. Dostupné na: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-352>> [cit. 2009-10-15]. ISSN 1211-1244
- [49] TICOVÁ, Barbora. *Charakterizace a diagnostika optického spektrometru s indukčně vázaným plazmatem*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita
- [50] OLIVEIRA, Adriana Caires et al. Determination of the mineral composition of Caigua (*Cyclanthera pedata*) and evaluation using multivariate analysis. *Food Chemistry* [online]. 2014, 152, 619-623 [cit. 2016-03-21]. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814613018773>

- [51] Preparar Plato Caigua Rellena. *Mistura Perú* [online]. 2013 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://solorecetasperuanas.blogspot.cz/>
- [52] POZZO, Luisa et al. Effect of white wheat bread and white wheat bread added with bioactive compounds on hypercholesterolemic and steatotic mice fed a high-fat diet. *J Sci Food Agric* [online]. 2015, 95, 2454–2461 [cit. 2016-04-25]. ISBN 10.1002/jsfa.6972. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.697>
- [53] Dr. Popov Caigua 60 kapslí. *Dary Země* [online]. 2016 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.daryzeme.cz/dr-popov-caigua-60-kapsli>
- [54] Caigua. *Herbavis* [online]. 2013 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.herbavis.cz/praskove-formy/caigua.html>
- [55] BURYŠKA, Jan. Hypertriglyceridemie. *Interní Med.* [online]. 2005, 9 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2005/09/05.pdf>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

USA	United States of America – Spojené státy americké
FOSHU	Foods for Specified Health Use – potraviny pro specifikované zdravotní účely
FUFOSE	Functional Food Science in Europe – nauka o funkčních potravinách v Evropě
ILSI	International Life Sciences Institute – Mezinárodní vědecký komitét pro vědy o životě
EU	Evropská unie
EP	Evropský parlament
EFSA	European Food Safety Authority – Evropský úřad pro bezpečnost potravin
LDL	Low-density lipoprotein – lipoprotein o nízké hustotě
BSE	Bovine Serum Albumin – hovězí sérový albumin
UV	Ultraviolet – ultrafialové záření
GAE	Gallic acid – kyselina galová
RNS	Reactive Nitrogen Species – reaktivní dusíkové radikály
ROS	Reactive Oxygen Species – reaktivní kyslíkové radikály
DNA	Deoxyribonucleic acid – kyselina deoxyribonukleová
DPPH	2,2'-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl
ABTS	2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonát)
SC	Scavenging activity – pohlcující aktivita
ACE-I	Angiotensin I-Converting Enzyme – Angiotensin I-konvertující enzym
PAGE	Polyacrylamide gel electrophoresis – elektroforéza v polyakrylamidovém gelu
CyPTI I – VII	<i>Cyclanthera pedata</i> Trypsin Inhibitors – inhibitory trypsinu v <i>Cyclanthera pedata</i>

DDD            Doporučená denní dávka

HDL            High-density lipoprotein – lipoprotein o vysoké hustotě

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Plody Caigui [17] .....	16
Obrázek 2: Semena Caigui [17] .....	17
Obrázek 3: Plody a květy Caigui [20] .....	17
Obrázek 4: a) Čerstvé plody Caigui b) Prášek připravený z lyofilizovaných a rozdrčených plodů [21] .....	18
Obrázek 5: Flavanový skelet [30] .....	22
Obrázek 6: Struktura flavonoidních glykosidů izolovaných z Caigui [31] .....	23
Obrázek 7: Přírodní inhibitory trypsinu izolované ze semen Caigui pomocí PAGE a jejich relativní podíl [42] .....	28
Obrázek 8: Základní skelet kukurbitanu [43] .....	29
Obrázek 9: Strukturní vzorec kyseliny L-askorbové [26] .....	29
Obrázek 10: Kulinární úprava Caigui [51] .....	32
Obrázek 11: Tobolky z Caigui, Dr. Popov (DDD: 1 x 131 mg) [53] .....	33
Obrázek 12: Prášek z Caigui, Herbavis (DDD: 1 – 3 lžičky) [54] .....	34

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Obsah rozpustných proteinů ve vzorcích z upravených plodů Caigui [21].....	19
Tabulka 2: Obsah celkových a redukujících cukrů ve vzorcích z upravených plodů Caigui [21].....	20
Tabulka 3: Obsah fenolických látek ve vzorcích z upravených plodů Caigui [21].....	24
Tabulka 4: Obsah chemických prvků ve vzorcích z upravených plodů Caigui a v dalších plodech z čeledi Cucurbitaceae [21, 48, 50] .....	31