

# Antioxidační a antimikrobiální účinky listů jakonu

Bc. Kateřina Zajíčková

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie a mikrobiologie potravin  
akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kateřina ZAJÍČKOVÁ**  
Osobní číslo: **T10736**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
  
Téma práce: **Antioxidační a antimikrobiální účinky listů jakonu.**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Andské plodiny, botanický popis, rozšíření a pěstování.
2. Chemické složení a biologické účinky jejich komponent, zejména antioxidantů.
3. Látky s antimikrobiálními účinky a jejich působení.

### II. Praktická část

1. Ve vzorcích listů jakonu stanovte obsah celkových polyfenolů, antioxidační aktivitu a antimikrobiální účinky.
2. Výsledky konfrontujte s vědeckou literaturou.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Davídek, J., Velíšek, J. *Analýza potravin*, Ediční středisko VŠCHT, Praha, 1992.

[2] Velíšek, J. *Chemie potravin*, I, II, III. OSSIS, Tábor.

[3] Valentová, K., Frček, J., Ulrichová, J. *Jakon (Smallanthus sonchifolius) a maka (Lepidium meyenii), tradiční andské plodiny jako nové funkční potraviny na evropském trhu*. 2001, *Chemické listy*, 95, s. 594–601.

[4] Fernández, E., Viehmannová, I. a kol. *Netradiční plodiny pro diabetiky*. Grada Publishing, Praha, 2010.

Vedoucí diplomové práce:

**Mgr. Monika Dvořáková, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**1. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

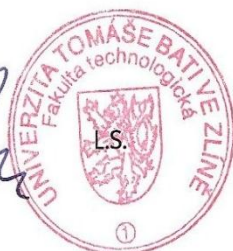
**2. května 2012**

Ve Zlíně dne 10. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

*děkan*





doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: Zajícová Kateřina


Obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

## PROHLÁŠENÍ

Prohláším, že

- Éberu na v domě, 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>;
- Éberu na v domě, 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;
- Ébyl/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, zejména § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- Éberu na v domě, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- Éberu na v domě, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo o 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 (ať do jejich skutečné výše);
- Éberu na v domě, 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;
- Éberu na v domě, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popřímo soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti mne bude považováno za neobhájení práce.

Ve Zlíně 2. 5. 2012



.....

<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 nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

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

## **ABSTRAKT**

Cílem této diplomové práce bylo zjistit obsah celkových antioxidantů a polyfenolů ve vybraných druzích listů jakonu. Dále bylo úkolem zjistit antimikrobiální účinky a v neposlední řadě organoleptické vlastnosti vodného výluhu z listů. Teoretická část obsahuje charakteristiku jednotlivých andských okopanin, popis chemického složení listů a hlíz a biologické účinky listů jakonu. V praktické části jsou pak vyhodnoceny výsledky laboratorních analýz a konfrontovány s literaturou. Na základě měření byl zjištěn obsah antioxidantů a polyfenolů ve vybraných druzích jakonu. Antimikrobiální účinky nebyly potvrzeny. Pro dokreslení charakteru jednotlivých druhů bylo provedeno senzorní hodnocení a bylo statisticky vyhodnoceno.

**Klíčová slova:** Jakon, antioxidanty, polyfenoly, antimikrobiální účinky, senzorní analýza

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis was to determine the total content of antioxidants and polyphenols in selected types of yacon leaves. The next task was to determine antimicrobial effects and finally organoleptic properties of aqueous extract solution from the leaves. The theoretical part contains the individual characteristics of Andean root crops, description of the chemical composition of leaves and tubers and biological effects of yacon leaves. In the practical part there are results of laboratory analysis, which are compared with literature. Based on the measurement there was found the content of antioxidants and polyphenols in selected types of yacon. Antimicrobial effects were not confirmed. The sensory analysis was done and statistically evaluated to illustrate the nature of each species.

**Keywords:** Yacon, antioxidants, polyphenols, antimicrobial effects, sensory analysis

Tímto bych chtěla podkovat svoji vedoucí diplomové práce Mgr. Monice Dvořákové, Ph.D. a doc. RNDr. Leon Buřákové, Ph.D. za obětavou pomoc, odborné vedení, cenné rady a čas, který mi v průběhu vypracovávání mé diplomové práce, jak části teoretické, tak i praktické. Dále bych chtěla podkovat všemi pracovníky v Ústavu technologie a mikrobiologie potravin a Ústavu biochemie a analýzy potravin za pomoc v laboratorních. Ráda bych také podkovoala celé své rodině, za vřelou podporu po celou dobu mého studia.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka. Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

\_\_\_\_\_

Podpis

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>1 ANDSKÉ PLODINY</b> .....	<b>10</b>
1.1 JAKON .....	10
1.1.1 Botanický popis .....	11
1.1.2 Roz-í ení .....	13
1.1.3 P stování .....	13
1.2 MAKA .....	14
1.2.1 Botanický popis .....	14
1.2.2 Roz-í ení .....	15
1.2.3 P stování .....	15
1.3 OCA .....	16
1.3.1 Botanický popis .....	16
1.3.2 Roz-í ení a p stování .....	17
1.4 ACHIPA .....	18
1.4.1 Botanický popis .....	18
1.4.2 Roz-í ení a p stování .....	18
1.5 ARAKA A .....	19
1.5.1 Botanický popis .....	20
1.5.2 Roz-í ení a p stování .....	20
1.6 MELOK .....	21
1.6.1 Botanický popis .....	21
1.6.2 Roz-í ení .....	22
1.6.3 P stování .....	22
1.7 LICHONICE HLÍZNATÁ .....	23
1.7.1 Botanický popis .....	23
1.7.2 Roz-í ení .....	24
1.7.3 P stování .....	24
<b>2 CHEMICKÉ SLOŤENÍ A ANTIOXIDA NÍ Ú INKY JAKONU</b> .....	<b>25</b>
2.1 CHEMICKÉ SLOŤENÍ LIST JAKONU .....	25
2.2 CHEMICKÉ SLOŤENÍ HLÍZ JAKONU .....	28
2.3 ANTIOXIDA NÍ Ú INKY JAKONU .....	29
2.3.1 Antioxidanty .....	29
2.3.2 Antioxida ní ú inky .....	30
2.4 METODY PRO STANOVENÍ ANTIOXIDA NÍ AKTIVITY .....	31
2.4.1 Metody zaloŤené na eliminaci radikál .....	31
2.4.2 Metody zaloŤené na hodnocení redoxních vlastností látek .....	32
2.4.3 Stanovení celkových polyfenol .....	33
<b>3 ANTIMIKROBIÁLNÍ Ú INKY LIST JAKONU</b> .....	<b>34</b>
3.1 MECHANISMUS P SOBENÍ .....	34
3.1.1 Inhibice syntézy bun né st ny .....	34
3.1.2 Po-kození syntézy plazmatické membrány .....	34
3.1.3 Inhibice proteosyntézy .....	35
3.1.4 Porucha syntézy nukleových kyselin .....	35



3.1.5	Inhibitory intermediárního metabolismu (kompetitivní inhibice).....	35
3.2	ANTIMIKROBIÁLNÍ ÚINKY.....	35
3.3	METODY PRO STANOVENÍ ANTIMIKROBIÁLNÍCH LÁTEK.....	36
3.3.1	Diluční metody.....	37
3.3.2	Difúzní metody.....	37
<b>4</b>	<b>CÍL PRÁCE.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>41</b>
5.1	CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH VZORKŮ.....	41
5.2	CHEMICKÉ ANALÝZY.....	42
5.2.1	Stanovení obsahu vlhkosti v listech jakonu.....	42
5.2.2	Lyofilizace.....	42
5.2.3	Extrakce.....	42
5.2.4	Stanovení celkových polyfenolů.....	43
5.2.5	Antioxidační aktivita – metoda DPPH.....	43
5.2.6	Antioxidační aktivita – metoda ABTS.....	44
5.2.7	Antioxidační aktivita – metoda FRAP.....	44
5.3	MIKROBIOLOGICKÁ STANOVENÍ.....	45
5.3.1	Odpaření ethanolu.....	45
5.3.2	Testovací kultury.....	45
5.3.3	Příprava filvých pŮd.....	46
5.3.4	Fyziologický roztok.....	47
5.3.5	Mikrodiluční metoda.....	47
5.3.6	Disková difúzní metoda.....	48
5.4	SENZORICKÉHO HODNOCENÍ.....	49
5.4.1	Podmínky sensorického hodnocení.....	49
5.4.2	Příprava vzorků.....	49
5.4.3	Vlastní sensorické hodnocení.....	49
5.4.4	Statistické hodnocení.....	50
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>51</b>
6.1	STANOVENÍ OBSAHU VLNKOSTI LISTŮ JAKONU.....	51
6.2	STANOVENÍ CELKOVÝCH POLYFENOLŮ.....	51
6.3	ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA.....	56
6.3.1	Metoda DPPH.....	56
6.3.2	Metoda ABTS.....	57
6.3.3	Metoda FRAP.....	59
6.4	VÝSLEDKY MIKROBIOLOGICKÝCH ANALÝZ.....	63
6.4.1	Diluční metoda.....	63
6.4.2	Disková difúzní metoda.....	63
6.5	VÝSLEDKY SENZORICKÉHO HODNOCENÍ.....	63
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>81</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>83</b>

## ÚVOD

Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) je vytrvalá bylina patřící do čeledi hvězdčovitě (Asteraceae). Jedná se o tradiční plodinu rostoucí především na východních svazích And ve vysokohorských oblastech od Kolumbie až po severozápadní Argentinu. V oblasti svého původu je používán jako součást běžné stravy a je uznáván jako léčivá rostlina. Do České republiky se dostal až v roce 1993. Je to zapříčineno otevřením trhu na začátku 90. let 20. století, a s tím související jeho obohacení o nové druhy ovoce a zeleniny pocházející z různých oblastí světa.

Popularita jakonu u nás vzrostla hlavně kvůli jeho antidiabetickým, nutričním a imunostimulačním účinkům hlíz. Hlízy jsou používány k výrobě přírodních sladidel, sirupů vhodné pro osoby trpícími zánětlivými problémy. Je možná jejich konzumace buď syrová jako zelenina nebo po tepelné úpravě.

Bylo zjištěno, že i listy mají antidiabetické účinky. Listy jsou využívány pro výrobu aje snižující hladinu glukózy v krvi. Je možné jejich použití i jako krmivo pro zvířata kvůli vysokému obsahu bílkovin. Bylo dokázáno, že jakonové listy obsahují vysoké množství celkových polyfenolů a vykazují antioxidační aktivitu. Antioxidanty slouží jako obranný systém proti účinkům volných radikálů na lidský organismus. Volné radikály způsobují četné reakce, které ovlivňují biologicky významné složky a mění jejich strukturu, a tím modifikují jejich funkce. V důsledku těchto reakcí může dojít k poruchám imunitního systému, předčasnému stárnutí, nádorovým onemocněním atd. Antioxidanty reagují s volnými radikály a tuto četnou reakci ukončí. Jelikož obsahuje jakon i antimikrobiální látky, není v této době potřeba při pěstování používat pesticidy. Účinky těchto látek byly testovány na vybrané mikroorganismy.

Poznatky o znacích a vlastnostech jakonu jsou poměrně omezené, proto jsem se zaměřila na studium těchto znaků. Cílem diplomové práce bylo tedy charakterizovat jakon, stanovit jeho antioxidační aktivitu, obsah celkových polyfenolů a antimikrobiální účinky. Pro ucelenou charakteristiku byly vodné výluhy z listů zhodnoceny i senzoryckou analýzou.

## **I. TEORETICKÁ ÁST**

## 1 ANDSKÉ PLODINY

Andské plodiny rostou ve vysokých nadmořských výškách ve velmi drsných podmínkách způsobených suchem, mrazem a vystavením UV záření. Mezi tyto plodiny se řadí minimálně 25 druhů okopanin, které náleží do 16 botanických druhů a 15eledí. Jejich největší rozmanitost je hlavně v severní a střední části Andského pohoří. Andské plodiny se pěstují především pro své podzemní části a jsou tradiční, ale ne výhradně, využívány pro obživu domorodých národů andských zemí [1]. Tyto méně známé druhy okopanin obsahují vysoké množství vitaminů, stopových prvků a vlákniny. Navíc jsou charakteristické svými dobrými výnosy, mohou vykazovat léčivé vlastnosti, a také mají vysoký potenciál pro další výzkum a použití v dalších oblastech světa. Mezi tyto plodiny jsou řazeny: jakon (*Polymnia sonchifolia*), maka (*Lepidium meyenii*), oca (*Oxalis tuberosa*), achipa (*Pachyrhizus ahipa*), araka a (*Arracacia xanthorrhiza*), melok (*Ullucus tuberosus*), lichočičnice hlíznatá (*Tropaeolum tuberosum*) aj [2].

### 1.1 Jakon

Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) je vytrvalá bylina patřící doeledi hvězdčkovité (*Asteraceae*) [3], roste planě především na východních svazích And, a to v nadmořské výšce do 3 300 m, od Kolumbie až po severozápadní Argentinu [4]. Jde o tradiční plodinu Inků, která se v Peru, Bolívii a Argentině nazývá šyacón, v Ekvádoru se používá výraz šjicama, což je však mezinárodní výraz pro zcela jinou rostlinu (*Pachyrhizus*). V pobřežním archeologickém nalezišti Nazca (500 až 1200 n. l.) bylo objeveno v nejstarším zobrazení jakonu na textilích a keramice [3]. Často se pěstuje v domácích zahradách v severní Argentině a můžete se s ním setkat i na trzích v Ekvádoru [5]. Původně z And se jakon dostal do Evropy v 30. letech 19. století, kde se nejdříve pěstoval v Itálii a později i v Německu. V polovině 80. let minulého století byla tato plodina zavedena na Nový Zéland, do Austrálie, USA a Japonska [6]. Do České republiky byl jakon poprvé dovezen v 1993 v rámci projektu Institutu tropického a subtropického zemědělství České zemědělské university v Praze a Výzkumného ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě. V roce 1981 byl FAO (Food and Agriculture Organization) prohlášen za ohrožený druh, protože až do tohoto roku byl na pokraji zániku [7].

### 1.1.1 Botanický popis

Jakon je jednoletá a/či vytrvalá bylina dorůstající výšky až 2 m. Vytváří 2 druhy hlíz, a to oddenkové (kaudexy), které vyrůstají nad zemí, sloužící k dalšímu množení a hlízy kořenové [8]. Ty vyrůstají po 5-20 ve svazku a mají nepravidelně vlnitý a/či kulovitý tvar. Dosahují v průměru hmotnosti 0,2-0,5 kg, ale také až 2 kg, viz Obrázek 1 [5]. Zbarvení pokožky je charakteristickým genetickým rysem vlastním pro jednotlivé variety a může nabývat tmavě fialové, krémové, fialové a/či růžové barvy. Dužnina bývá bílá a/či krémově fialová, někdy a/či nafialovělá a nabývá křehkou, křupavou, – avnatou, nasládlou chuť. Hlízy se obvykle požívají syrové jako zelenina, lze je však i tepelně zpracovat vařením nebo pečením. Oddenkové (stonkové) hlízy mají nepravidelný, velmi rozvětvený tvar, s četnými oky na povrchu. Tyto hlízy mají bílou, krémovou a/či purpurovou barvu. Hmotnost stonkové hlízy je 0,5-4,5 kg. Stonky jakonu jsou na průřezu válcovité, jejich povrch je světle i tmavě zelený, někdy téměř purpurový. Stonek je pokryt trichomy [9].



**Obrázek 1** Hlízy jakonu [10]

Nadzemní část tvoří 3-5 kompaktních olistných lodyh s tmavozelenými listy –ířovitého i trojúhelníkovitého tvaru. Okraje u obou typů jsou laločnaté nebo zubaté. Po obou stranách apíku jsou vytvořena křídla, která na bázi mírně objímají stonek. Lící strana listu je světle nebo tmavě zelená [5]. Rubová strana listu bývá světlejší a je hustě pokryta trichomy. Do fáze kvetení se na rostlině vytvoří 13 a/či 16 párů listů, po odkvetu rostlina produkuje již jen malé lístky [9].

Kv tenství jakonu je vrcholí naté a je tvořeno 1 až 5 osami, které se dělají na tři v tvě zakoněné jedním kv tenstvím o úbořem. Ten má na bázi 5 až 7 zelených ost e –pi atých trojúhelníkových listen , dlouhých asi 15620 mm. Úbor je tvořen dvěma druhy kv t : 14616 jazykovitých flutých a oranřových kv t je umístěno na okraji kv tenství a tvoří nejpatrnější část úboru. Jsou dlouhé 10615 mm, na –pici vykrajované. Trubkovité kv ty, kterých je přibližně 80 až 90 ks, se nacházejí ve středu kv tenství a jsou dlouhé 8 mm. Mají flutou nebo oranřovou korunu a lehce vyčnívající pestík, který již ztratil svoji funkci. Trubkovité kv ty mají 5 tyinek s volnými nitkami. Prašníky jsou skloněné k blizně. Jsou černé barvy, s jemnými flutými pruhy. Pylové zrno je kulovité a nikdy t ípolové. Je zářivě fluté barvy, na povrchu lepkavé a jeho průměr se pohybuje okolo 27 μm. Průměr celého úboru může dosahovat 30 mm. Samičí kv ty se otevírají také dříve než kv ty samičí a v t ěnou také odkvetou dříve než poslední samičí [9], [11]. Listy a kv ty jakonu jsou zobrazeny na obrázku (Obrázek 2).



**Obrázek 2** Listy a kv ty jakonu [12]

Plodem jakonu je nepukavá nařka kávové barvy, tmavě hnědá až černá. Je vytvářena z jazykovitých kv t a při dozrání se od l flka lehce odděluje. Oplodí je po dozrání suché a tenké, na vnější straně s podlouhlým vroubkováním, které tvoří paralelní brázdy. Nařka má v průměru okolo 3,7 mm na délku a její šířka je 2,2 mm. Zásobní látky v semeni se shromažďují v d lohách, které tvoří hlavní část semene [9].

### 1.1.2 Rozšíření

P vodní výskyt jakonu (Obrázek 3) se nachází v deštných horských lesech Bolívie a Peru, které se táhnou od severu k jihu, přes celé andské svahy a horská údolí s vlhkým klimatem, ve výškách od 1000 do 3770 m n. m. Tato oblast je významná výjimkou výskytem dalších hlíznatých rostlin [5]. V dnešní době se nepěstuje jen na domácích zahradách a malých polích, ale dostává se i mimo andský region. Je to dáno nejen zvyšujícím se zájmem o tuto rostlinu z hlediska jejích příznivých vlastností, ale také tím, že je velmi nenáročná na druhy půdy, nadmořskou výšku a klimatické podmínky. Proto se rozšířila do mnoha zemí v oblastech mezi 55° s. š. a 46° j. š. (Japonsko, Korea, Brazílie, Rusko, Nový Zéland) [11].



**Obrázek 3** Mapa přívodního výskytu jakonu [13]

### 1.1.3 Pěstování

Jakon vyžaduje slunné stanoviště s hlinitopísčitou, nesléhavou půdou, bohatou na organické zásobní látky a s pH pohybujícím se od 5,5 do 8. Nevhodné jsou těžké,

jílovité a trvale zamok ené p dy [11]. Jakon je nejlépe sázet v poslední dubnovou dekádu nebo po átkem kv tna. Teplota p dy by m la dosahovat 465 °C. Vysazují se mnoflivé hlízky nebo sazenice do bramborových ádk . Sadba je sázena do sponu 0,75 x 0,7 m nebo 0,625 x 0,8 m do hloubky 60690 mm. I kdyfl po áte ní r st je pom rn rychlý, bývá jakon siln zaplevelen. V osevním postupu je ázen podobn jako brambory, po zhor-ujících plodinách. Prosperuje prakticky ve v-ech p stitelských oblastech. K tvorb kvalitních a vyrovnaných výnos v-ak vyfladuje rovnom rn rozlofený p ísun sráflek v období vegetace a dostate né mnofství slune ního svitu. Sklize se provádí v zá í afl íjnu [9]. Velký d raz je kladen na co nej-etrn j-í zacházení s hlízami, které obsahují v dob sklizn afl 90 % vody a jsou velmi náchylné na po-kození. V závislosti na sponu a délce vegetace (150 dn ) se hektarový výnos pohybuje mezi 38666 tun hlíz na ha a sou asn 28640 tun erstvé nadzemní hmoty na ha. Kaudexy se skladují p i teplot 2 °C v ra-elin . V pr b hu skladování je nezbytné ulofené hlízy t ídit a plesniv jící hlízy odstra ovat. Na rozdíl od brambor nemá jakon prakticky fládné období dormance a vzhází okamflit po vytvo ení vhodných podmínek [3].

## 1.2 Maka

*Lepidium meyenii*, známá p edev-ím jako maka, je dvouletá rostlina, adí se do eledi brukvovité (*Brassicaceae*). Má charakteristickou bulvu tvo enou duflnatým hlavním ko enem a ztloustlým hypokotylem. Vyskytuje se pouze ve velmi omezené oblasti náhorních plo-ín centrální hornaté oblasti Peru [5].

### 1.2.1 Botanický popis

Velikost a proporce maky jsou p iblifln podobné jako u edkvi ek nebo tu ínu, jak je patrnO Obrázku 4. Maka má ztloustlý hypokotyl, který má obrácený hru-kovitý tvar. M fle být také trojúhelníkovitý, kruhový (vytvá ející nejv t-í ko eny), okrouhlý nebo obdélníkový. Barva bulvy m fle být krémová, ervená, fialová, modrá, erná a je závislá na genetické variet rostliny [5]. Hypokotyl je 10614 cm dlouhý a 365 cm -írokový, tvrdé konzistence [3]. V sou asnosti se barevné variace p stují p edev-ím pro zji-t ní jejich nutri ních a lé ivých vlastností. Hlízy krémové barvy se nejvíce p stují v Peru pro jejich zvý-enou sladkost. Modrá a erná maka se povafluje za nejenergeti t j-í a má sladkou a mírn naho klou chu . Klinicky bylo prokázáno, fle ervená maka snifluje velikost prostaty u potkan [14].





**Obrázek 4** Maca (*Lepidium meyenii*) [15]

Pe enose né listy jsou uspo řádný v r flici, listy jsou neustále obnovovány od st edu r flice nesoucí 12620 list . Ze st edu r flice vyr stá druhým rokem lodyha, nesoucí hroznovité kv tenství, které je tvo eno 50670 drobnými bílými kv ty. Plodem je –e-ulka pukající dv ma lunkovitými chlopn mi, z nichfl kařdřá obsahuje jedno semeno. Semena jsou vejcovitého tvaru, hn dě afl na ervenale –edé barvy, klí í do p ti dn , pokud jsou ve vhodných podmínkách [5].

### 1.2.2 Roz-í ení

Maka roste pouze v n kterých řástech Peru [5]. Areál p irozeného roz-í ení je omezen na nevelkou pustinnou oblast náhorních plo-in centrální oblasti Peru ve vý-kách 380064800 m n. m. Oblast, ve které se vyskytuje, má vysokohorský charakter, kamenitou p du, zna í se ostrými v try a studeným po asím. S t mito podmínkami se ale maka za tisíciletí existence ztotořnila a p izp sobila se danému klimatu. Pr m rné m sí ní teploty b hem vegeta ního období nep ekro í 12 °C [16]. P iblifn 2 tisíce let je maka pouřřívána jako tradi ní potravina a lé ivá rostlina v oblasti svého p vodu, m fle téřl p sobit jako afrodisiakum. V pr b hu –pan lské kolonizace byla maka pouřřívána jako platidlo [17].

### 1.2.3 P stování

P irozen maka roste ve vysokých nadmo ských vý-kách a p i nízkých teplotách, p esto je mořřné ji p esadit i na peruánské pob eřří. Lze ji úsp –n p stovat i mimo

p irozená stanoví-t , a to kv li tomu, že maka je rostlina s neutrální reakcí na délku dne. Maka se v Peru p stuje v t-inou v ekologickém zem d lství, jelikož existuje velmi málo -k dc p irozen se vyskytujících v takto vysokých nadmo ských vý-kách. Maka se ásto poufívá jako mezisadba u brambor, jelikož p irozen odpuzuje -k dce [3]. V rámci e-ení výzkumného úkolu Grantové agentury R se ve spolupráci Ústavu léka ské chemie a biochemie Léka ské fakulty University Palackého v Olomouci a Výzkumného ústavu bramborá ského v Havlí kov Brod poda ilo vyp stovat hypokotyly maky i u nás [18]. V eské republice byl provád n výsev semen a p edp stování mladých rostlin ve skleníkových podmínkách s jejich následnou výsadbou do polních podmínek. Výsledky tohoto p stování byly mén p íznivé než výsledky pokusného p stování jakonu. V opakovaných polních pokusech byly dosaženy jen relativn nízké výnosy, spojené s tvorbou drobných hypokotyl [19].

### 1.3 Oca

Oca neboli –avel hlíznatý (*Oxalis tuberosa*) je jednoletá bylina s podzemními oddenky a ko enovými hlízami. Pat í do eledi –avelovité (*Oxalidaceae*). Tyto hlízy jsou známé jako oca, oka nebo yam (Nový Zéland). Rostlina se p stuje v jifních a st edních Andách pro hlízy, které se poufívají jako ko enová zelenina. Druhy oky vyskytující se ve volné p írod mají men-í hlízy. V roce 1830 byla oka zavedena do Evropy jako konkurence brambor. Pozd ji v roce 1860 se roz-í ila na Nový Zéland, kde je velmi oblíbená. erstvé listy této plodiny se mohou poufívat jako ko ení k ochucování salát , kterým dodávají charakteristicky nakyslou chu [5].

#### 1.3.1 Botanický popis

Bylina je 40ó60 cm vysoká. Vytvá í afl 20 cm velké hlízy, nej ast ji v-ak 7ó11 cm. Barva slupky je bílá, zelená, r flová, ervená, fialová nebo erná. Listy jsou 3ó4 etné, lístky obsrd ité, celokrajné. apíkaté troj etné listy ásto vyr stají v p ízemní r flici. Kv ty jsou jednotlivé. R flové nebo flutavé kv ty vyr stají na vrcholu stvol . Plodem je tobolka [5]. Na Obrázku 5 je znázorn n –avel hlíznatý.



Obrázek 5 <sup>TM</sup>avel hlíznatý (*Oxalis tuberosa*) [20]

### 1.3.2 Rozšíření a pěstování

Tato rostlina je velmi rozšířena a je pěstována na území s nadmořskou výškou od 2800 do 4000 m, ovšem nejvyšší v nadmořské výšce 3500 do 3800 m v tzv. Subalpínské plošině And [5]. Nachází se v místech se srážkami v rozmezí 570 do 2500 mm. Roste v chladnějších podmínkách (pod 5 °C), v půdě s pH 5,3 až 7,8. Oca je pěstována ve vyšších místech a zejména na území Ekvádoru, Bolívie a Peru, ale také byla nalezena v oblastech Chile, Argentiny, Columbie a Venezuely. V současné době je rozšířována i na území Nového Zélandu, Austrálie, Mexika, Francie a Velké Británie [21]. Oca je hned po bramborách druhou nejvýznamnější plodinou pěstovanou v andské vysočině. Je to dáno její schopností růst na chudých půdách, ve vysoké nadmořské výšce a v drsném podnebí. Tato plodina se rozmnožuje vegetativně výsadbou celých hlíz. Další možností je výsadba řízků, která se používá méně často. Oca potěbuje dlouhé vegetační období, v závislosti na délce dne tvoří hlízy, ty se začínají tvořit, ať se na podzim zkrátí délka dne. Ideální pH půdy je v rozmezí od 5,3 až 7,8. Výsadba se provádí, podobně jako u brambor, v řádcích 80 do 100 cm od sebe. Pěstování monokultur převládá, občas se provádí i mezisadba více druhů hlíz [22].

## 1.4 Achipa

Achipa (*Pachyrrhizus* spp.) se řadí do čeledi bobovité (*Fabaceae*). Patí k velmi starým užitkovým rostlinám indiánů. Tato rostlina má velmi efektivní schopnost fixace dusíku na kořenový systém, což je výhodné pro drobné zemědělce z hlediska použití dusíkatých hnojiv [5]. Alkaloid obsažený v semenech achipy a toxická látka rotenon mají funkci přirodního insekticidu. Výživová hodnota achipy je vyšší než u dalších okopanin, má vysoký obsah bílkovin a je lehce stravitelná. Dále je významným zdrojem draslíku a vitamínů C a K. Achipa se konzumuje syrová, nebo se používá do salátů, může se také važit a používá se namísto manioku nebo brambor. Přes vysoký obsah tuků a bílkovin jsou semena nepožívatelná z důvodu přítomnosti rotenonu [1].

### 1.4.1 Botanický popis

Jedná se o vytrvalou bylinu s ovčím lodyhou a trojčetnými listy. Lístky bývají kosníkovité, hrubě zubaté, opatřené palísky. Má malé květenství (48–92 mm). Počet květů v květenství je 2–6. Lístky bývají lysé. Zakřivené lusky se semeny, která bývají jedovatá, jsou 13–17 cm dlouhé a 11–16 mm široké. Mají kruhový průřez. Semena jsou černá, fialová, hnědá, bílá, krémová a mají tvar ledvinek, nikdy vyrovnaný tvar [1]. Semena mají velikost 9x10 mm. Tato rostlina vytváří kořenové hlízy o hmotnosti 500–800 g [5]. Na Obrázku 6 je znázorněna achipa.



Obrázek 6 Achipa (*Pachyrrhizus ahipa*) [23]

### 1.4.2 Rozšíření a pěstování

Všechny tři známé druhy rodu *Pachyrrhizus* jsou pěstovány v oblasti, která sahá od 21° s. š. v Mexiku až do 25° j. š. v Bolívii a severní Argentině. *Pachyrrhizus ahipa*

se vyskytuje sporadicky v kultivaci v Bolívii a v n kolika oblastech Argentiny, v provinciích Jujuy a Salta, na východní stran Andského údolí. Ta pochází pravd podobn ze semen rostlin p stovaných v jižní ásti Bolívie. Bolivij-tí zem d lci pracující v Argentin práv dovezli tyto semena do Bolívie. Tento genotyp lze najít v bolivijské provincii Tarija v úrodném subtropickém pásmu v nadmo ské vý-ce 1000 afl 300 m n. m. Podle Hermanna (1997) nebyl v Peru zji-t n d ív j-í výskyt a jeho zem pisný p vod je nejasný. Dnes se *Pachyrrhizus ahipa* p stuje v Peru omezen , a to v oblasti okolí m sta Tarapoto. Divoce rostoucí *Pachyrrhizus ahipa* zatím nebyl poznán, p esto Brucher (Hermann 1997) uvádí, fle by se mohl vyskytovat v míst šCeja de montanasõ v Andské oblasti. Dal-í mofné umíst ní, kde se m fle p vodní rostlina vyskytovat, je peruánské údolí Apurimac, Ene a Mantaro [1].

Achipa se zpravidla p stuje jako monokultura, ale m fle se v n kterých p ípadech p stovat s kuku ící. St ídá se s plodinami: kuku ice, brambory, raj ata, oka, podzemnice olejná, maniok. Výsadba se provádí tak, fle rozestupy mezi ádky jsou 20ó60 cm a mezi rostlinami v ádcích 6ó25 cm, tj. 8ó35 rostlin na m<sup>2</sup>. Sadí se do hloubky 15ó25 cm. Je nutné zem zbavit plevele a kamení. Pletí a dal-í ru ní práce jsou d leflité pro získání optimální velikosti hlízy. O nemocech, které by napadaly tuto rostlinu, neexistují fládné záznamy. Bylo pouze pozorováno po-kození list , z d vodu napadení hmyzem, pop ípad larvami, které lze odstranit ru n . Nejzávafln j-ím problémem je napadení hlísticemi, kterému je mofné zabránit st ídáním plodin na poli [24].

## 1.5 Araka a

Araka a neboli *Arracacia xanthorrhiza* pochází z eledi mi íkovité (*Apiaceae*). Je to stará kulturní plodina amerických indián . Existují t i hlavní druhy, a to s výrazn flutou, bílou nebo fialovou barvou ko ene. ásto se p stuje jako meziplodina s kuku ící, fazolí a kávou. Araka a má výrazn j-í chu nefl brambory a hlízy se konzumují pe ené nebo va ené, mohou se p ídávat do polévek i dezert . Mladé stonky se poflívají do salát , nebo jako zelenina a vyuffívají se i jako krmivo pro hospodá ská zví ata. <sup>TM</sup>Krobová zrna této plodiny jsou malá, lehce stravitelná, proto se m fle pouffívat do polévek pro d ti, seniory nebo osoby se zdravotními potífflemi. Hlízy mají velmi krátkou trvanlivost, proto je pot eba je do týdne od sklizn zkonzumovat. Araka a je d leflitou potravinou v Andách, nejv t-ího významu nabývá v Brazílii, kde se p stuje p es 100 let a poskytuje p íjem tisíc m farmá m. V Brazílii se v programu -lecht ní rostlin poda ilo vyvinout r zné odr dy [1].

### 1.5.1 Botanický popis

Arakao je vytrvalá bylina, má v tvenou lodyhu obvykle 0,661 m vysokou. Listy jsou veliké, 30660 cm dlouhé a trojnásobn d lené. Kvítky jsou d lené, flutozelené barvy a jsou v okolících. Obaly okolík m chyb jí [5]. Plody jsou vejcovit podlouhlé, podéln rozbrázd né dvounafky. Ko en má kuflelovitý afl válcovitý tvar, je ztloustlý, m fle dosáhnout hmotnosti afl 1 kg, typická je v-ak hmotnost 100 afl 300 g, viz Obrázek 7. Ko en je proximáln sev ený a p ipojen k podnofli. Barva ko ené bývá flutá. Jsou aromatické. Na ko en navazují útvary nazývané cormely, ty sloufí k pomnofování. Z nich vyr stají lodyhy s 365 listy [1].



**Obrázek 7** Arakao (*Arracacia xanthorrhiza*) [1]

### 1.5.2 Roz-í ení a p stování

Arakao je p vodem z oblasti And Jifní Ameriky. P vodn se vyskytovala v Mexiku, p edev-ím v-ak v Peru a Ekvádoru. Dnes se p stuje hlavn ve ty ech zemích: Brazílie, Kolumbie, Ekvádor a Venezuela. Celková p stitelská plocha iní p es 30 000 ha. V t chto zemích je mofné se s ní setkat na m stských trzích a je známá tém v-em místním obyvatel m. V Andách se arakao p stuje i v Peru a Bolívii, ale v t-ina této

produkce je určena pro obživu místních obyvatel, popřípadě pro obytek úrody je určena pro místní trhy [25].

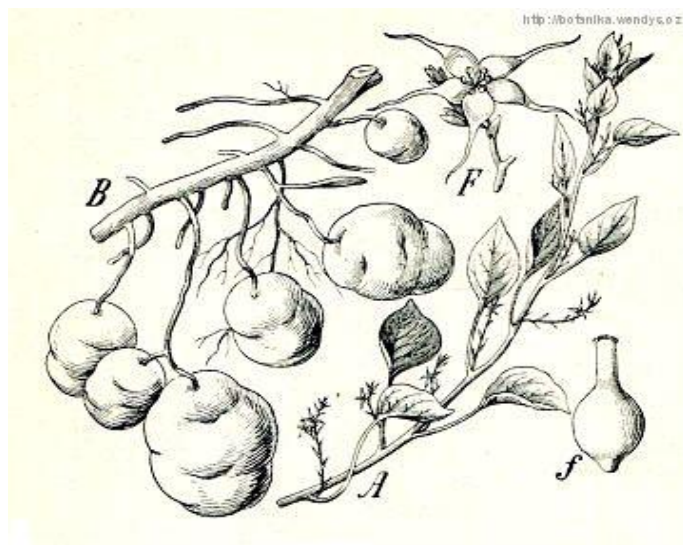
Araka je velmi důležitou plodinou pro zemědělství, jelikož může probíhat její pomnožování každým rokem, aniž by docházelo ke snížení zásob. K pomnožování se používají tzv. cormely a výlučky se používají jako propagule. V závislosti na velikosti a vývoji, je na cormelu několik pupenů schopných vyklíčit. Pokud je jako propagule použito velký nebo celý cormel, vyroste z něj rostlina s novými výhonky. Pro přípravu propagule se cormel oddělí od kořene a zanechá se několik centimetrů apiku. Řezné plochy se nechají několik dní vyschnout. Takto připravené rostliny mohou mít 10-20 výhonků [25].

## 1.6 Melok

Melok hlíznatý (*Ullucus tuberosus*), z čeledi baselkovité (*Basellaceae*) je okopanina původem z kolumbijských, peruánských a bolivijských And [5]. Obecně se v oblasti svého původu (Andy) označuje jako šulluco nebo šmellico. Je v oblastech pěstování velmi populární pro svou chuť. Melok je plodina jednoduchá na pěstování, je odolný vůči mrazu i suchu, avšak preferuje půdy bohaté na organické látky. Hlízy obsahují velké množství vody, proto jsou velmi vhodné pro vaření. Slupka je měkká a není třeba ji loupat. Listy jsou jemné a podobné papírátku. Melok je bohatý na bílkoviny, vápník, karoten [22].

### 1.6.1 Botanický popis

*Ullucus tuberosus* je vytrvalá bylina. Tato plodina dosahuje menších rozměrů a vytváří sukulentní listy. Má dužnatou, spodem poléhavou a kořenující, výškovitě lodyhu se střídatými, apikálními, vejčitými, celokrajnými, srdčitými listy. Listy jsou lesklé, zelené, z jejich úžlabí vyrůstají drobné hrozny málo úhledných květů. Květ se skládá z dvoulistého kalichu, z pěticípé koruny o cípech protažených v úzké pířivky, pětčetné a svrchního, vejčitého semeníku s jednoduchou nitkou. Plodem je jednosemenná, vejčitá, bobulovitá tobolka. Hlízy bývají tenké, podlouhlé nebo zakulacené s tenkou slupkou a mají nenápadná oka. Barva hlíz bývá bílá, růžová, oranžová, purpurová či červená [5]. Jednotlivé části meloku jsou patrné na Obrázku 8.



**Obrázek 8** Melok hlíznatý (*Ullucus tuberosus*) [26]

A ó část lodyhy, B ó podzemní oddenek s hlíзами,

F ó květ, f ó pestík

### 1.6.2 Rozšíření

V Ekvádoru je melok 2. nejproduktivnější plodinou hned po bramborách. V Peru a Bolívii má *Ullucus tuberosus* menší význam, je 3. nejproduktivnější plodinou po bramborách a oce [22]. V Ekvádoru jsou výnosy 3,5 tun na hektar, zatímco v Peru je průměrný výnos 465 tun na hektar. V Bolívii je melok produkován na přibližně 3000 ha a výnos činí 365 tun na hektar [27].

### 1.6.3 Pěstování

Melok je vytrvalá bylina, která se pěstuje hlavně v horských rovníkových oblastech And, ale dá se pěstovat také v nížinných mírných podmínkách. Rostliny se rozmnožují hlízkami, podobně jako u brambor. Hlízky potřebují dostatek světla a vody. Sadí se 265 cm hluboko, v závislosti na velikosti hlízk. Rozestupy mezi hlízkami by měly být 20-30 cm. Ideální čas je od konce března do konce dubna. Rostliny preferují mírné teplo, ale nesnesou sucho. Hlízky se začínají tvořit od konce září, poté i malé stonky. Pokud se tyto malé stonky dostanou do půdy, budou se z nich vytvářet další hlízky. Hlízky dosahují plné velikosti na podzim v listopadu nebo prosinci. Je potřeba provádět pravidelné zavlažování. Melok může být pěstován na chudých půdách. Ty musí být ale lehké. Je pH rezistentní, i když preferuje pH v rozmezí 5,5 až 6,5 [28]. Jde o krátkodenní rostlinu. Požadavky na srážky se pohybují v rozmezí 800-1400 mm ročně. Je mrazuvzdorná, ale



pouze do určité míry. Protože hlízy podléhají rychlé zkáze, obvykle je suší nebo zmrazují. Tento produkt nazývaný lingli nebo chuño se dále mele a poté je přidáván do mouky [27].

## 1.7 Licho e i-nice hlíznatá

Licho e i-nice hlíznatá (Obrázek 9) (*Tropaeolum tuberosum*), tzv. mashua, patří do čeledi licho e i-nicové (*Tropaeolaceae*) [5].



Obrázek 9 Licho e i-nice hlíznatá [29]

### 1.7.1 Botanický popis

Je to bylina s jedlými hypokotylními hlízami vyrůstajícími z prvního článku stonku. Hlízy jsou obvykle 5–15 cm dlouhé o průměru 3–6 cm. Povrch hlízy má pokožku, která po dotyku působí mírně voskovitě. Barva i tvar hlíz jednotlivých kultivarů se od sebe značně liší. Na horní straně hlíz těsně pod povrchem nebo v jeho úrovni rostou tenké oddenky s adventivními kořeny. Shora na oddencích vyrůstají lodyhy. Poměrně dužnaté lodyhy po vyrašení jsou vzpřímené, ale brzy se vyvrátí, stanou se plazivé a rostou po zemi nebo pokrývají jiné rostliny. Pokud mají oporu, vyrůstají až do výšky 2 m. Zachytávají se svými ovíjivými listy s načervenalými apíky dlouhými 5–20 cm. Kůže

listy jsou dlouhé 466 cm a široké 567 cm s tupou špičkou mírně ohnutou nahoru, horní strana je tmavě zelená a spodní světle. Souměrně květy vyrůstají osamocel na stopkách, které jsou dlouhé 15625 cm. Kalich má pět nápadně zbarvených lalokovitých lístků, flut nebo červeně, spodní jsou kopinaté 12614 mm dlouhé a 465 mm široké u báze, ostatní mají délku 18622 mm a šířku 668 mm. V květu je 8 volných tyčinek, semeník je svrchní, nitky mají tři blizny. Licho e i-nice hlízkatá za jiná kvěst 364 m síce po vyklíčení a kvete 161,5 m síce, květ bývá otevřen 8615 dn, je bohatý na pyl a láká hmyz i drobné ptactvo. Plodem je tobolka se třemi semeny [5], [30].

### 1.7.2 Rozšíření

*Tropaeolum tuberosum* pochází z centrálních And, mezi 10° a 20° j. š., v okolí pánve Titicaca. Postupně se dostalo do Kolumbie, severní Argentiny a Chile. Pěstováno 6 000 ha se kaňdoro se osívá i v Peru [31]. Licho e i-nice se pěstovala od pradávna a její hlízy jsou často nacházeny v archeologických nalezištích. Je to důkazem jejich významnosti v době Inků. Planě rostoucí licho e i-nice se vyskytuje ve vlhkých, zalesněných oblastech v nadmořských výškách 3000 m, v Peru a Ekvádoru [32].

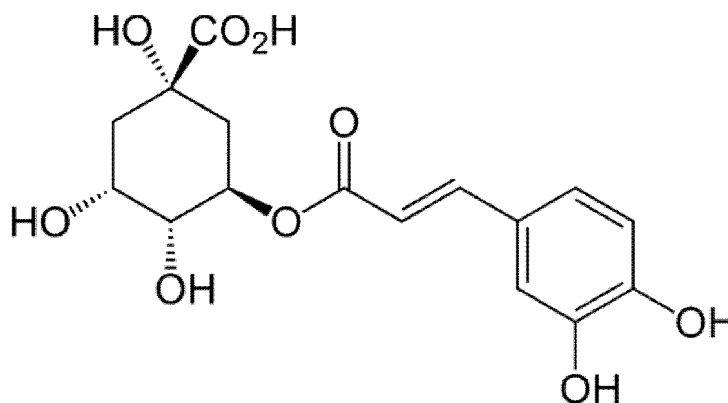
### 1.7.3 Pěstování

Podle archeologických nálezů se licho e i-nice hlízkatá vyskytuje v oblasti And od počátku doby Inků. Pěstuje se pro své jedlé hlízy, které se jedí jako kořenová zelenina, nejčastěji v nadmořských výškách od 3000 do 4000 m, v místech s extrémními teplotami, s kolísajícími srážkami, silnými větry a nekvalitní půdou. Je považována za důležitý potravinový zdroj na tamním venkově. Výživná hodnota hlíz je vysoká, suché hlízy obsahují téměř 80 % sacharidů, 15 % bílkovin a velké množství β-karotenu a vitamínu C. Málokdy se licho e i-nice hlízkatá pěstuje na poli jako monokultura, většinou společně s další místní plodinou, například brambory, řepka hlízkatá, melok hlízkatý, merlík chilský nebo bob obecný [25]. Často se pěstuje v úrodných ohraničených polích, za účelem odrazení flóry i nových škůdců a plísňových onemocnění, tato její schopnost se popisuje vysoké úrovni isothiokyanátů. Pokud se sází na celé pole, pak pro její minimální nároky na úživnost půdy, jako poslední rostlina před obilným "odpočíváním" pole, kde pole leží jednu nebo dvě sezony ladem. Tamní rolníci mají k dispozici minimum hnoje, pryskyřičných hnojiv a pesticidů. Sníží se tak i případné zaplevelování půdy, nebo licho e i-nice hlízkatá vyraší první rok i z té nejmenší zapomenuté hlízky. Od vysazení do sklizně hlíz (za 200 až 245 dnů) se o plodinu nikdo nestará [30].

## 2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A ANTIOXIDATIVNÍ ÚČINKY JAKONU

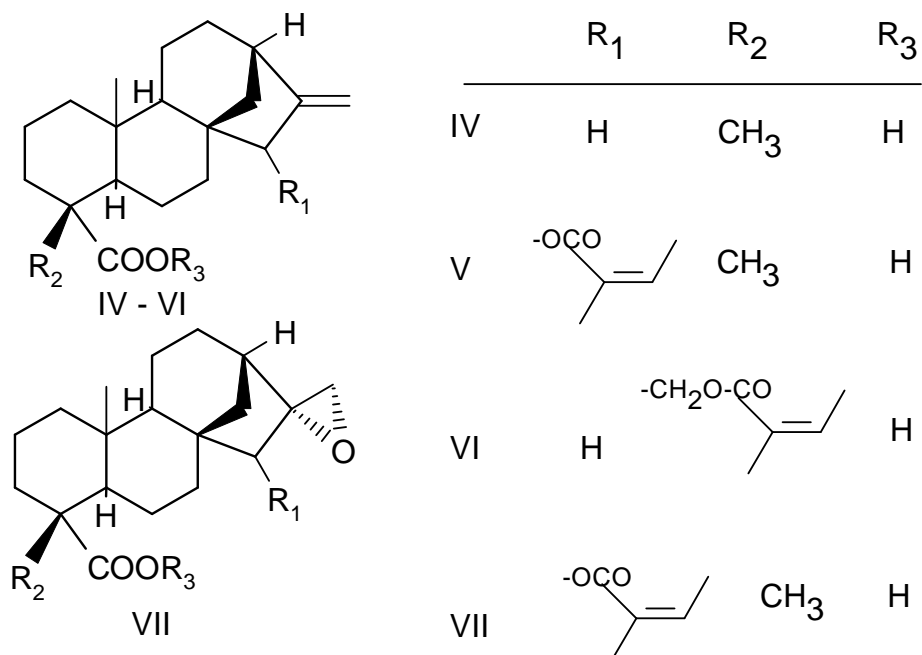
### 2.1 Chemické složení listů jaku

Listy jakonu obsahují přes 80 % vody, 2 % popelovin, 3 % protein, 1 % sacharid a 1 % lipid [33]. V listech jakonu jsou obsaženy katechiny, terpeny a flavonoidy [34]. Z dalších složek jsou zastoupeny polyfenolické antioxidanty, zejména chlorogenová kyselina (Obrázek 10) a 3,5-dikávoylchinová kyselina [35]. Valentová *et al.* [19] našli ve dvou frakcích z jakonových listů kávovou kyselinu, chlorogenovou kyselinu, protokatechovou kyselinu a stopy ferulové kyseliny [19].



**Obrázek 10** Chlorogenová kyselina [7]

Bylo zjištěno, že methanolický extrakt jakonových listů obsahuje ve frakci rozpustné v ethylacetátu *ent*-kaurenovou kyselinu (*ent*-kaur-16-en-19-ovou kyselinu) (Obrázek 11 (IV)) a analogický diterpen, derivát kaurenu, 16-epoxid 15- $\alpha$ -angeloyloxy-*ent*-kauren-19-ové kyseliny (Obrázek 11 (VII)) [36]. Tyto a další dvě známé angeloyloxykaurenové kyseliny, 18-angeloyloxy-*ent*-kaurenová kyselina (Obrázek 11 (VI)) a 15- $\alpha$ -angeloyloxy-*ent*-kauren-19-ová kyselina (Obrázek 11 (V)) jsou uváděny jako složky jakonových listů. Vysoký obsah *ent*-kaurenové kyseliny a jejích derivátů v listech jakonu poukazuje na to, že tyto diterpeny hrají důležitou fyziologickou roli v obranném mechanismu trichomů rostliny [37].



**Obrázek 11** *Ent*-kaurenová kyselina a její deriváty obsažené v listech jakonu [7]

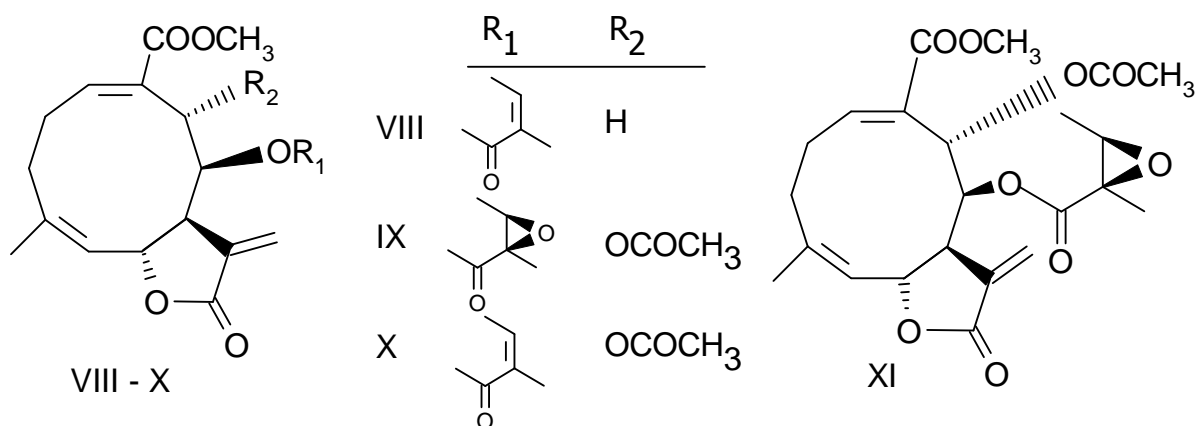
IV *ent*-kaur-16-en-19-ová kyselina

V 15- $\alpha$ -angeloyloxy-*ent*-kauren-19-ová kyselina

VI 18-angeloyloxy-*ent*-kaurenová kyselina

VII 16-epoxid 15- $\alpha$ -angeloyloxy-*ent*-kauren-19-ová kyselina

Kromě toho byly dále vyizolovány z listů jakonu extrakcí 70% methanolem pomocí HPLC ve frakci rozpustné v ethylacetátu melampolidy s protiplísňovými účinky (Obrázek 12) a nový seskviterpenický lakton nazvaný sonchifolin a rovněž i známé melampolidy a polymatin B, uvedalín, enhydrin a fluktuanin (Obrázek 14) [38].

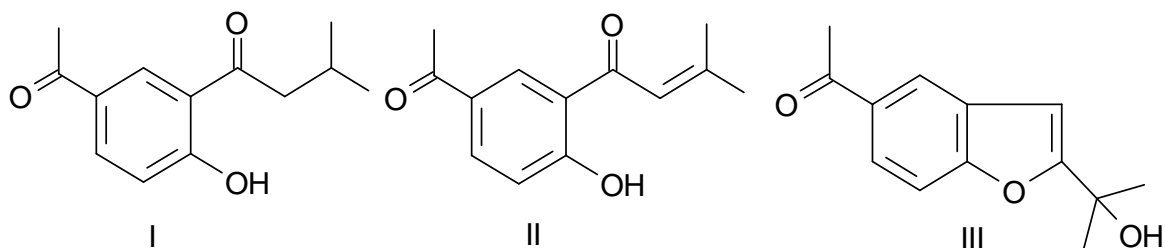


**Obrázek 12** Protiplís ové melampolidy obsažené v jakonových listech [7]

VIII ó sonchifolin, IX ó polymatin B, X ó uvedalin, XI ó enhydrin

*Ent*-kaurenová kyselina se účastní biosyntézy fytohormon giberelin (stimulují dle lení buněk, klíčení semen, u některých rostlin kvetení), a je také obsažena v propolisu divokých brazilských včel [19]. Byly izolovány i dominantní fytoalexiny (antimikrobiální látky, které jsou syntetizovány a akumulovány v rostlinách a slouží jako aktivní obranné látky) (Obrázek 13) ó 4'-hydroxy-3'-(3-methylbutanoyl)acetofenon, 4'-hydroxy-3'-(3-methyl-2-butenyl)acetofenon a 5-acetyl-2-(1-hydroxy-1-methylethyl)benzofuran [7].

Další látky nalezené v listech jakonu jsou kyselina gallová, protokatechová, rozmarýnová, kvercetin, izomery kyseliny dikávoylchinové a chlorogenové a neidentifikované flavonidy [7]. Metabolické deriváty kyseliny skořicové, které jsou produkovány bakteriemi *Klebsiella oxytoca* a *Erwina uredovora*, byly též nalezeny v listech, stejně tak deriváty kyseliny benzoové [39]. Suché listy jakonu obsahují esenciální oleje -pinen, karyofylen a -kadinen [40]. Chemické složení listů uvádí Tabulka 1.



**Obrázek 13** Protiplís ové fytoalexiny obsažené v jakonových hlízách [7]

- I 4'-hydroxy-3'-(3-methylbutanoyl)acetofenon  
 II 4'-hydroxy-3'-(3-methyl-2-butenyl)acetofenon  
 III 5-acetyl-2-(1-hydroxy-1-methylethyl)benzofuran

**Tabulka 1** Chemické složení listů v erstvém a suchém stavu (v %)

Látka	Listy		B [41]
	A [33]		
	erstvé	suché	suché
Voda	83,20	6	6
Popeloviny	2,68	15,98	12,52
Proteiny	2,87	17,12	21,18
Lipidy	1,24	7,40	4,20
Vláknina	1,68	10,04	11,63
Sacharidy	1,44	8,58	6

Pozn. Data nejsou ve zdrojích uvedena.

## 2.2 Chemické složení hlíz jakonu

V t-ina biomasy hlíz je tvo ena vodou, ta tvo í více jak 70 % hmoty erstvé hlízy. Vzhledem k vysokému obsahu vody je energetický obsah hlíz pom rn nízký. Nejpodstatn j-í slofkou su-iny jsou sacharidy; fruktóza, glukóza a sacharóza [38]. Hlavní zásobní látkou jsou fruktooligosacharidy, a to  $\beta$ -(2→1)-fruktany inulinového typu [42].

Hermann *et al.* [43] uvád jí, že fruktany jakonu jsou nízkomolekulární. Jakon obsahuje významná množství fruktózy (3622 % su-iny ko en ) a glukózy (265 % su-iny ko en ) [44]. Vypo tená energetická hodnota jakonu je velmi nízká (6196937 kJ.kg<sup>-1</sup> erstvé hmoty) [45]. Cisneros-Zevallos *et al.* [46] zjistili vzájemný vztah mezi obsahem fruktooligosacharidů a redukujících cukrů během skladování. Obsah fruktooligosacharidů

se při teplotě skladování 25 °C snižoval, zatímco obsah redukujících cukrů se zvyšoval. Stejný průběh byl sledován při teplotě 4 °C, jen v menší míře. Hlízy jakonu obsahují také polyfenoly (2030 mg.kg<sup>-1</sup>), mezi nimi převládá chlorogenová kyselina (48,5 mg.kg<sup>-1</sup>). Z aminokyselin byl vysoký obsah nalezen u tryptofanu (14,6 mg.kg<sup>-1</sup>) [19]. Hlízy obsahují 0,363,7 % bílkovin [7]. Chemické složení hlíz je uvedeno v Tabulce 2.

**Tabulka 2** Chemické složení čerstvých a suchých hlíz (v %)

Hlízy								
Látka	čerstvé				suché			
	A [34]	B [47]	C [48]	D [49]	A [34]	B [47]	C [48]	D [49]
Voda	69,50	92,70	86,6	84,8	ó	ó	ó	ó
Popeloviny	2,40	0,26	ó	3,50	6,71	3,59	ó	23,03
Proteiny	2,22	0,44	0,30	3,70	7,31	6,02	2,24	24,34
Lipidy	0,13	0,10	0,30	1,50	0,43	1,32	2,24	9,87
Vláknina	1,75	0,28	0,50	3,40	5,73	3,88	3,73	22,37
Sacharidy	19,67	ó	ó	ó	67,53	ó	ó	ó

Pozn. Data nejsou ve zdrojích uvedena

## 2.3 Antioxidační účinky jakonu

### 2.3.1 Antioxidanty

Antioxidanty jsou fytochemikálie, vitaminy a další látky, které dokáží chránit lidské tělo před nepříznivými účinky některých reaktivních sloučenin – volných radikálů (ROS, Reactive Oxygen Species) [50]. Je prokázáno, že pravidelná konzumace ovoce, zeleniny a jiných zdrojů antioxidantů přispívá k prevenci kardiovaskulárních a karcinogenních chorob a mají také protizánětlivé, antimutagenní a antineurodegenerativní účinky. Zdroje antioxidantů obsahují mnoho různých sloučenin s antioxidačními účinky. Avšak celkové množství antioxidačních látek nemusí znamenat celkovou antioxidační kapacitu (TAC, Total Antioxidant Capacity), jelikož každá takováto látka vykazuje jinou schopnost inhibovat účinky volných kyslíkových radikálů, což závisí na synergické a redoxní interakci mezi jednotlivými molekulami [51]. Antioxidační aktivita je definována jako schopnost sloučeniny nebo směsi látek inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin (např. zabránit peroxidaci lipidů). Existují dva pojmy, a to

antioxidační kapacita a aktivita. Antioxidační kapacita poskytuje informaci o délce trvání antioxidačního účinku, zatímco aktivita charakterizuje poáteční dynamiku průběhu antioxidačního procesu při určité koncentraci antioxidantu. Antioxidanty se vyskytují téměř ve všech známých druzích ovoce a zeleniny [52]. Podle způsobu účinku jsou rozlišovány enzymové antioxidanty a neenzymové (kyselina močová, vitaminy C, E,  $\beta$ -karoten, proteiny, flavonoidy, selen, zinek). Přirozené antioxidanty jsou děleny na hydrofilní, které účinkují pouze extracelulárně a lipofilní, které se dokážou rozpustit v tucích, díky emulsi pronikají buněčnými membránami a účinkují intercelulárně a na amfifilní, které kombinují obě předchozí schopnosti [53].

### 2.3.2 Antioxidační účinky

Jakonové listy jsou bohaté na antioxidační látky. Jsou jim popisovány léčivé vlastnosti, především antidiabetické [54]. Suché jakonové listy se využívají především v Japonsku k přípravě léčivých nálevků, a to samy o sobě nebo ve směsi s listy ajovníku. Cukrovka a další komplikace spojené s ní, včetně oxidačního stresu, jsou jedny z nejčastějších příčin úmrtí v rozvinutých zemích. Nedávná studia naznačují, že užívání polyfenolických látek vede ke snížení rizika diabetu 2. typu. Volpato *et al.* [55] prokázali hypoglykemickou aktivitu vodných extraktů ze suchých jakonových listů v krmných pokusech na laboratorních potkanech s vyvolanou cukrovkou. Hypoglykemický účinek listů jakonu byl prokázán v laboratorní studii provedené na univerzitě v Tucumánu v Argentině. Aybar *et al.* [56] testovali hypoglykemický efekt vodného extraktu z jakonových listů na potkanech zdravých, s předchozí hyperglykemií a s cukrovkou vyvolanou streptozocinem. 10% vývar z jakonu aplikovaný intraperitoneálně (injekce do dutiny břišní) i ústně způsobil významný pokles obsahu glukózy v plasmě normálních zdravých potkanů. Po 30 dnech aplikace infúze diabetickými potkany vykazovali zlepšené tělní parametry (hladiny glukózy a inzulínu v plasmě a hmotnost těla) a ledvin (hmotnost ledvin, poměr hmotnosti ledvin ke hmotnosti těla, očišťovací schopnost a exkrece albuminu v moči) ve srovnání s diabetickou kontrolou. Došlo tedy ke snížení poškození jater volnými radikály v buňkách jater potkanů, které bylo způsobeno alkoholem. Vodné extrakty jakonu zvyšují koncentraci inzulínu v plasmě a mají také diuretické účinky a léčivé účinky na křeči [13]. Valentová *et al.* [57] prokázali, že vysoký obsah fenolových kyselin (chlorogenová, kávová, rozmarýnová kyselina) v extraktech listů jakonu mají výrazný ochranný účinek proti oxidaci poškození jaterních buněk krys. Antioxidační a antibiotické účinky listů jakonu je třeba podrobněji prozkoumat v prevenci a léčbě chronických



onemocnění například oxidativní stres a diabetes [58]. Podobné závěry byly publikovány ve studii z roku 2003, ve které byla popisována vysoká antioxidační aktivita různých extraktů ze *Smallanthus sonchifolius*, proto by se tato rostlina mohla využít v lidské stravě jako potenciální lék na prevenci chronických nemocí způsobených radikály například kornatiny cév [59]. V nejnovější studii z roku 2011 bylo zjištěno, že sekviterpenické melampolidy a polymatin B, uvedalin, enhydrin a sonchifolin mají protirakovinné účinky a inhibují bujení rakoviny dlovního žlázy. Bylo prokázáno, že tyto látky snižují proliferaci (bujení) buněk a způsobují jejich apoptózu (naprogramovaná buněčná smrt) [60].

## 2.4 Metody pro stanovení antioxidační aktivity

Pro stanovení antioxidační aktivity existuje řada analytických metod. V oblasti chemických analýz a biologického hodnocení antioxidačních charakteristik byly v posledních letech vypracovány četné metody umožňující stanovení antioxidační aktivity. Jsou principiálně odlišné a postupně se vyvíjí jejich modifikace. Jejich základním smyslem je charakterizovat antioxidační aktivitu v podmínkách blízkých fyziologickému prostředí, avšak většina z nich není optimalizována pro automatizovanou analýzu [61]. Většina používaných metod je založena na eliminaci radikálů například metoda DPPH, TEAC, ORAC nebo na hodnocení redoxních vlastností například FRAP, voltametrie, vysoceúčinná kapalinová chromatografie [62]. Při hodnocení antioxidační aktivity je posuzováno působení látek různé chemické povahy s odlišnými reakčními mechanismy a používají se metody založené na různém principu. K charakterizaci potravinového materiálu z hlediska antioxidačních vlastností je proto vhodné použít více metod [61]. Dále jsou uvedeny metody, které byly použity při stanovení antioxidační kapacity vzorků listů jakonu v praktické části diplomové práce.

### 2.4.1 Metody založené na eliminaci radikálů

#### Metoda používaná ABTS (metoda TEAC)

TEAC je metoda založená na zhasnutí syntetického stabilního radikálového kationu ABTS<sup>•+</sup> Někdy je rovněž označována jako metoda ABTS. Nejčastějším prekurzorem při získávání ABTS<sup>•+</sup> je ABTS (2,2'-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát)). Radikál ABTS<sup>•+</sup> se vytváří přímo v reakci směsí oxidací ABTS. Reakce ABTS<sup>•+</sup> s látkou, která má antioxidační účinky se sleduje spektrofotometricky. ABTS<sup>•+</sup> má výraznou modrozelenou barvu a reakcí antioxidantem se redukuje a odbarvuje. Při této

metod se absorbance nejast jí m í p i 600 nm. Stanovené celkové antioxida ní kapacity touto metodou se nejast jí provádí pomocí komer n vyráb ných set . Celková antioxida ní kapacita vzorku je p epo ítávána na standardní látku Trolox, což je 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2 karboxylová kyselina. Trolox je derivát vitamínu E a je rozpustný ve vod [62].

### Metoda DPPH

DPPH test je založen na schopnosti stabilního volného radikálu 1,1-difenyl-2-pikrylhydrazylu reagovat s donory vodíku. DPPH test je p í reakci s donory vodíku selektivn j-í nejl ABTSÉ†. P í tomto testu se vyuffívá slou eniny DPPH, která je v methanolovém roztoku v barevné radikálové form . DPPHÉ vykazuje silnou absorpci v UV/VIS spektru. Redukce DPPH antioxidantem nebo radikálem se projevuje odbarvením roztoku, které se m í spektrofotometricky p í 517 nm [61]. Jako standard lze, krom Troloxu, pouflít kyselinu gallovou, vitamin C i epikatechin. Ur uje se mnoflství standardu, které je ekvivalentní reduk ní ú innosti testovaného vzorku. Jedná se o metodu nep ímou, jejífl výsledky nepostihují skute ný antioxida ní potenciál potravin *in vivo* tj, po jejich poflití, ale jsou mu pouze úm rné. Proto je metoda považována pouze za orienta ní. DPPH test se dále pouflívá ke kinetické analýze, kdy se m í pokles absorbance v závislosti na ase [63].

### 2.4.2 Metody založené na hodnocení redoxních vlastností látek

#### Metoda FRAP

Metoda FRAP (Ferric reduction antioxidant power) je založena na redukci železitého komplexu TPTZ (2,4,6-tri(2-pyridyl)-1,3,5-triazin) s hexokyanatanem draselným  $K_3[Fe(CN)_6]$ , nebo chloridem železitým  $FeCl_3$ , které jsou tém bezbarvé a po redukci, eventueln po reakci s dal-ím inidlem vytvá í barevné, mod e zbarvené železnaté komplexy m ítelné spektrofotometricky p í vlnové délce 593 nm. Reakce p í metod FRAP se provádí v prost edí pufru, kdy krom vzorku, resp. standardu, se p idává roztok hexakyanofelezitanu draselného a chloridu železitého. Látky s odpovídajícím reduk ním potenciálem redukují železitou sl na železnatou, ta reaguje s hexakyanofelezitanem za vzniku modrého zbarvení, které se m í spektrofotometricky p í 700 nm. Jako standard lze pouflít roztok kyseliny gallové, epikatechinu nebo Troloxu. Výsledky se vyjad ují ekvivalentním mnoflstvím standardu odpovídajícího 1 g nebo 1 ml vzorku se stejnou reduk ní aktivitou [62], [63].

### 2.4.3 Stanovení celkových polyfenol

Pro stanovení obsahu celkových polyfenol se používá fotometrická metoda s Folin-Ciocalteuovým činidlem (FC) a standardem kyseliny gallové. Principem této metody je oxidace nebo redukce fenolových látek při reakci s FC činidlem, které se skládá z wolframu sodného, kyseliny orthofosforené, kyseliny chlorovodíkové, molybdenanu sodného, síranu lithného a bromu [64].

### 3 ANTIMIKROBIÁLNÍ Ú INKY LIST JAKONU

Antimikrobiální látky jsou látky p írodného charakteru, které mají toxický ú inek na mikroorganismy. Mohou být produkovány mikroorganismy (antibiotika), nebo se vyskytovat v rostlinách jako jejich obranný mechanismus. Gramnegativní mikroorganismy jsou obecn v í p sobení inhibi ních látek rostlinného p vodu odoln j-í nejl grampozitivní, protofe mají bun nou st nu obklopenou vn j-í membránou [65].

#### 3.1 Mechanismus p sobení

Mechanismus p sobení antimikrobiálních látek na bakteriální bu ku vzhledem k jejich rozdílné chemické struktu e m fle být na r zné úrovni, a proto je lze rozd lit podle místa p sobení do více skupin.

##### 3.1.1 Inhibice syntézy bun né st ny

Bun ná st na mikroorganism udržuje tvar a zabezpe uje optimální nitrobu né prostředí. Její po-kození nebo inhibice tvorby n které ze slovek vede k poru-e její funkce afl k lyzi bu ky. To je možné zejména u grampozitivních bakterií. Tímto mechanismem p sobí betaolaktamová antibiotika nap . peniciliny a cefalosporiny. Naváflou se na specifická vazebná místa, ímfl inhibují transpeptidázy, které jsou nutné k tvorb peptidoglykan v bakteriální bun né st n . P í r stu vznikají bu ky s defektní bun nou st nou, které nejsou schopné odolávat osmotickému tlaku, jenfl je uvnit mikroorganism velmi vysoký. Takto obnaflené bu ky jsou nakonec zlikvidovány bu kami hostitele, nebo dochází k jejich rozpadu. Antimikrobiální látky p sobící tímto mechanismem p sobí jen v dob r stu mikroorganism , ale mají baktericidní ú inek [66].

##### 3.1.2 Po-kození syntézy plazmatické membrány

Plazmatická membrána izoluje vnit ní prostředí bu ky od vn j-ího a má polopropustné vlastnosti [67]. Tvo í p edev-ím osmotickou bariéru bu ky. Ionty a metabolicky pot ebné látky, jako jsou nap . aminokyseliny, puriny, pyrimidiny a dal-í, jsou pomocí této membrány koncentrovány uvnit bu ky [66]. Antibiotika po-kozující syntézu plazmatické membrány m ní permeabilitu bun né membrány, a tím zp sobují ztrátu její osmotické celistvosti. Tato antibiotika obsahují hydrofilní a lipofilní oblasti. Váflou se na lipofilní sou ásti bakteriální bun né membrány. Vodou, kterou s sebou nesou, zv t-ují povrch bu ky, dokud se membrána nezhroutí. Jejich efektivita závisí

na množství fosfolipidů v buněčné membráně a jejich schopnosti pronikat stnou buňky [68]. K preparátům vyvolávajícím poruchu plazmatické membrány patří: peptidy (polymyxin, bacitracin) a antifungální polyenová antibiotika (amfotericin B, nystatin) [67].

### 3.1.3 Inhibice proteosyntézy

Látky blokující syntézu buněčných proteinů působí převážně bakteriostaticky. Do této skupiny patří aminoglykosidy, tetracykliny a makrolidy. Tetracyklinová antibiotika inhibují vznik mukopeptidáz, a tím i odbourávání vnitřních vrstev bakteriální stěny. Kombinují-li se nevhodně s peniciliny nebo cefalosporiny, bakteriální buňky neztrácejí svoji pevnou stěnu a nelýžují [68].

### 3.1.4 Porucha syntézy nukleových kyselin

Na které preparáty mohou narušovat syntézu nukleových kyselin v různých fázích jejich výstavby [66]. Zasahují do replikace nebo transkripce DNA [68]. Vzhledem k tomu, že tyto procesy jsou jen minimálně odlišné od buněk bakteriálních a vyšších organismů, mají tyto preparáty poměrně velkou toxicitu. K těmto preparátům lze přidat: rifampicin, kyselinu nalidixovou a oxolinovou, fluorochinolony, trimetoprim, antivirové preparáty a protinádorová chemoterapeutika [66]. Například rifampicin blokuje iniciaci transkripce tím, že se váže na RNA - polymerázu [69].

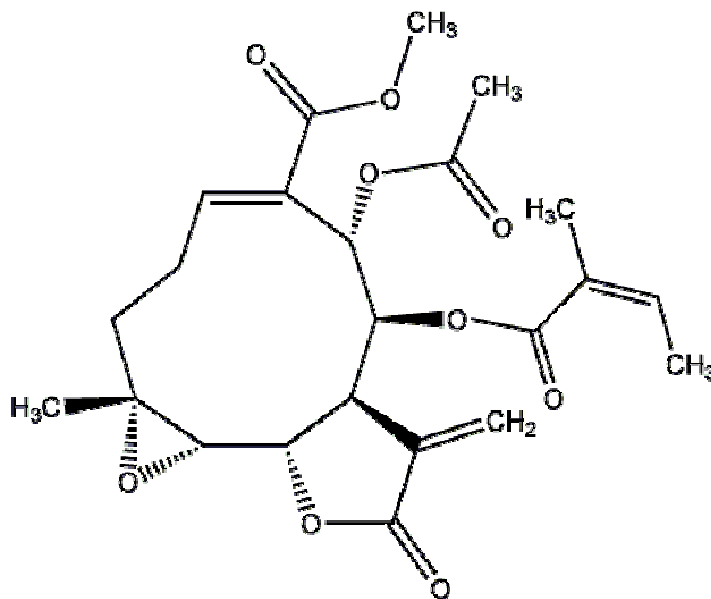
### 3.1.5 Inhibitory intermediárního metabolismu (kompetitivní inhibice)

Kyselina paraaminobenzoová tvoří nezbytnou součást koenzymu kyseliny listové. Vyšší organismy nedovedou syntetizovat kyselinu listovou a jsou závislé na jejím přísunu zvenčí, zatímco bakterie ji syntetizují [66]. Bakteriální syntézu kyseliny listové inhibují sulfonamidy [68]. Bakterie, které nesyntetizují kyselinu listovou, nejsou inhibovány sulfonamidy a jsou tedy primárně rezistentní [66].

## 3.2 Antimikrobiální účinky

Jak bylo uvedeno v kapitole 2.1, listy jakonu obsahují antimikrobiální látky, a to melampolidy (Obrázek 12) – sonchifolin, polymatin B, uvedalin, enhydrin a fluktuanin (Obrázek 14). Tyto látky vykazují protiplísňové účinky. Dále obsahují fytoalexiny (Obrázek 13) – 4'-hydroxy-3'-(3-methylbutanoyl)acetofenon, 4'-hydroxy-3'-(3-methyl-2-butenyl)acetofenon a 5-acetyl-2-(1-hydroxy-1-methylethyl)benzofuran.

Lin *et al.* [70] studovali antimikrobiální účinky melampolidů proti *Bacillus subtilis* a *Pyricularia oryzae*. Bylo zjištěno, že fluktuanin má nejvyšší antibakteriální účinek na *B. subtilis* ze všech melampolidů. Protiplísivé účinky byly zjištěny na *P. oryzae*. Bylo zjištěno minimální inhibiční množství v mg, kde fluktuaninu odpovídá 25 mg a nejvyšší minimální inhibiční množství připadá na sonchifolin (150 mg). Naopak při studiu protiplísivých účinků bylo zjištěno, že fluktuanin vykazuje nejmenší účinek.



Obrázek 14 Fluktuanin [71]

Joung *et al.* [72] se zabývali antibakteriálními účinky extraktu z listů jakonu na *Staphylococcus aureus* v závislosti na intenzitě světla. Porovnávali methanolový extrakt i různé frakce a zjistili, že nejvyšší antibakteriální efekt vykazuje *n*-hexanová frakce. Velice zajímavým výsledkem je, že antibakteriální účinky byly zjištěny pouze za světla, v temných podmínkách nebyl prokázán antibakteriální účinek. Tyto výsledky podmiňují další výzkum vzhledem k tomu, co způsobilo změnu sloučenin za různých světelných podmínek.

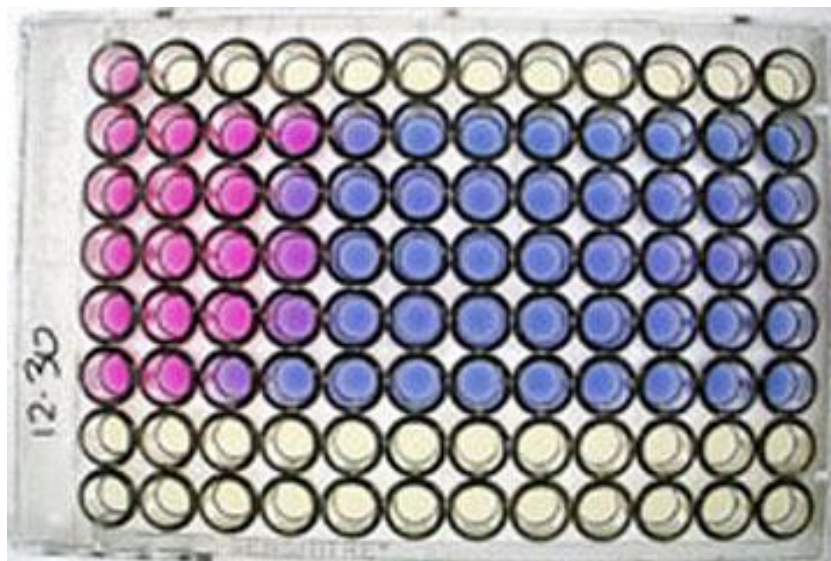
### 3.3 Metody pro stanovení antimikrobiálních látek

Na mikroorganismy působí řada chemických látek, jak anorganického, tak organického původu, které mají toxický účinek. Tyto antimikrobiální látky se mohou využívat jako dezinfekční prostředky, léky nebo potravinářské konzervační prostředky. Účinek antimikrobiálních látek závisí na jejich koncentraci. Velmi nízké koncentrace naopak mohou stimulovat životní pochody v buňce. Účinná koncentrace jednotlivých látek s antimikrobiálním účinkem závisí na druhu použité látky i na mikroorganismu, na který

látky p sobí. Citlivost mikroorganism k inhibi ní m látkám lze stanovit dilu ními nebo difuzními metodami [73].

### 3.3.1 Dilu ní metody

Cílem dilu ní ch metod je prokázat stupe citlivosti (rezistence) testovaných mikroorganism k antimikrobiálním látkám. Tyto metody jsou vhodné ke kvantitativnímu stanovení stupn citlivosti (rezistence) a ke stanovení hladiny MIC (minimální inhibi ní koncentrace, nejnižší koncentrace, která viditeln ě inhibuje r st testovaného mikroorganismu). Tyto metody jsou rovn ě vhodné i pro pomalu rostoucí mikroorganismy a mikroorganismy se speciálními nároky na kultivaci (nap . anaerobní bakterie). Tyto metody lze rovn ě využít také pro taxonomické ú ely nebo pro laboratorní ov ění inhibi ní ch ú ink nových p ípravk . Pro testování b ě h rostoucích bakterií se využívá Mueller-Hinton agar. Sterilní mikrodilu ní plastová destička (Obrázek 15) obsahující v jednotlivých jamkách v bujónu r zné koncentrace inhibi ní ch látek je inokulována suspenzí testovaných bakterií a poté se inkubuje p i optimální teplot [66], [73].



Obrázek 15 Mikrotitra ní destička s protiplís ovými látkami [74]

### 3.3.2 Difúzní metody

Mezi difúzní metody lze za adit diskovou difúzní metodu. Jedná se o kvalitativní metodu, která je založena na inokulaci standardizovaným inokulem mikroorganism na povrch média (nej ast ji Mueller-Hinton agar). Na povrch Petriho misky se nao kuje rovnom rn testovaný mikroorganismus. Papírové disky napu-t né známými koncentracemi antibiotik, pop . jinými látkami, se p iloží na povrch agaru. B hem

následující inkubace antibiotika difundují z papíru do agarů a jejich koncentrace ve směru od okraje disku postupně slábne. Účinné antibiotikum vytvoří kolem disku zónu bez nárstu buněk (Obrázek 16) [75]. Velikost zón je ovlivněna složením média, pH média, hloubkou agarů, velikostí a rychlostí růstu inokula, koncentrací antibiotik v disku, po kterém disk na plotně, inkubační teplotou, složením inkubační atmosféry a dobou inkubace. Pro vyhodnocení se udává průměr zóny v mm. Při použití Petriho misek s průměrem 9 cm by sestava měla obsahovat maximálně 6 disků. Po předepsané kultivaci je možné průměr zón inhibice okolo každého disku. Metoda je vhodná především ke stanovení citlivosti (rezistence) u rychle rostoucích nenáročných bakterií. Nedoporučuje se pro bakterie se speciálními kultivačními nároky (např. anaeroby) nebo pro pomalu rostoucí mikroorganismy [66], [73].



**Obrázek 16** Mueller-Hinton agar se zónami kolem disků [76]



## **II. PRAKTICKÁ ÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo stanovit obsah celkových polyfenolů, míru antioxidantní aktivity, antimikrobiální účinky listů jasanu, a zjistit organoleptické vlastnosti výluhu z listů jasanu. Dále po provedení laboratorního měření zhodnotit výsledky a porovnat s vdeckými studiemi. Pro naplnění daného cíle, byla vypracována rešerše, která se týkala témat souvisejících s praktickou částí práce.

## 5 METODIKA PRÁCE

### 5.1 Charakteristika analyzovaných vzork

Ke stanovení antioxidační a antimikrobiální aktivity byly použity listy tří druhů jakonu: *Smallanthus connatus*, *Smallanthus uvedalius* a *Polymnia canadensis*.

Rostlinný materiál byl získán od Institutu trop a subtrop, české zemědělské univerzity v Praze (ITS ZU) [77] v rámci spolupráce s bolivijskou univerzitou (Universidad Nacional del Siglo XX, Llallagua). Plodiny byly pěstovány na pokusném poli ITS ZU v Praze.

Semena byla získána Institutem trop a subtrop (ZU v Praze) přes Index Seminum; *Smallanthus connatus* v roce 2006 z Německa (Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben). *Smallanthus uvedalius* a *Polymnia canadensis* v roce 2009 ze Spojených států amerických (The Medicinal Herb Garden at the University of Washington in Seattle, USA.).

Semená ze *Smallanthus connatus*, *Smallanthus uvedalius* a *Polymnia canadensis* byly pěstovány ze semen ve skleníkách Botanické zahrady Institutu trop a subtrop, výsev proběhl 28. 2. 2011. Rostliny vysoké cca 0,2 m byly vysazeny 31. 5. 2011 na pokusná pole ITS do sponu 0,7 x 0,7 m. Pozemek se nachází v nadmořské výšce 286 m n. m. o souřadnicích 50°05' s. š., 14°27' v. d., typem půdy je hnědá. Sedm měsíců před výsadbou byl pozemek hnojen kompostem (30 t.ha<sup>-1</sup>). Celková délka vegetační doby, včetně pěstování, činila 228 dnů. Průměrná denní teplota v průběhu polní vegetace byla 14,7°C a úhrn srážek 284 mm [78], [79]. V průběhu vegetace bylo prováděno 2x odplevelení a porost byl pravidelně zavlažován.

Listy byly za účelem analýz odebírány v dopoledních hodinách, z horní části stonku. Listy byly prostě chyceny a mechanicky nečistoty. Rostlinný materiál byl bezprostředně po sběru uchován v mrazicím boxu (-5 °C). Listy jakonu byly v rámci této diplomové práce analyzovány v laboratořích Ústavu technologie a mikrobiologie potravin a Ústavu analýzy a chemie potravin Technologické fakulty Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

## 5.2 Chemické analýzy

### 5.2.1 Stanovení obsahu vlhkosti v listech jakonu

Metoda stanovení vlhkosti byla převzata z Nařízení komise (ES) . 152/2009 ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv [80]. Vzorky listů jakonu byly rozdrceny v kuchyňském mixéru (Bosch Profi mixx 47) a naváženy (analytické váhy BA 110S, Sartorius) do hliníkových misek. Vzorky byly sušeny bez předsušení v sušárně (Venticol, BMT., a.s.) do konstantního úbytku hmotnosti při  $(103 \pm 2)$  °C. Obsah vlhkosti byl stanovován válečkově jako úbytek hmotnosti z původní navážky.

Obsah vlhkosti (X) jako procento vzorku se vypočte podle následujícího vzorce (1):

$$X = \frac{(m - m_0)}{m} \times 100$$

kde  $m$  je počáteční hmotnost zkoušeného vzorku v gramech a  $m_0$  je hmotnost sušeného zkoušeného vzorku v gramech [81].

Výsledkem stanovení byl aritmetický průměr výsledků tří souborů provedených stanovení, která splňovala podmínku opakovatelnosti a byla vyjádřena v % (m/m) ze zmražených listů.

### 5.2.2 Lyofilizace

Pro stanovení polyfenolů byly použity lyofilizované vzorky. Lyofilizace probíhala při  $-4$  °C, 12156 Pa po dobu 48 hodin (Christ Alpha 1-4 LSC, Labicom R).

### 5.2.3 Extrakce

Pro jednotlivá stanovení byl nejprve připraven extrakt z lyofilizovaných listů jakonu. Vzorky lyofilizátu byly pro analýzu extrahovány v Twisselmannově aparatu se 96% vodným roztokem ethanolu (Sigma Aldrich, Německo). Před vlastním stanovením byl extrakt kvantitativně převeden do 250ml odměrných baněk a doplněn 96% ethanolom.

### 5.2.4 Stanovení celkových polyfenol

Stanovení celkových polyfenol bylo provedeno podle metody Lachmana *et al.* [82] s ústřední modifikací. Principem fotometrické metody je oxidace nebo redukce fenolových látek s Folin-Ciocalteuovým (FC) činidlem (Penta, R). Ze zásobního roztoku kyseliny gallové (Merck, N mecko) byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích 0,625; 8,75 g.ml<sup>-1</sup>. Do 50ml odměrné bačky bylo ke 2,5 ml extraktu vzorku (nebo kalibračního roztoku) přidáno 25 ml destilované vody a dále 2,5 ml FC činidla. Směs byla ponechána 3 minuty v klidu, následně bylo přidáno 7,5 ml 20% roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (bezvodý, p. a., Penta, R) a doplněno do objemu 50 ml destilovanou vodou. Absorbance byla měřena po dvou hodinách stání na spektrofotometru (Lambda 25, Perkin Elmer, USA) při vlnových délkách 745, 750, 755, 760, 765 a 770 nm oproti slepému vzorku (namísto vzorku bylo pipetováno 2,5 ml destilované vody), aby bylo určeno absorpční maximum. Vše bylo prováděno tak, aby se co nejvíce zamezilo kontaktu vzorku se světlem. Výsledkem stanovení byl aritmetický průměr ze tří paralelně provedených stanovení a byl vyjádřen jako ekvivalent kyseliny gallové v g.kg<sup>-1</sup> v sušinu.

### 5.2.5 Antioxidační aktivita a metoda DPPH

Antioxidační aktivita pomocí testu DPPH byla měřena po reakci se stabilním volným radikálem 1,1-difenyl-2-pikrylhydrazylem (radikálový kation DPPH<sup>•+</sup>) podle Lachmana *et al.* [82]. Pro stanovení byl vytvořen první methanolicke roztok DPPH (methanol, Sigma-Aldrich, N mecko; DPPH, Calbiochem, U. S. and Canada). Kalibrační řada o koncentracích 40–200 mg.l<sup>-1</sup> byla připravena ze zásobního roztoku kyseliny askorbové (Sigma Aldrich, N mecko). Do květy (1,5x1,3x3 cm) byl pipetován roztok DPPH a následně byla ihned změněna na spektrofotometru (Libra S6, Biochrom, Velká Británie) absorbance At<sub>0</sub> proti slepému pokusu (methanol) při vlnové délce 515 nm (absorpční maximum DPPH). Poté byl přidán vzorek extraktu, popř. roztoky kalibračního řady, dle kladně promícháno ty inkou a změněna absorbance At<sub>60</sub> po 60 minutách stání. Antioxidační aktivita byla vyjádřena z poklesu absorbance v % podle vztahu (2):

$$\% \text{ inaktivace} = 100 - \frac{At_{60}}{At_0} \times 100$$

kde At<sub>60</sub> je absorbance vase t = 60 minut od začátku reakce, At<sub>0</sub> je počáteční absorbance

vase  $t = 0$ .

Takto vyjádřená antioxidační aktivita byla vyhodnocena pomocí kalibrační křivky standardu zhotovené pro danou absorbanci vase  $At_0$  a výsledky byly vyjádřeny jako ekvivalenty kyseliny askorbové v  $\text{g.kg}^{-1}$  vase (koncentrace standardu kyseliny askorbové, která by poskytla stejnou inaktivaci jako studovaný vzorek). Každý vzorek byl měřen ve třech paralelně provedených stanoveních a výsledkem stanovení byl aritmetický průměr.

### 5.2.6 Antioxidační aktivita a metoda ABTS

Metoda ABTS byla provedena dle Fidlera *et al.* [83]. Radikálový kation ABTS byl připraven reakcí ABTS diamonné soli (Sigma Aldrich, Německo) s peroxidisíranem draselným (Lachema, Neratovice). ABTS diamonné soli byla rozpuštěna v destilované vodě a poté byl přidán roztok  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  v poměru 50:1. Roztok byl ponechán 16 hodin reagovat za nepřítupu světla při laboratorní teplotě. Takto vzniklý roztok byl smíchán s první připraveným octanovým pufrům o pH 4,3 v poměru 39:1 (pufr:ABTS). Ke 12 ml této reakční směsi bylo přidáno 150  $\mu\text{l}$  vzorku extraktu a vše bylo důkladně promícháno. Roztok byl ponechán reagovat po dobu 30 minut a poté byl změřen úbytek absorbance  $A$  na spektrofotometru (Libra S6, Biochrom, VB) při vlnové délce  $\lambda = 734 \text{ nm}$ . Převodně zelený roztok se odbarvil na světle zelený až bílý. Kalibrační data o koncentracích 10–82  $\text{mg.ml}^{-1}$  byla připravena ze zásobního roztoku Troloxu (Fluka, Německo). Úbytek absorbance byl vyjádřen v % podle vzorce (3):

$$\text{úbytek } A (\%) = \frac{At_0 - At_{30}}{At_{30}} \times 100$$

kde  $At_{30}$  je absorbance vase  $t = 30$  minut od začátku reakce,  $At_0$  je poáteční absorbance vase  $t = 0$  a pomocí kalibrační křivky přepočtena na ekvivalentní množství Troloxu. Výsledkem stanovení byl aritmetický průměr ze tří paralelně provedených stanovení.

### 5.2.7 Antioxidační aktivita a metoda FRAP

Metoda FRAP byla provedena dle Fidlera *et al.* [83]. Reakční směs byla připravena smícháním roztoků chloridu felezitého (Lachema, Neratovice), TPTZ (2,4,6-tri(2-pyridyl-1,3,5-triazin) (Fluka, Německo) s přidávkem kyseliny chlorovodíkové (Lachema, Neratovice) a octanového pufru o pH 3,6 v poměru 1 : 1 : 10 ( $\text{FeCl}_3$  : TPTZ : pufr). K 10

ml reakcí směsi bylo pipetováno 125 l vzorku extraktu. V tomto případě byl měřen, na rozdíl od předchozích metod, nárost absorbance při vlnové délce  $\lambda = 593 \text{ nm}$  10 minut od začátku reakce. Rozdíl nárůstu absorbance před a po skončení reakce se vypočítal dle vztahu (4):

$$\Delta A = A - A_0$$

kde  $A$  je absorbance na konci reakce tj. vase  $t = 10 \text{ min}$  a  $A_0$  je absorbance na počátku reakce, tj.  $t = 0 \text{ min}$ .

Nárost absorbance byl porovnán na ekvivalentní množství Troloxu. Výsledkem stanovení byl aritmetický průměr ze tří paralelně provedených stanovení.

### 5.3 Mikrobiologická stanovení

Pro stanovení antimikrobiálních účinků listů jaku byly použity ethanolové extrakty (viz 5.2.3) a vodné extrakty listů jaku.

#### 5.3.1 Odpaření ethanolu

Vodné extrakty listů jaku byly připraveny odpařením ethanolu z ethanolových extraktů na vakuové odparce (Laborota 4000, Heidolph, Německo). Ethanol byl odpařován za vakuu při  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  a nastavení množství otáček  $100 \text{ ot.min}^{-1}$ . Po odpaření ethanolu byl extrakt nasádnut destilovanou vodou a kvantitativně převeden do 50ml odměrné bačky.

#### 5.3.2 Testovací kultury

Testovacími kulturami mikroorganismů byly grampozitivní bakterie *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* a gramnegativní bakterie *Salmonella enterica* subsp. *Enterica* ser. *Enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Serratia marcescens*. Mikroorganismy byly získány ze sbírky Ústavu technologie tuků, tensidů a kosmetiky. Ethanolové a vodné extrakty z jaku byly aplikovány na tyto mikroorganismy za účelem zjištění inhibičního účinku extraktů.

### 5.3.3 Příprava živných prostředí

Byl připraven masopeptonový bujón (MPB) (HiMedia Laboratories, Indie) pro kultivaci zkoumaných mikroorganismů, viz Tabulka 3.

**Tabulka 3** Charakterizace MPB

<b>Masopeptonový bujón (MPB)</b>		
Dávkování	13 g.l <sup>-1</sup>	
Složení	Pepton	5 g.l <sup>-1</sup>
	Masový extrakt	3 g.l <sup>-1</sup>
	NaCl	3 g.l <sup>-1</sup>
pH	7,3 ± 0,2	

Do reagenční láhve bylo naváženo 6,5 g živného prostředí na laboratorních předváškách (Kern and Sohn, Německo). Následně bylo přidáno 500 ml destilované vody. Bylo aplikováno 5 ml bujónu do zkumavek. Připravený bujón a zkumavky s bujónem pro kultivaci mikroorganismů byly sterilovány v autoklávu (VARIOKLAV 75S, 135S, H+P Labortechnik, Německo) při 121 °C po dobu 15 minut. Po sterilaci byly do zkumavek asepticky nakořeny příslušné mikroorganismy a inkubovány v termostatu (BT120, Laboratorní přístroje Praha, Česká republika) při 30°C po dobu 24 hodin.

Pro diskovou difúzní metodu byl připraven Mueller-Hinton agar smícháním Mueller-Hinton bujónu (HiMedia Laboratories, Indie) a živného agaru (HiMedia Laboratories, Indie) podle Tabulky 4. Ten byl sterilován v autoklávu při 121 °C po dobu 15 minut. Poté byl sterilně rozlité do Petriho misek.



**Tabulka 4** Charakterizace Mueller-Hinton agaru

<b>Mueller-Hinton agar</b>		
<b>Mueller-Hinton bujón</b>		
Dávkování	38 g.l <sup>-1</sup>	
Složení	Pepton z kaseinu	17,5 g.l <sup>-1</sup>
	Hov zí výtátek	2 g.l <sup>-1</sup>
	Yeast	1,5 g.l <sup>-1</sup>
pH	7,4 ± 0,2	
<b>fiivný agar</b>		
Dávkování	23 g.l <sup>-1</sup>	
Složení	Agar	15 g.l <sup>-1</sup>
	Pepton ze flelatiny	5 g.l <sup>-1</sup>
	Masový extrakt	3 g.l <sup>-1</sup>
pH	6,8 ± 0,2	

### 5.3.4 Fyziologický roztok

Fyziologický roztok byl p ipraven naváfením 0,85 g chloridu sodného do odm rné ba ky o objemu 100 ml a dopln ním destilovanou vodou po rysku. Do zkumavek bylo napipetováno 10 ml fyziologického roztoku, a poté byly zkumavky sterilovány p i 121 °C po dobu 15 minut v autoklávu.

### 5.3.5 Mikrodilu ní metoda

Do každé z jamek mikrotitra ní desti ky (Micronaut S, Merlin, N mecko) bylo nepipetováno 200 l masopeptonového bujónu. Mikrotitra ní desti ka byla rozd lena podle koncentrací extraktu a p idaného mikroorganizmu. Do p íslu-ných jamek bylo p idáno 50, 40, 22,5; 17, 11, 5,5; 2,75 l extraktu jakonu. Následn bylo p idáno 5 l 24hodinové suspenze bakterií do p íslu-ných jamek podle Tabulky 5. Takto byly p ipraveny mikrotitra ní desti ky s grampozitivními bakteriemi a mikrotitra ní desti ky s gramnegativními bakteriemi. Pro kontrolu byly p ipraveny mikrotitra ní desti ky, kde byl místo extraktu p idán 96% ethanol pouflitý v ethanolových extraktech podle stejného schématu. Desti ky byly p ikryty ví ky, vlofeny do nepropustného obalu a kultivovány 24

hodin při 30 °C. Po ukončení kultivaci na přístroji Microplate reader Benchmark (Bio-Rad) byla změněna hodnota hustoty buněk při 655 nm (OD655) [73].

**Tabulka 5** Schéma mikrotitrační destičky

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>A</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>B</b>	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
<b>C</b>	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
<b>D</b>	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
<b>E</b>	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
<b>F</b>	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
<b>G</b>	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
<b>H</b>	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

*Bacillus subtilis/Salmonella enterica*

*Bacillus cereus/Pseudomonas aeruginosa*

*Micrococcus luteus/Escherichia coli*

*Enterococcus faecalis/Citrobacter freundii*

*Staphylococcus aureus/Serratia marcescens*

Pozn. Hodnoty v tabulce značí procentuální koncentraci extraktu v jamce. Barvy znázorňují, jaké mikroorganismy byly naočkovány do jamek.

### 5.3.6 Disková difúzní metoda

Byly připraveny testovací kultury tak, že 1 ml suspenze narostené za 24 hodin byl naočkován do 10 ml fyziologického roztoku. Na povrch Mueller-Hintonova agarů v Petriho miskách zbaveného nadbytečné vlhkosti bylo napipetováno 0,1 ml tekuté kultury testovaného mikroorganismu a hokejkou rovnoměrně rozeteno. Inokulum bylo necháno zaschnout. Testovací disky byly vloženy do extraktu. Poté byly sterilní jehlou přiloženy na povrch pody. Byl vložen i kontrolní disk napuštěný sterilní vodou. Disky byly rozloženy tak, aby byly dostatečně vzdáleny od kraje misky i od sebe navzájem. Petriho misky byly inkubovány 24 hodin při teplotě 30 °C [73].

## 5.4 Senzorického hodnocení

Pro sensorickou analýzu byly použity všechny tři druhy listí jakonu: *Smallanthus connatus*, *Polymnia canadensis*, *Smallanthus uvedalius*.

### 5.4.1 Podmínky sensorického hodnocení

Proběh sensorického hodnocení a vybavení místnosti odpovídalo přesně definovaným podmínkám podle mezinárodních norem SN ISO 6658 [84] a SN ISO 8589 [85]. Místnost byla vybavena 12 oddělenými hodnotitelskými kóji, které byly upraveny tak, aby byl omezen kontakt s ostatními hodnotiteli. Celkem byly uskutečnily dvě sensorické analýzy vodných výluhů z listí tří druhů jakonu. Na sensorickém hodnocení bylo přítomno 12, resp. 13 posuzovatelů (zaměstnanci a studenti Ústavu technologie a mikrobiologie potravin a Ústavu biochemie a analýzy potravin, UTB ve Zlín). Před vlastním sensorickým hodnocením byli posuzovatelé seznámeni a poučeni o jeho cílech. Hodnocení proběhlo v termínech 5. a 9. 12. 2011. Při samotném sensorickém hodnocení byly použity metody: porádová zkouška, porádová preferenční zkouška, párová porovnávající zkouška. Vzor použitého dotazníku je uveden v příloze (Příloha P I). Vzorové označovací kódy byly podávány při laboratorních podmínkách ((22±2) °C, 101 kPa). Posuzovatelé měli k dispozici vodu jako neutralizátor chuti. Posuzovatelé byli na úrovni laický nebo zasloužilý posuzovatel, aby se výsledky co nejvíce blížily skutečnému spotřebiteli [86].

### 5.4.2 Příprava vzorků

Pro přípravu byly vybrány listy, které nevykazovaly žádné známky chorob, plísní, mechanického ani jiného poškození. Zmražené listy jakonu byly nechány rozmrazit a následně usušeny při laboratorní teplotě (22±2) °C po dobu 3 dnů. Vodné výluhy z listí byly připraveny z usušených listů. Příprava byla provedena podle výrobce jakonového čaje (Naturvital) s modifikací [87]. Bylo naváženo 1,5 g usušených listů na 600 ml vody. Listy byly spařeny vařící vodou (rychlouhvací konvice, Zelmer 17Z010, Nemecko) a luhovány 3 minuty, poté byly listy vyjmuty.

### 5.4.3 Vlastní sensorické hodnocení

Cílem testu bylo zjistit, který vodný výluh se hodnotitelům jeví jako nejvíce přijatelný. K hodnocení míry trpkosti (1 ó nejvíce, 3 ó nejméně), byla použita

po adová zkou-ka. Ke zhodnocení v n a chuti byla vyufflita párová porovnávací zkou-ka. Dále byl proveden i preferen ní test [88].

#### 5.4.4 Statistické hodnocení

Nam ené hodnoty jsou vyjád eny jako aritmetický pr m r  $\pm$  sm rodatná odchylka. Výsledky preferen ních zkou-ek byly statisticky zpracovány Friedmanovým testem s Pearsonovým rozd lením a výsledky párových zkou-ek (jednostranný test) pomocí testu o parametru binomického rozd lení [88]. V-echna statistická vyhodnocení byla provád na na hladin významnosti = 0,01, tj. výsledky jsou p esné s 99% pravd podobností. K vyhodnocení byl pouflit program Microsoft Office Excel 2007.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Stanovení obsahu vlhkosti listů jakonu

Podle vzorce (1) byl vypočítán průměrný obsah vlhkosti (viz Tabulka 6).

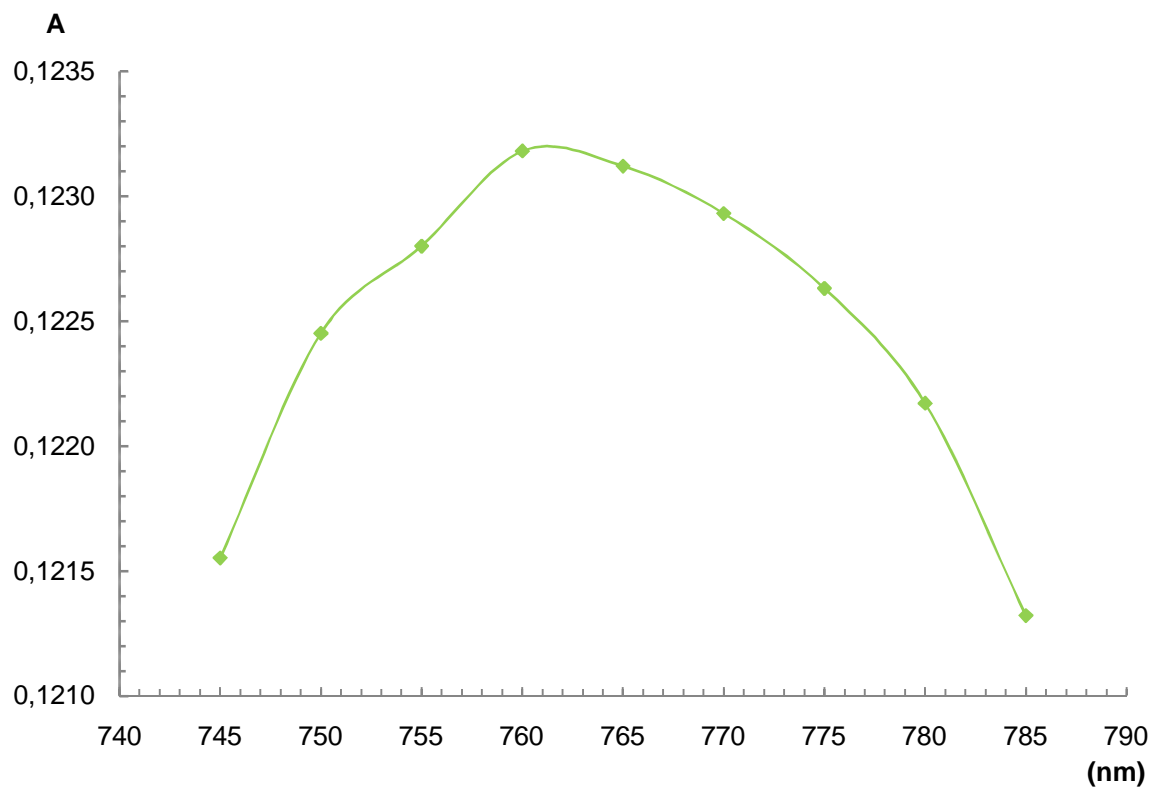
**Tabulka 6** Obsah vlhkosti listů jakonu (v %)

Druh	Vlhkost
<i>Smallanthus connatus</i>	82,1 ± 0,4
<i>Polymnia canadensis</i>	78,2 ± 0,2
<i>Smallanthus uvedalius</i>	82,1 ± 0,8

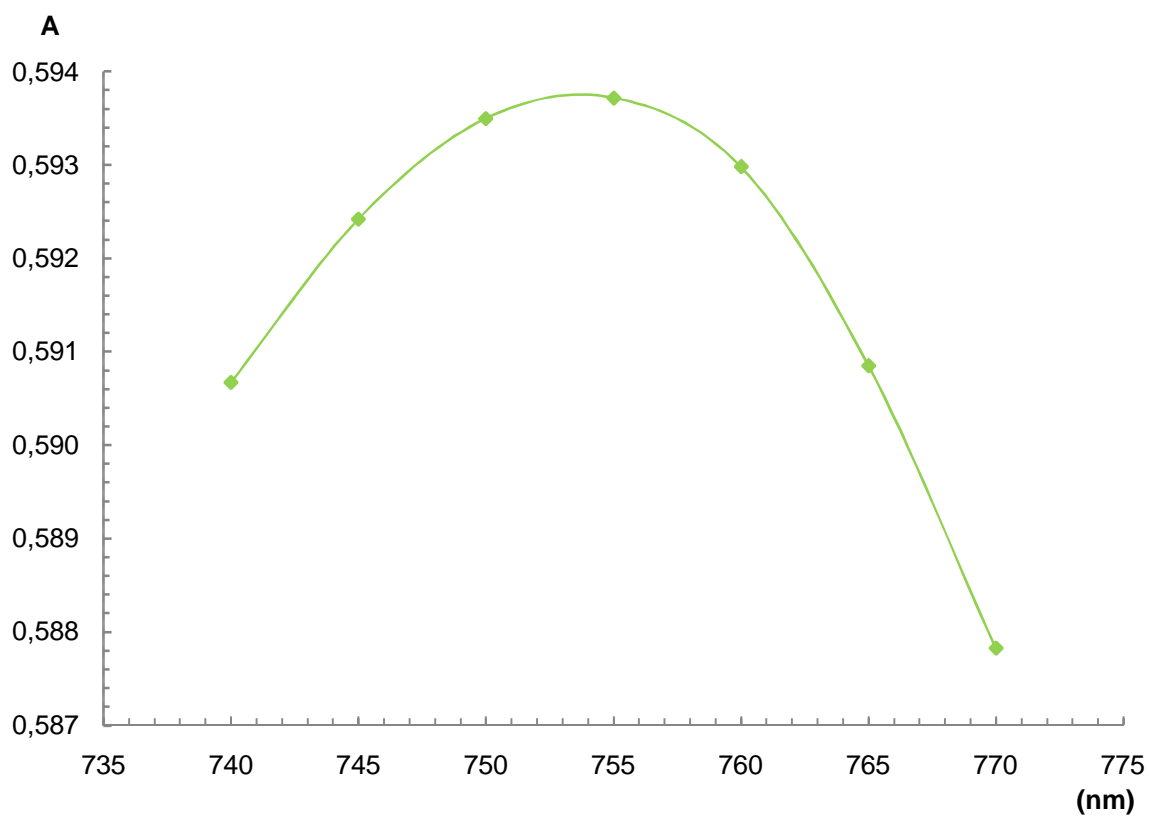
Obsah vlhkosti byl stanoven v listech tří druhů jakonu. Průměrný obsah vlhkosti v listech byl okolo 81 %. Nejvyšší obsah vlhkosti byl zjištěn v listech *Smallanthus connatus* a *Smallanthus uvedalius*, nejnižší obsah vlhkosti byl v *Polymnia canadensis*, který je asi o 5 % nižší než u ostatních druhů. Výsledky získané analýzou jsou v souladu se závěry Calvina [33], který uvádí, že listy jakonu obsahují 83,2 % vody.

### 6.2 Stanovení celkových polyfenolů

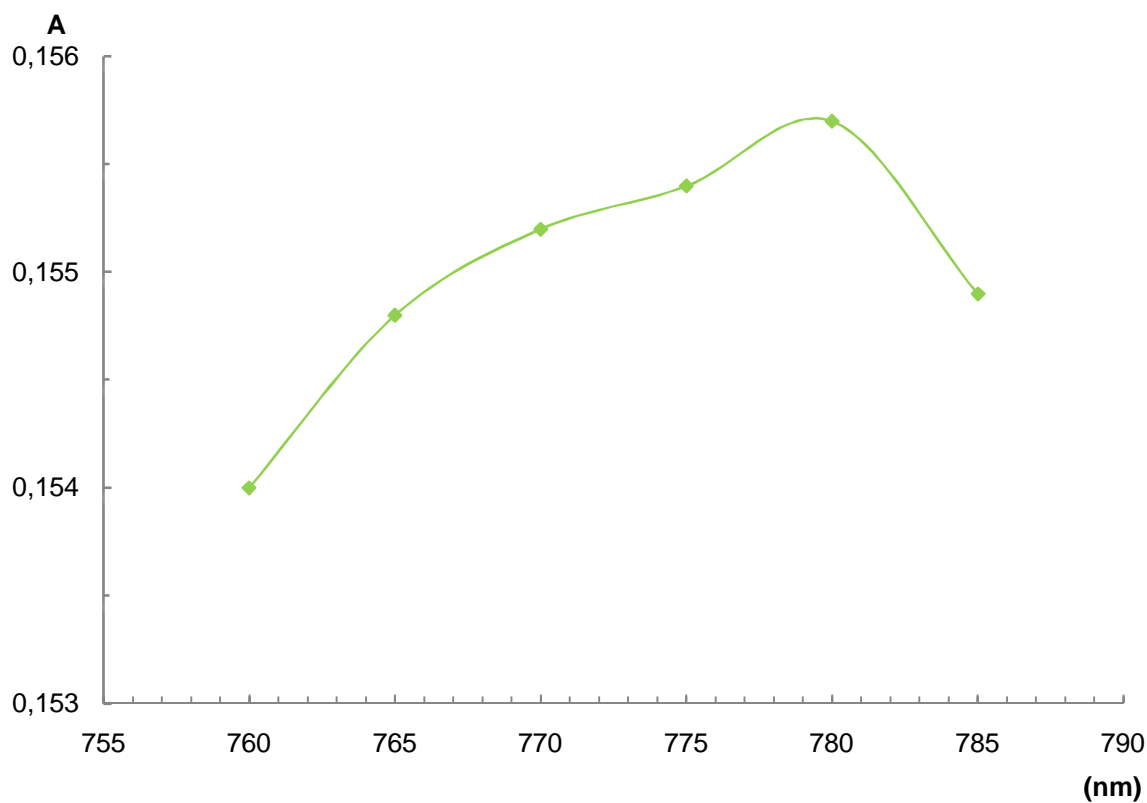
Pro analýzu celkových polyfenolů byla zjištěna absorpční maxima u listů všech tří druhů jakonu (Obrázek 17, 18, 19), podle kterých byly vytvořeny kalibrační křivky pro dané druhy (Obrázek 20, 21, 22). Pomocí rovnice regrese kalibrační křivky bylo vypočítáno množství celkových polyfenolů vyskytujících se v listech jakonu. Naměřené hodnoty celkových polyfenolů jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 7). Pro názornost jsou uvedeny i na obrázku (Obrázek 23).



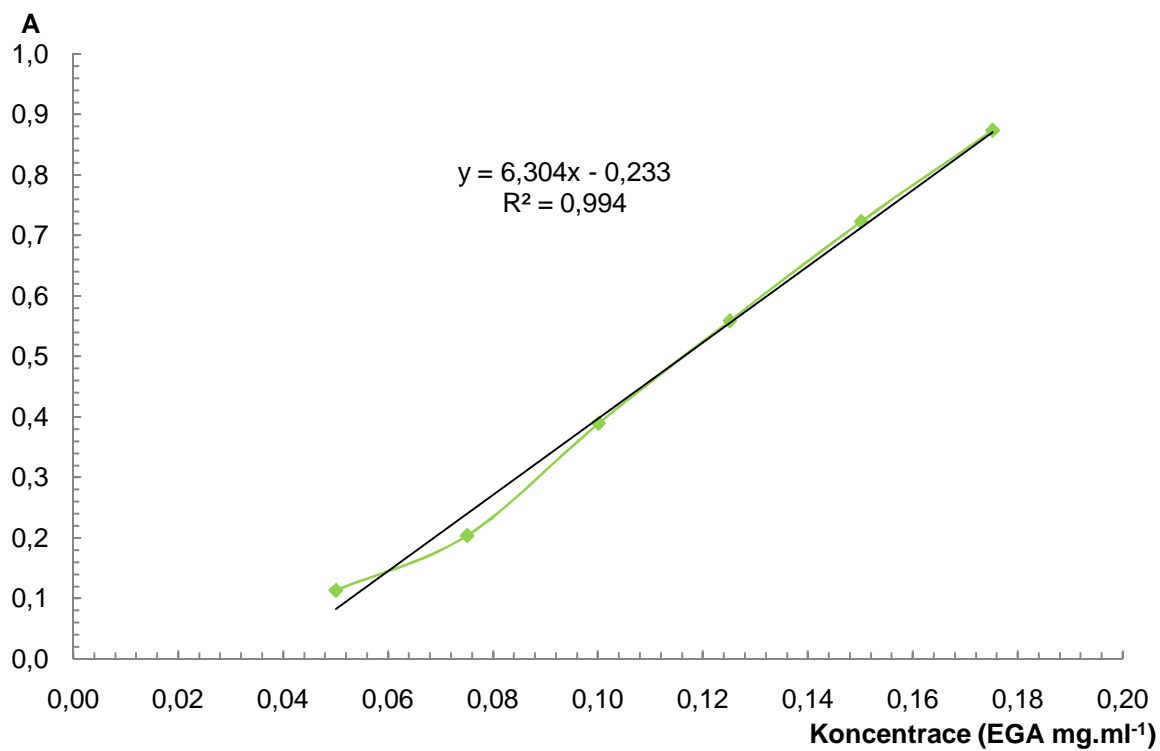
**Obrázek 17** Absorp ní maximum *Smilax connata*



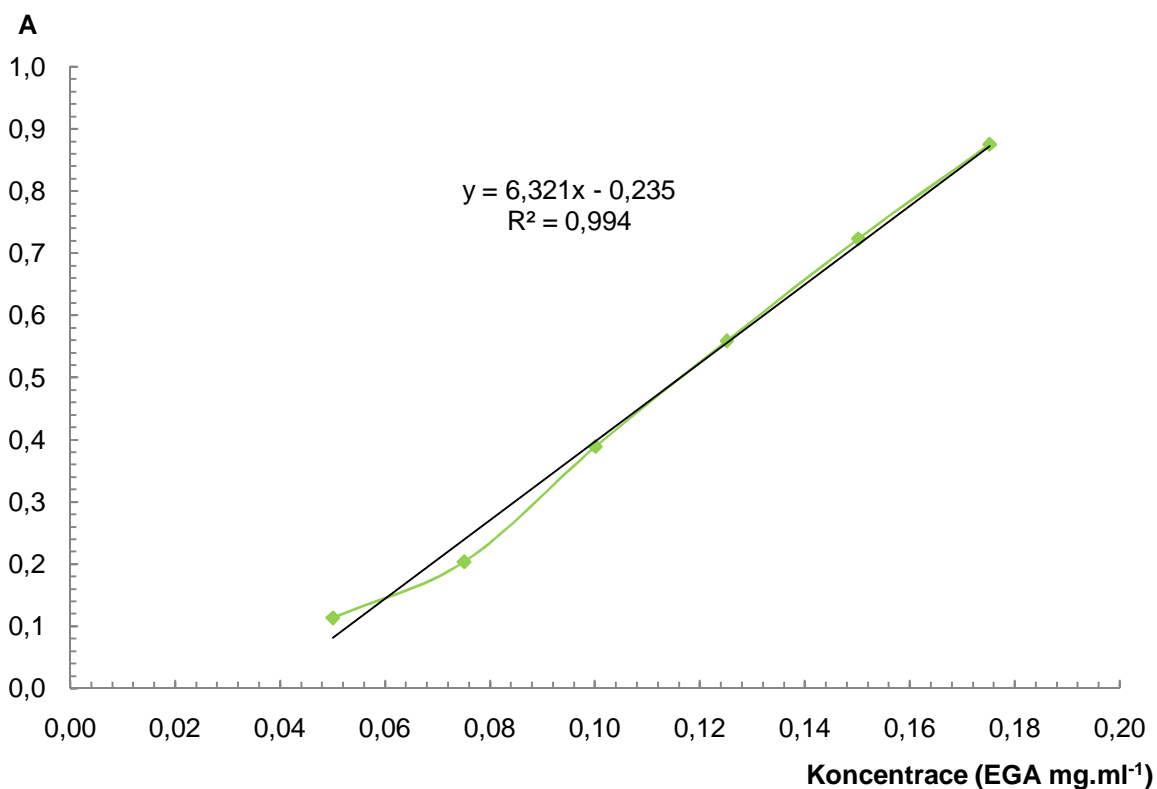
**Obrázek 18** Absorp ní maximum *Polymnia canadensis*



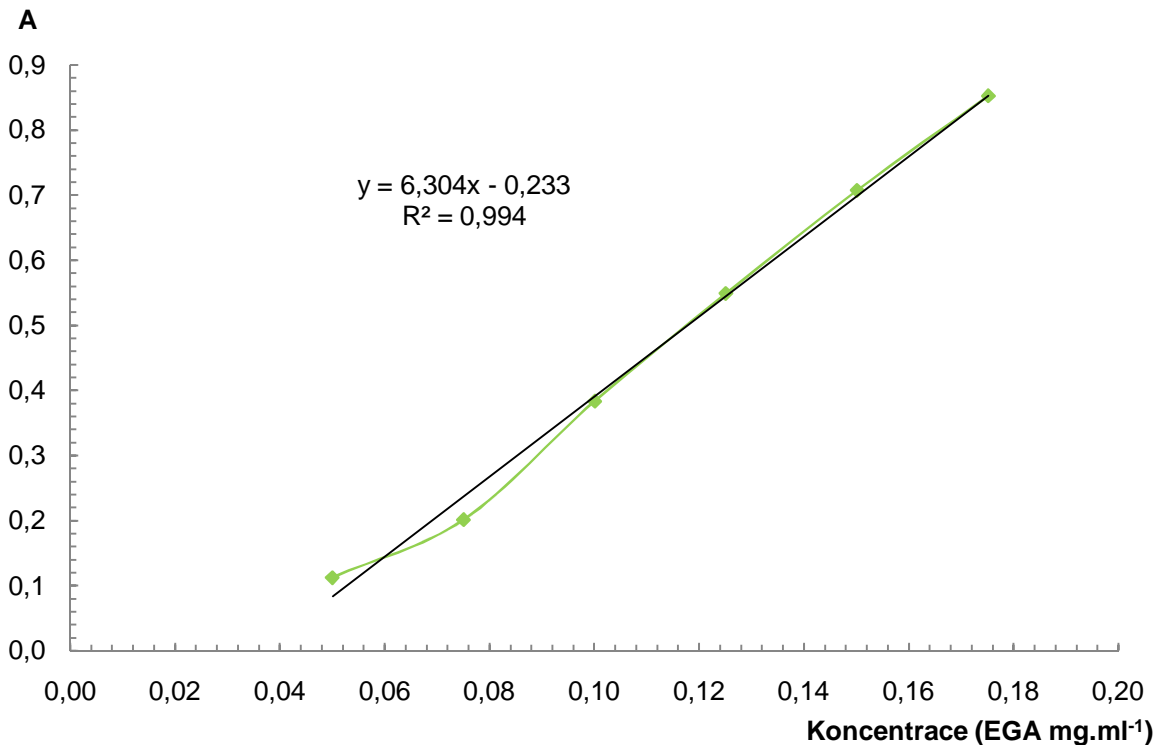
**Obrázek 19** Absorp ní maximum *Smilax uvedalius*



**Obrázek 20** Kalibra ní k ivka *Smilax connatus*



Obrázek 21 Kalibra ní k ivka *Polymnia canadensis*



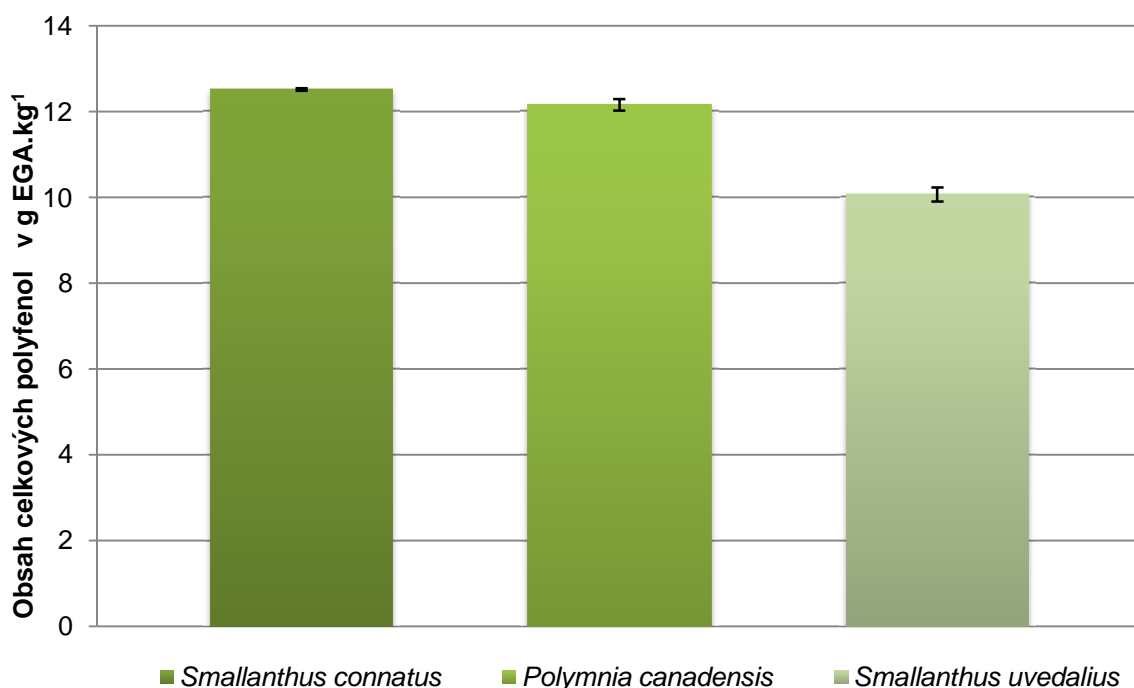
Obrázek 22 Kalibra ní k ivka *Smilax uvedalius*



**Tabulka 7** Průměrný obsah celkových polyfenolů v listech jakonu (v g EGA.kg<sup>-1</sup>)

Druh	Obsah polyfenolických látek
<i>Smallanthus connatus</i>	12,53 ± 0,03
<i>Polymnia canadensis</i>	12,17 ± 0,14
<i>Smallanthus uvedalius</i>	10,08 ± 0,16

Pozn. EGA – ekvivalent kyseliny gallové

**Obrázek 23** Obsah celkových polyfenolů v listech jakonu (v g EGA.kg<sup>-1</sup>)

Z výsledků vyplývá, že jednotlivé druhy jakonu obsahují podobná množství celkových polyfenolů, zvláště pak druh *Smallanthus connatus* a *Polymnia canadensis*. Z tabulky (Tabulka 7) je patrné, že nejvyšší množství polyfenolů obsahoval druh *Smallanthus connatus* a nejméně druh *Smallanthus uvedalius*.

Podle Lachmana *et al.* [89] obsahují listy jakonu (*Smallanthus sonchifolius*) 13,7 g EGA.kg<sup>-1</sup> v sušíně. Z výsledků je možné usuzovat, že listy jakonu *Smallanthus connatus* a *Polymnia canadensis* mají velmi podobný obsah celkových polyfenolů.

Lebeda *et al.* [19] zkoumali 9 různých genotypů jakonu a zjistili, že jakonové listy obsahují průměrně 17,3 g.kg<sup>-1</sup> suché drogy celkových polyfenolů. Tyto hodnoty porovnáním stanovené, což lze vysvětlit například podmínkami pěstování, prostředím, teplotou,

sráfkami, jelikož vykazují značnou morfoloickou, chemickou a výnosovou variabilitu. Auto i neuvádí standard, proto nelze výsledky zcela objektivně porovnávat.

Lachman *et al.* [90] zkoumali 5 druhů jakonu z Bolívie, Ekvádoru, Nového Zélandu a Německa. Studované druhy obsahovaly od 6,9 do 18,1 g EGA.kg<sup>-1</sup> celkových polyfenolů v sušiny listů.

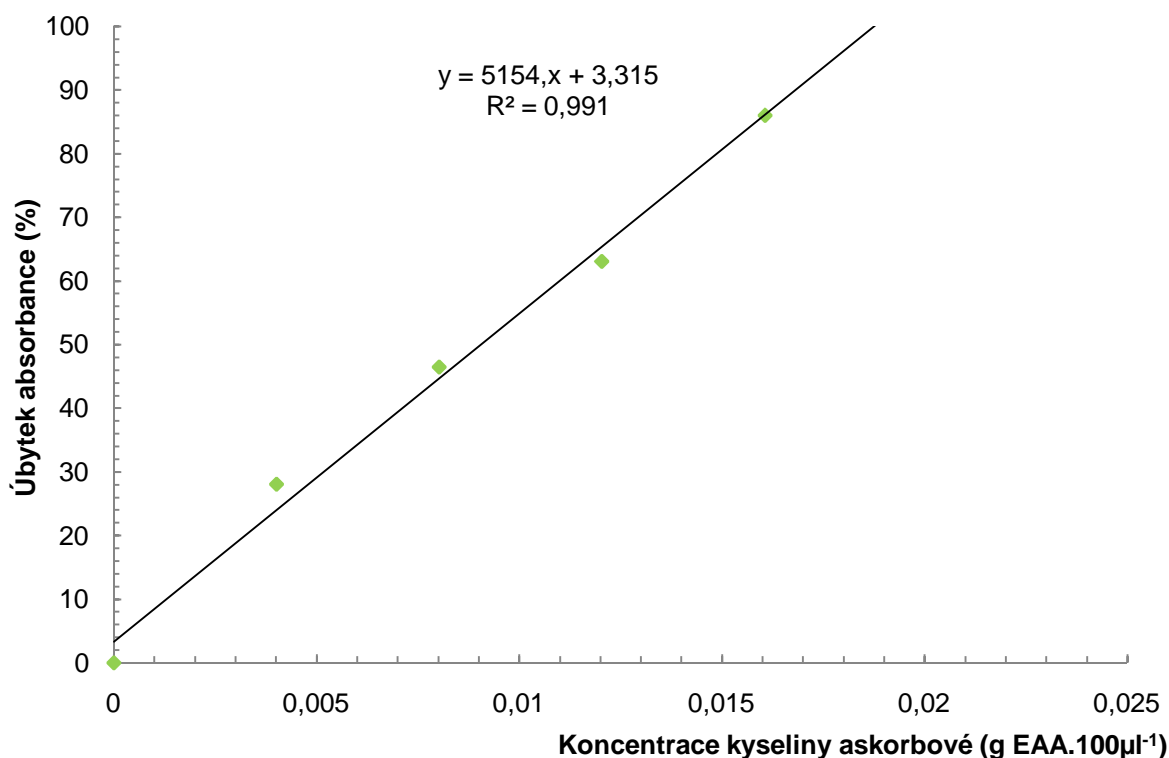
Chen *et al.* [91] studovali vliv různých typů extrakce na výsledek celkových polyfenolů v listech jakonu. V sušiny detekovali obsah celkových polyfenolů až 32,9 g.kg<sup>-1</sup>. Tento závěr může vézt k dalšímu zkoumání způsobu extrakce různých druhů listů jakonu.

Pro porovnání jsou uvedeny množství celkových polyfenolů v jiných rostlinách. V plodech rakytníku je obsaženo až 10,47 g EGA.kg<sup>-1</sup> celkových polyfenolů [92]. Velmi vysoká množství celkových polyfenolů je možné nalézt v révu vinné. Udává se, že hrozen červený obsahuje 2,59 g EGA.kg<sup>-1</sup> polyfenolů v suché hmotě. Například citrón obsahuje 0,19 g EGA.kg<sup>-1</sup> celkových polyfenolů v suché hmotě [93].

## 6.3 Antioxidační aktivita

### 6.3.1 Metoda DPPH

Úbytek absorbance byl pomocí rovnice regrese kalibračního grafu závislosti úbytku absorbance na množství kyseliny askorbové (Obrázek 24) přepočten na ekvivalentní množství kyseliny askorbové. Výsledky jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 8).



**Obrázek 24** Kalibrační křivka závislosti úbytku absorbance na množství kyseliny askorbové

**Tabulka 8** Antioxidační aktivita pomocí metoda DPPH (v g EAA.kg<sup>-1</sup>)

Druh	Antioxidační aktivita
<i>Polymnia canadensis</i>	2,96 ± 0,23
<i>Smallanthus connatus</i>	1,07 ± 0,13
<i>Smallanthus uvedalius</i>	0,35 ± 0,02

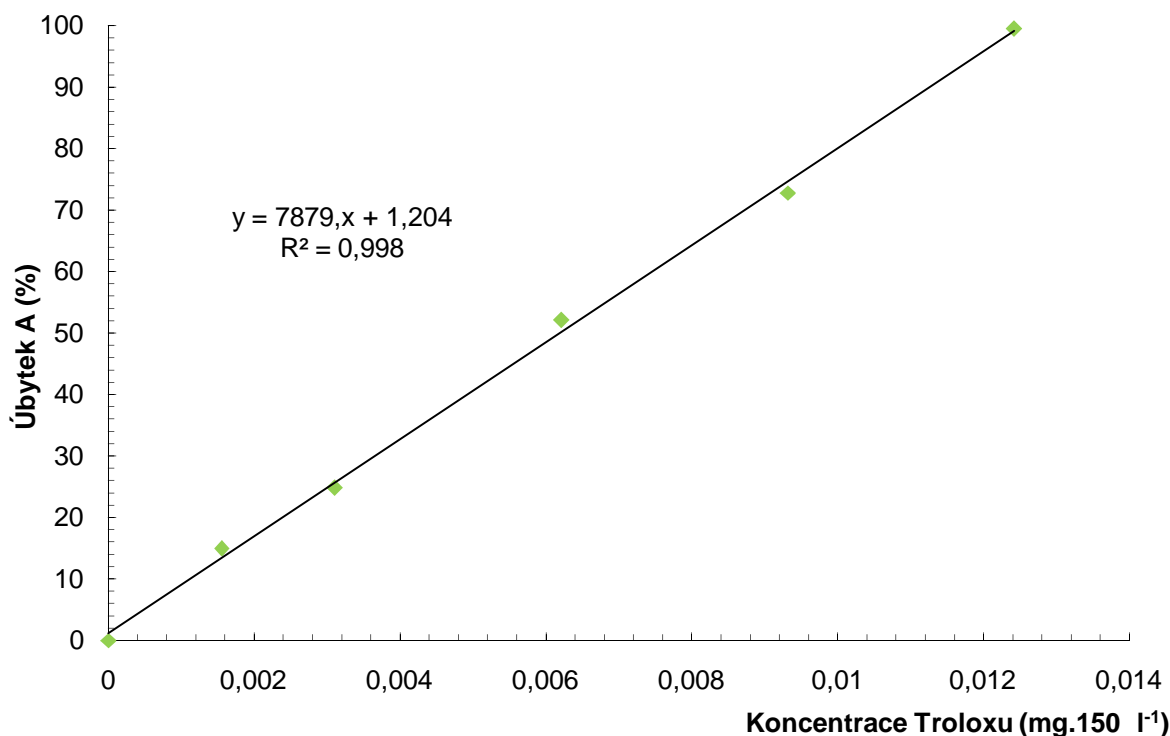
Pozn. EAA ó ekvivalent kyseliny askorbové

Z výsledků je patrné, že nejvyšší míru antioxidační aktivity zjištěnou metodou DPPH má *Polymnia canadensis*. Naopak nejmenší míru antioxidační kapacity má *Smallanthus uvedalius*, a to asi o 88 % méně než u jehl zmiňovaného vzorku *Polymnia canadensis*.

### 6.3.2 Metoda ABTS

Radikál kation byl generován reakcí ABTS diamonné soli a peroxodisíranu draselného podle postupu popsaného v experimentální části (kapitola 5.2.6). Zjištěná

závislost úbytku absorbance A na koncentraci Troloxu je graficky znázorněna na (Obrázek 25). Úbytek absorbance A byl vypočten podle vzorce (3).



**Obrázek 25** Kalibrační křivka závislosti úbytku absorbance A na koncentraci Troloxu

Byly proměřeny tři druhy list jasanu. Úbytek absorbance studovaných listů byl pomocí rovnice regrese kalibrační křivky závislosti úbytku absorbance A na koncentraci Troloxu vypočten na ekvivalentní množství Troloxu. Výsledné průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 9). Z tabulky je patrné, že nejvyšší antioxidační aktivitu má *Polymnia canadensis*. Naopak *Smallanthus uvedalius* vykazoval nejnižší aktivitu, která je o 24 % nižší než u výše zmíněném vzorku. Rozdílnou míru antioxidační aktivity lze vysvětlit tím, že se jedná o různé druhy jasanu a mohou mít též odlišné chemické složení.

**Tabulka 9** Antioxidační aktivita o metodou ABTS (v g TE.kg<sup>-1</sup>)

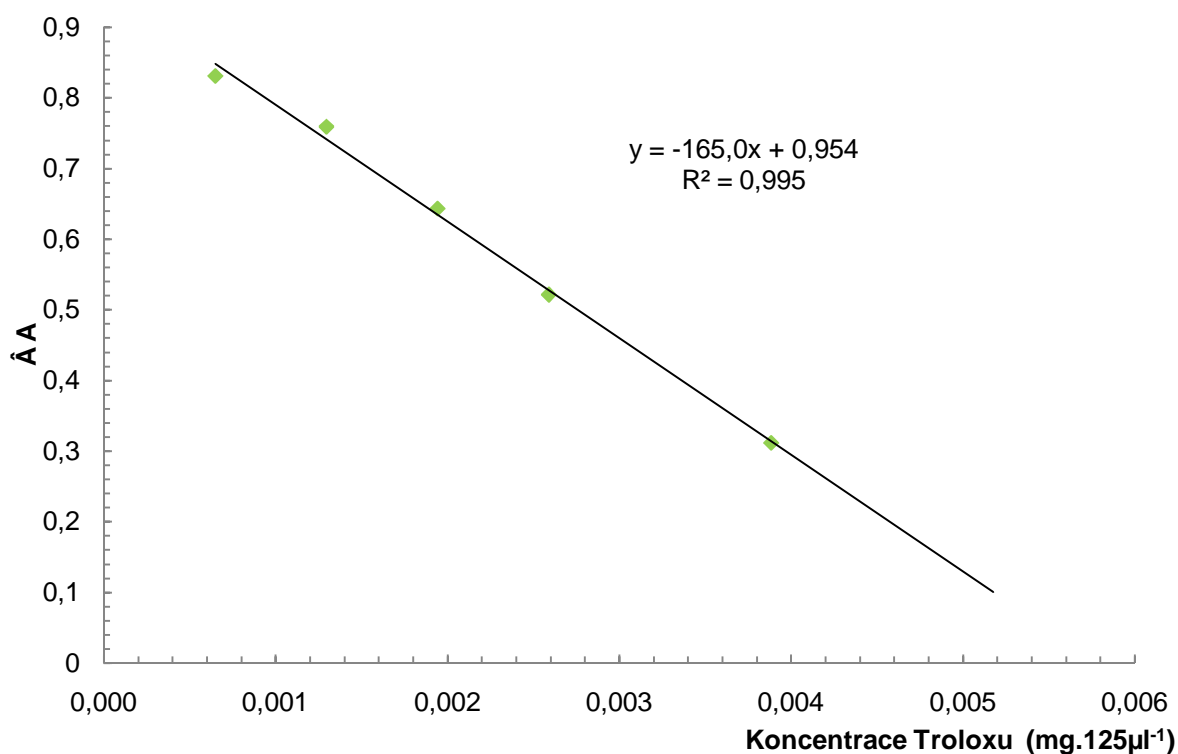
Druh	Antioxidační aktivita
<i>Polymnia canadensis</i>	3,36 ± 0,01
<i>Smallanthus connatus</i>	2,96 ± 0,12
<i>Smallanthus uvedalius</i>	2,56 ± 0,32

Pozn. TE o ekvivalent Troloxu

### 6.3.3 Metoda FRAP

Reakční indikátor byl připraveno dle postupu uvedeného v praktické části (kap. 5.2.7). Změna absorbance jednotlivých vzorků byla pomocí regresní přímky kalibračního grafu (Obrázek 26) přepočtena na ekvivalentní množství Troloxu a poté byla konečná hodnota vyjádřena v  $\text{g TE.kg}^{-1}$  v sušině listů.

Jako v předchozích metodách byly proměřeny tři vzorky listů jasanu a u každého vzorku byly provedeny tři experimenty a vypočtena hodnota antioxidační aktivity. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 10)



**Obrázek 26** Kalibrační křivka závislosti změny absorbance na koncentraci Troloxu

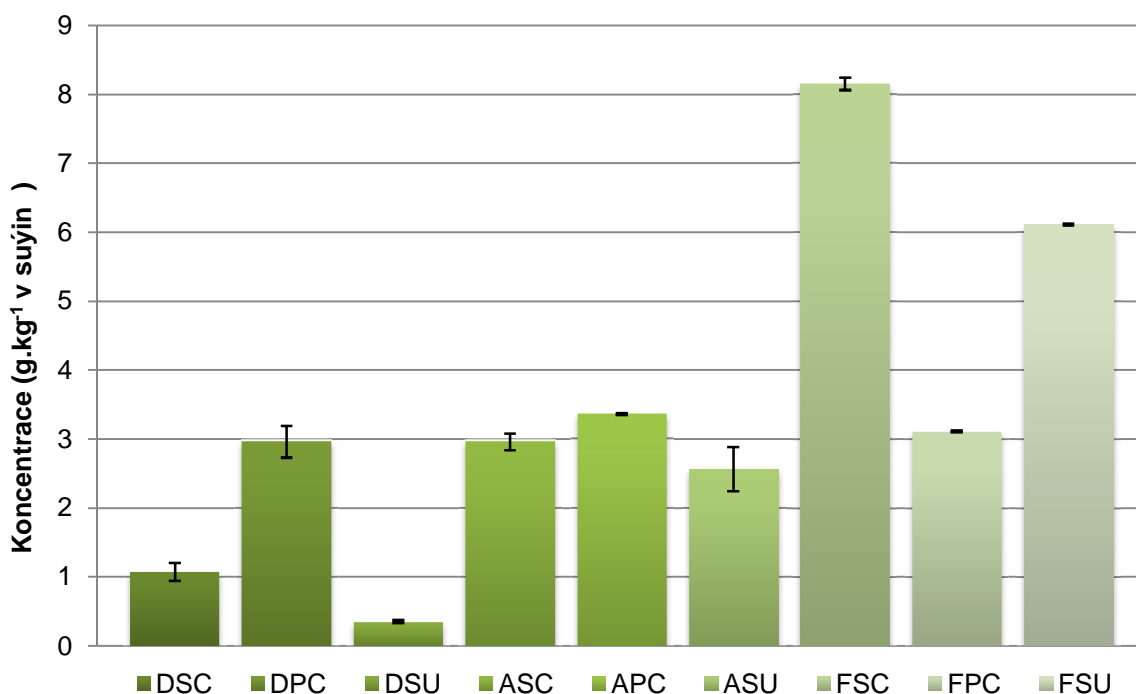
**Tabulka 10** Antioxidační aktivita pomocí metoda FRAP (v  $\text{g TE.kg}^{-1}$ )

Druh	Antioxidační aktivita
<i>Polymnia canadensis</i>	$3,11 \pm 0,01$
<i>Smallanthus connatus</i>	$8,15 \pm 0,09$
<i>Smallanthus uvedalius</i>	$6,81 \pm 0,01$

Pozn. TE – ekvivalent Troloxu

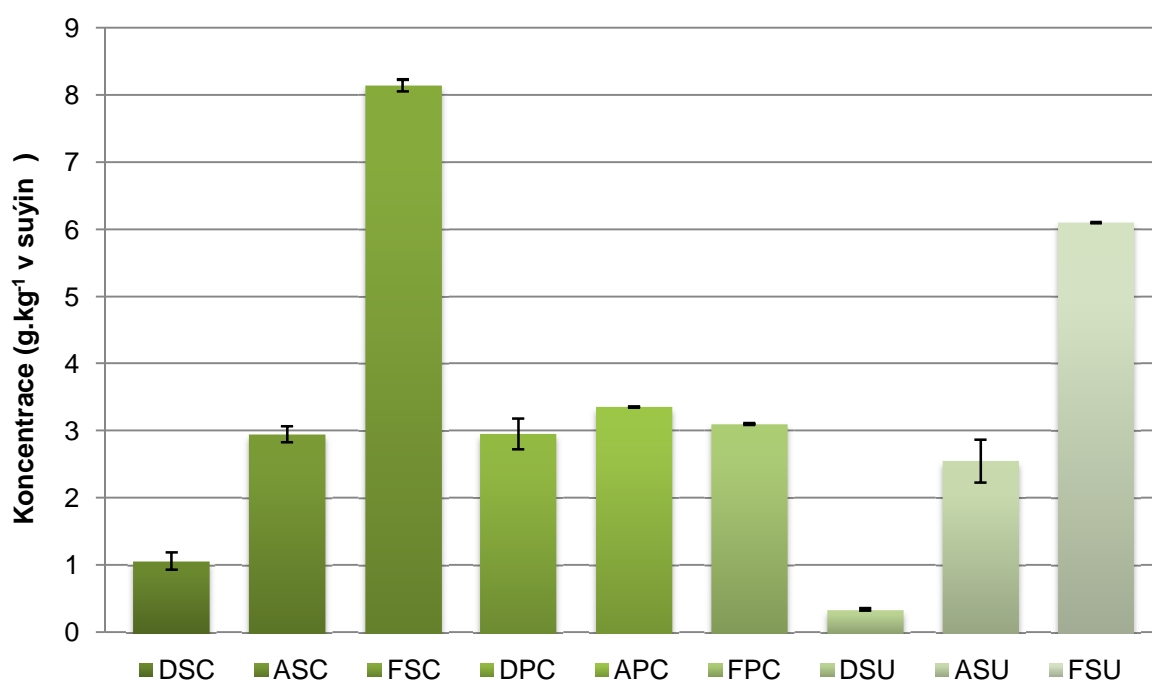
Z výsledk vyplývá, že nejvyšší míru antioxidační aktivity metodou FRAP vykazuje *Smallanthus connatus*. Menší hodnota (o 16 %) byla prokázána u *Smallanthus uvedlii*. U *Polymnia canadensis* byla detekována nižší antioxidační aktivita, a to až o 62 % méně.

Pro porovnání jednotlivých metod byly získané hodnoty antioxidační aktivity graficky znázorněny (Obrázek 27) a uvedeny v tabulce (Tabulka 11). Dále je zobrazen graf, který znázorňuje antioxidační aktivitu v listech jednotlivých druhů jaku (Obrázek 28).



**Obrázek 27** Průměrné hodnoty antioxidační aktivity v listech jaku

Pozn. Standardy u metod: DPPH – kyselina askorbová, ABTS, FRAP – Trolox, D – metoda DPPH, A – metoda ABTS, F – metoda FRAP, SC – *Smallanthus connatus*, PC – *Polymnia canadensis*, SU – *Smallanthus uvedlii*



**Obrázek 28** Průměrné hodnoty antioxidační aktivity v listech jednotlivých druhů jablečnicku

Pozn. Standardy u metod: DPPH – kyselina askorbová, ABTS, FRAP – Trolox, D – metoda DPPH, A – metoda ABTS, F – metoda FRAP, SC – *Smallanthus connatus*, PC – *Polymnia canadensis*, SU – *Smallanthus uvedalius*

**Tabulka 11** Průměrné hodnoty antioxidační aktivity v listech jablečnicku

Metoda	ABTS	DPPH	FRAP
<i>Smallanthus connatus</i>	2,96	1,07	8,15
<i>Polymnia canadensis</i>	3,36	2,96	3,11
<i>Smallanthus uvedalius</i>	2,56	0,35	6,81

Pozn. Hodnoty jsou vyjádřeny v g.kg<sup>-1</sup> v sušiny list, standardy u metod: ABTS, FRAP – Trolox, DPPH – kyselina askorbová

Dříve se v tísínou antioxidační aktivita v biologickém materiálu stanovovala pouze jednou metodou například metodou DPPH [94] nebo CUPRAC [95]. V posledních letech je pozornost věnována různým výsledkům získaným na základě chemicky odlišných principů stanovení. Každá z těchto metod má své výhody, ale má také své omezení, například náklady na provedení analýzy, dostupnost reaktivních činidel apod. Vzhledem k zajištění objektivnosti získaných výsledků se proto v poslední době autoři snaží aplikovat několik

metod jsou často pro sledování antioxidační aktivity v biologických materiálech a také se snaží o srovnání použitých metodik. Pokud jde o náklady a čas na provoz těchto metod je hlavní výhodou použití jednoduchého stroje, spektrofotometru, který je běžně dostupný ve všech laboratořích. Další výhodou je rychlost reakcí, které probíhají max. do 1 hodiny [96].

Výsledné hodnoty antioxidační aktivity změřené za použití různých metod se často neliší, i když jsou všechny výsledky jednotně vyjádřeny v  $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny listů. Je to způsobeno tím, že každá reakce s reagenty s různými antioxidanty různými mechanismy. Nejlepší by měla být metoda ABTS, kde indikátor reaguje se všemi látkami vykazujícími antioxidační aktivitu. Na které polyfenolické látky reagují s DPPH pomalu, případně nereagují vůbec, proto jsou hodnoty antioxidační aktivity stanovené metodou DPPH nižší. Vyšší hodnoty vykazuje metoda FRAP, kde je měřena spíše redukční schopnost látek, která se liší od dalších dvou použitých metod nemusí korelovat přímo s antioxidační aktivitou. Tento nedostatek je možné částečně eliminovat jednak paralelním použitím několika různých metod a vzájemným porovnáváním výsledků, anebo sledným používáním jediné, pečlivě vybrané metody. Její výběr a její případná modifikace by měla být vždy uváděny s výsledky stanovení [93].

Pro orientaci je uvedena míra antioxidační aktivity v různých materiálech. Zloch *et al.* [93] uvádí, že míra antioxidační aktivity je u cibule fluté  $0,23 \text{ g EGA} \cdot \text{kg}^{-1}$ , v hroznu červeném je  $0,28 \text{ g EGA} \cdot \text{kg}^{-1}$  a v kvěťáku  $0,32 \text{ g EGA} \cdot \text{kg}^{-1}$  v suché hmotě.

Po zhodnocení výsledků není možné obecně říci, které listy jakonu mají nejvyšší antioxidační aktivitu. Prozatím neexistuje studie, která by se komplexně zaměřila na antioxidační aktivitu listů jakonu několika různými metodami. Přesto je zřejmé, že studované druhy jakonu (*Smallanthus connatus*, *Polymnia sonchifolia*, *Smallanthus uvedalius*) obsahují značné množství celkových polyfenolů a vykazují významnou antioxidační aktivitu. Tím pádem je možné je hodnotit jako příznivé pro zdraví. Aby se dosáhlo dalšího rozvoje v měření antioxidační aktivity a předpokládaného efektu, je třeba dále zdokonalovat metodické postupy při jejím určení a podrobovat neustálému laboratornímu testování.



## 6.4 Výsledky mikrobiologických analýz

### 6.4.1 Dilu ní metoda

Na p ístroji Microplate reader Benchmark (Bio-Rad) byl zm en zákal v mikrotitra ní ch desti kách. Aby bylo mo ní vylou it inhibi ní p sobení samotného ethanolu, byly porovnány desti ky se vzorkem ethanolového extraktu list jakonu s kontrolní desti kou s istým ve stejných koncentracích ethanolem. Pomocí dilu ní metody se neprokázaly antimikrobiální ú inky list jakonu v ethanolových extraktech, proto byly pou íty vodné extrakty. Ani v t ch nebyly prokázány antimikrobiální ú inky.

### 6.4.2 Disková difúzní metoda

Jeliko í se neprokázaly antimikrobiální ú inky list jakonu dilu ní metodou, bylo provedeno m ení i diskovou difúzní metodou s pou ítím vodných extrakt . Celkem bylo p ípraveno 20 Petriho misek s danými bakteriemi (kap. 5.4.2). Po 24hodinové kultivaci nebyly kolem disk pozorovány inhibi ní zóny bez nár stu kolonií. Ani touto metodou se neprokázaly antimikrobiální ú inky list jakonu.

P í mikrobiologickém stanovení se nepotvrdily antimikrobiální ú inky list jakonu, co í by mohlo být zp sobeno nevhodn zvolenou kultivací (sv telné podmínky), jeliko í Joung *et al.* [72] zjistili, íe jakon vykazoval antibakteriální ú inky pouze za sv tla, v temných podmínkách nebyl prokázán antibakteriální ú inek. V jiné studii Lin *et al.* [70] stanovili minimální inhibi ní koncentrace melampolid proti *Bacillus subtilis* a *Pyricularia oryzae*, co í se nepoda ilo prokázat. Dal ím d vodem, pro í se nepotvrdily antimikrobiální ú inky, m íe být jiná chemická variabilita rostliny nebo nízká koncentrace extraktu.

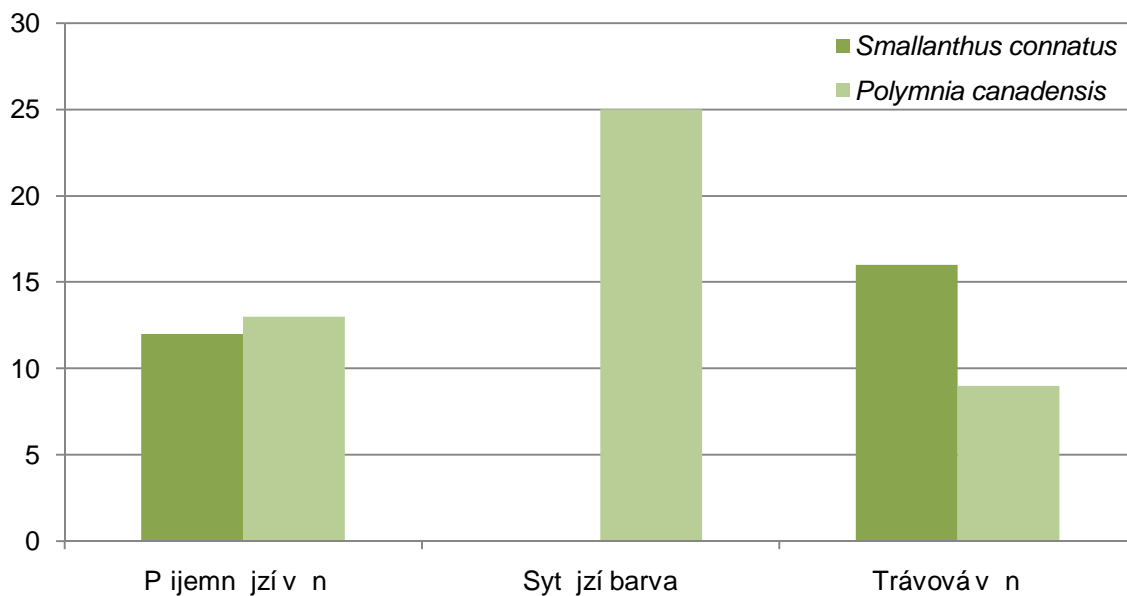
## 6.5 Výsledky senzorického hodnocení

Vzorky list jakonu byly hodnoceny senzorickými metodami. Oblast senzorických experiment í je ale zna í specifická, proto íe senzorické vlastnosti m íe íov k posuzovat jen svými smysly.

V prvním úkolu hodnotitelé posuzovali ío kost výluh . Hodnotitelé ur íli jako nejvíce ío ký *Smallanthus uvedalius* a nejmén ío ký *Polymnia canadensis*.

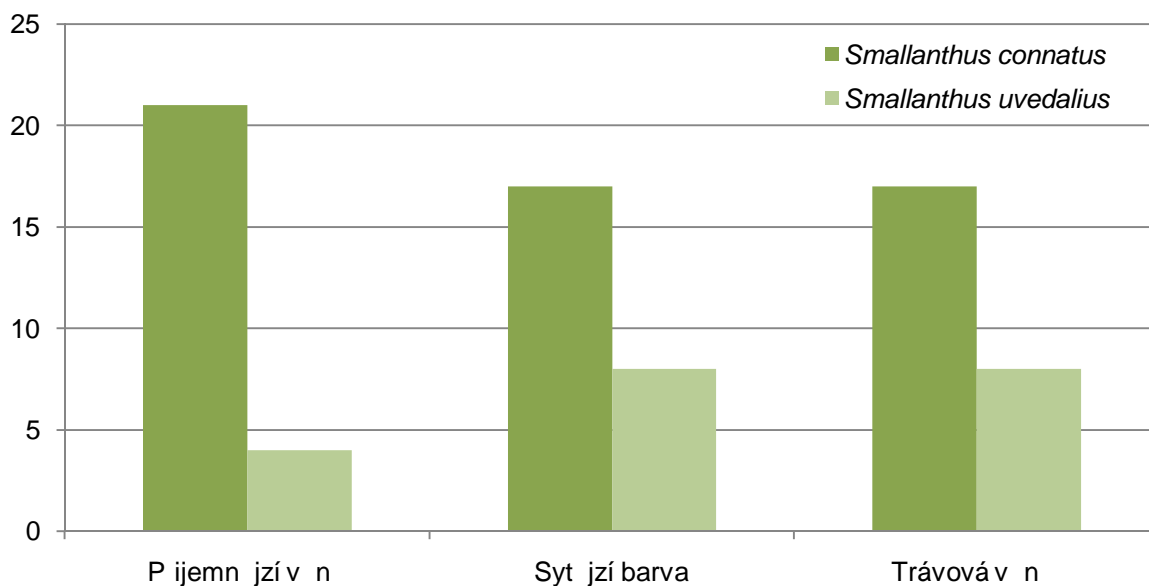
Dal ím úkolem bylo hodnocení pomocí párové porovnávací zkou-ky. Konkrétní výsledky jsou graficky znázorn ny (Obrázek 29, 30, 31). Zkou-ka byla vyhodnocena

jednostranným testem - test o parametru binomického rozdělení. Hodnotitelé určili, že nejméně p íjemnou v ní má *Smallanthus uvedalius*, ale mezi vzorky *Smallanthus connatus* a *Polymnia canadensis* nebyl určen rozdíl.



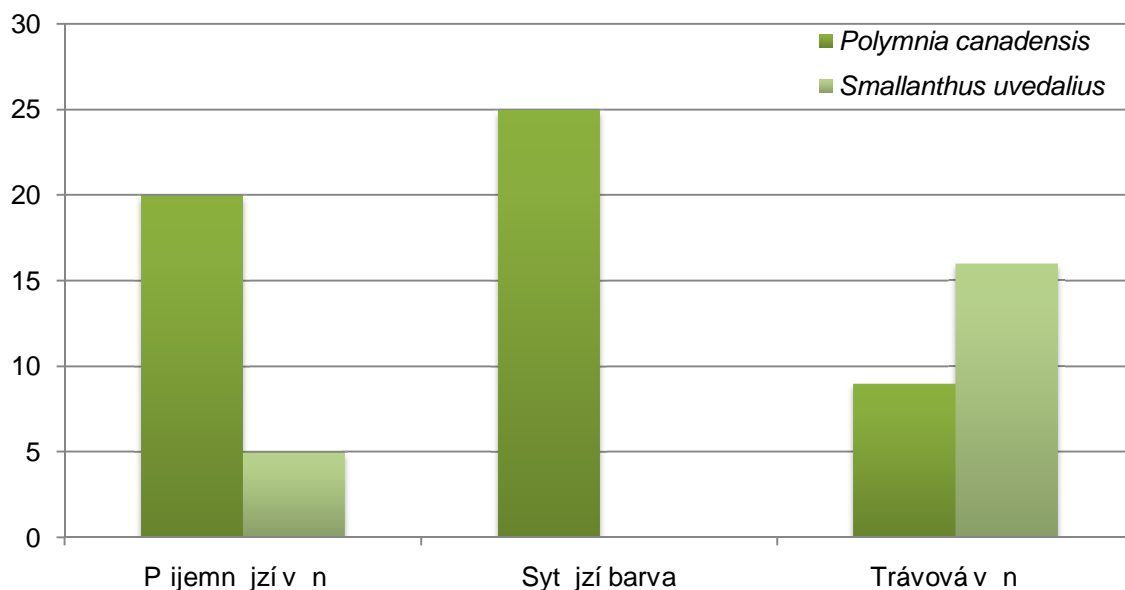
**Obrázek 29** Výsledky párové porovnávací zkoušky (*Smallanthus connatus* a *Polymnia canadensis*)

Pozn. Hodnoty na ose x značí počet hodnotitelů, kteří daný vzorek zvolili



**Obrázek 30** Výsledky párové porovnávací zkoušky (*Smallanthus connatus* a *Smallanthus uvedalius*)

Pozn. Hodnoty na ose x značí počet hodnotitelů, kteří daný vzorek zvolili



**Obrázek 31** Výsledky párové porovnávací zkoušky (*Smallanthus uvedalius* a *Polymnia canadensis*)

Pozn. Hodnoty značí počet hodnotitelů, kteří daný vzorek zvolili

Při posuzování syť jízvy bylo zjištěno, že nálev z *Polymnia canadensis* má syť jízvu nejlépe zbývající vzorky *Smallanthus connatus* a *Smallanthus uvedalius*, nicméně mezi vzorky *Smallanthus connatus* a *Smallanthus uvedalius* nebyl shledán rozdíl.

Při určení intenzity trávové vlny nebyl mezi jednotlivými vzorky shledán statisticky významný rozdíl.

Co se týká preferenčního testu, tak jako nejméně preferovaný byl označen výluh z listů *Smallanthus uvedalius*, a mezi zbylými dvěma vzorky nebyl shledán statisticky významný rozdíl.

## ZÁV R

V rámci diplomové práce byla zpracována literární re-er-e se zam ením na antioxida ní a antimikrobiální ú inky v listech jakonu.

Antioxida ní aktivita a obsah polyfenolických látek byla m ena u 3 druh list jakonu (*Smallanthus connatus*, *Polymnia canadensis*, *Smallanthus uvedalius*). Polyfenoly byly stanoveny fotometrickou metodou s Folin ó Ciocaltauovým inidlem a standardem kyseliny gallové. K m ení antioxida ní aktivity byly pouflity t i metody, které se b fln pouflívají p i potraviná ských analýzách. Jednalo se o metody ABTS, DPPH a FRAP. Ve-keré získané výsledky byly p epo teny na ekvivalentní množství standardní látky Troloxu a kyseliny askorobové a vzájemn porovnány. Tyto metody mohou slouflit jako alternativní kritérium biologické hodnoty potravin, nebo mohou být pouflity jako srovnávací metody pro ur ení závislosti r zných podmínek p i jejich zisku a skladování.

P i mikrobiologickém stanovení byly zji- ovány antimikrobiální ú inky list pomocí diskové difúzní metody a dilu ní metody.

Konkrétní výsledky diplomové práce jsou následující:

1. Obsah polyfenol byl nejvy-í v listech *Smallanthus connatus* (12,53 g EGA.kg<sup>-1</sup>) a nejni-í u *Smallanthus uvedalius* (10,08 g EGA.kg<sup>-1</sup>).
2. Antioxida ní aktivita metodou DPPH byla nejvy-í u *Polymnia canadensis* (2,96 g EAA.kg<sup>-1</sup>). Pomocí metody ABTS byla nam ena nejvy-í antioxida ní aktivita u *Polymnia canadensis* (3,36 g TE.kg<sup>-1</sup>). Míra antioxida ní aktivity m ená pomocí metody FRAP byla nejvy-í u *Smallanthus connatus* (8,15 g TE.kg<sup>-1</sup>).
3. P i mikrobiologickém stanovení nebyly prokázány antimikrobiální ú inky list jakonu. Jeliko- existují studie, ve kterých byly prokázány tyto ú inky, je fládoucí, provád t stále nové -et ení.
4. Po vyhodnocení výsledk sensorického hodnocení byl za nej- e hodnocený výluh z list ozna en *Smallanthus uvedalius*, a mezi zbylými dv ma vzorky nebyl shledán rozdíl.

V listech jakonu jsou obsa-eny látky p ínosné pro zdraví lov ka. ada fenolových látek je nositeli fládoucích antioxida ní-ích ú ink a pat í mezi ochranná opat ení

biologických systém . Z tohoto hlediska svými vlastnostmi vzbuzují stále větší zájem a pozornost. Proto je žádoucí, provádět stále nové studie.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] HERMANN, M.; HELLER, J. *Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 21. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 1997. 257 s. ISBN 92-9043-351-5.
- [2] International Potato Center. *Andean root and tuber crops* © International Potato Center [online]. [cit. 2011-10-27]. Dostupný z WWW: <http://www.cipotato.org/roots-and-tubers>.
- [3] VALENTOVÁ, K.; FRÉK, J.; ULRICHOVÁ, J. Jakon (*Smallanthus sonchifolius*) a maka (*Lepidium meyenii*), tradiční andské plodiny jako nové funkční potraviny na evropském trhu. *Chemické listy*, 2001, 95, 5946601. ISSN 0009-2770.
- [4] CAZETTA, M. L. *et al.* Yacon (*Polymnia sanchifolia*) extract as a substrate to produce inulinase by *Kluyveromyces marxianus* var. *bulgaricus*. *Journal of Food Engineering*, 2005, 66, 3016305. DOI 10.1016/2004.03.022.
- [5] VALÍEK, P. *et al.* *Užitkové rostliny trop a subtrop*. 2. vydání. Praha, Academia. 2002. 486 s. ISBN 80-200-0939-6.
- [6] MICHL, J. Jakon a nová okopanina. *Úroda*, 1995, 9, 44645. ISSN 0139-6013.
- [7] LACHMAN, J.; FERNÁNDEZ C. E.; ORSÁK M. Chemické složení a využití jakonu. [*Smallanthus sonchifolius* (POEPP.ET ENDL.) H. ROBINSON]. In *I. mezinárodní seminář o Andské plodině v České republice. 12. května 2003*. Praha: KTSP ITSZ ZU, 2003, s. 55665. ISBN 80-213-1040-5.
- [8] HLAVA, B.; TÁBORSKÝ, V.; VALÍEK, P. *Tropické a subtropické zeleniny: pěstování a využití*. 1.vyd. Praha: Brázda, 1998. 146 s. ISBN 80-209-0274-0.
- [9] FERNÁNDEZ, E.; VIEHMANNOVÁ, I. *Netradiční plodiny pro diabetiky*. 1. vydání. Praha, Grada. 2010. 88 s. ISBN 978-80-247-2811-7.
- [10] KUBA, D. Sazenice exotických rostlin. [online]. [cit. 2011-11-03]. Dostupný z WWW: <http://www.pepinogold.cz/>.

- [11] Jakon (*Polymnia sonchifolia*) [online]. [cit. 2011-11-03]. Dostupný z WWW: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/database/index.php?n1=2&n2=7&n3=2&n4=2&poloha=1>.
- [12] MUTIS, J., C. Polymnia [online]. [cit. 2011-11-03]. Dostupný z WWW: [http://plantillustrations.org/taxa.php?id\\_taxon=3302&lay\\_out=1&photo=0](http://plantillustrations.org/taxa.php?id_taxon=3302&lay_out=1&photo=0).
- [13] GRAU, A.; REA, J. Yacon *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.& Endl.) H. Robinson. In *Andean Roots and Tuber Crops / Andean roots and tubers: Ahípa, arracacha, maca, yacon*. Sborník [online]. Gatersleben: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1997 [cit. 2011-11-04]. Dostupné z WWW: [http://www.cipotato.org/artc/artc\\_hermann/](http://www.cipotato.org/artc/artc_hermann/).
- [14] GONZALES, G.F.; MIRANDA, S.; NIETO, J. Red maca (*Lepidium meyenii*) reduced prostate size in rats. *Reproductive Biology and Endocrinology* [online]. 2005, 3. [cit. 2012-01-2]. DOI 10.1186/1477-7827-3-5. Dostupné z: Red maca (*Lepidium meyenii*) reduced prostate size in rats.
- [15] Lifefood Czech Republic s. r. o. lifefood ó Maca ó tajemství z Peru [online]. [cit. 2011-11-04]. Dostupný z WWW: <http://www.lifefood.cz/strava/maca-aneb-tajemstvi-vecneho.html>.
- [16] International Potato Centre. Maca (*Lepidium meyenii*) ó International Potato Center [online]. [cit. 2011-11-04]. Dostupný z WWW: <http://www.cipotato.org/roots-and-tubers/maca>.
- [17] KILHAM, C. *Tales from the Medicine Trail: Tracking Down the Health Secrets of Shamans, Herbalists, Mystics, Yogis, and Other Healers*. [Emmaus PA]: Rodale Press. 2002. ISBN 1-57954-185-2.
- [18] PRUGAR, J. Rozlou ení s poklady amerického kontinentu. (21. kapitola). *DTest.cz* [online]. 2005, 9 [cit. 2011-11-04]. Dostupné z WWW: <http://www.dtest.cz/index.php?action=2&pclanky=3&pclanekid=251&pkategorieid=104>.
- [19] LEBEDA, A.; DOLEfiALOVÁ, I.; VALENTOVÁ, K. Biologická a chemická variabilita maky a jakonu. *Chemické listy*, 2003, 7, 548ó601. ISSN 0009-2770.
- [20] Food and Agriculture Organisation of United Nations. Ch16. [online]. [cit. 2011-11-04]. Dostupný z WWW: <http://www.fao.org/docrep/T0646E/T0646E0g.htm>.

- [21] National Research Council, 1989, *Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. National Academy Press, Washington, D. C. 16123. ISBN 978-0-309-07461-2.
- [22] International Potato centre. Oca, Ulluco and Mashua ó International Potato Centre. [online]. [cit. 2011-11-05]. Dostupný z WWW: <http://cipotato.org/roots-and-tubers/oca-ulluco-mashua>.
- [23] Radix Crap Crops of the Incas: my on-off-on affair with Andean root crops 4) Pachyrhizus - ahipa useless junk? [online]. [cit. 2011-11-05]. Dostupný z WWW: <http://radix4roots.blogspot.com/2009/03/crap-crops-of-incas-4-pachyrhizus-ahipa.html>.
- [24] SØRENSEN, M. *Yam bean (Pachyrhizus DC.)*. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 2. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 2002. ISBN 92-9043-282-9.
- [25] BERMEJO, H.; LEÓN, J. *Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective. Plant Production and Protection*. 1994. FAO, Rome, Italy. 341 s. ISBN 9251032173.
- [26] Rostliny cizích zemí ó Melok hlíznatý ó *Ullucus tuberosus*. [online]. [cit. 2011-11-05]. Dostupný z WWW: <http://botanika.wendys.cz/cizi/rostlina.php?99>.
- [27] VEGA, C. P. Cultivo de Olluco, IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Cusco, Peru, 1997, 38641. ISBN 9290602295.
- [28] MALICE, M.; BAUDOIN, J.-P. Genetic diversity and germplasm conservation of three minor Andean tuber crop species. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. 2009, 13. 4416448. ISSN 07784031.
- [29] LEMAIRE, C. Flore des serres et des jardins de l'Europe. Tropaeolaceae - *Tropaeolum tuberosum*. Gand. Louis van Houtte. 1849. 5, 452. [online]. [cit. 2011-11-05]. Dostupný z WWW: <http://www.meemelink.com/prints%20pages/13927.Tropaeolaceae%20%20Tropaeolum%20tuberosum.htm>.
- [30] GRAU, A. *et al. Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz and Pav.)*. Promoting the conservation and use of underutilised and neglected crops. 25. International Potato



- Centre, Lima, Peru/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 2003. ISBN 92-9043-581-X.
- [31] HODGE, W. H. Three neglected Andean tubers. *Journal of the New York Botanic Garden*. 1946. 47, 2146224.
- [32] GIBBS, P. E.; MARSHALL, D.; BRUNTON, D. Studies on the Cytology of *Oxalis tuberosum* and *Tropaeolum tuberosum*. Notes from the Royal Botanic Garden. Edinburgh. 1978, 37. 2156220. ISSN 1370-6233.
- [33] CALVINO, M. A new plant for production of forage and alcohol: *Polymnia edulis*. [It.]. *Industria Saccarifera Italiana*. 1940,33. 95698.
- [34] CUKIHASHI, T. *Kiseki no kenkū jasai jâkon*. Kosaido Books. Tokio, 1999.
- [35] VELÍČEK, J. *Chemie potravin*, I, II, III. OSSIS, Tábor.
- [36] KAKUTA, H.; SEKI, T.; HASHIDOKO, Y.; MIZUTANI, J. Ent-kaurenic acid and its related-compounds from glandular trichome exudate and leaf extracts of *Polymnia sonchifolia*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 1992, 56. 156261564.
- [37] INOUE, A.; TAMOGAMI, S.; KATO, H.; NAKAZATO, Y.; AKIYAMA, M.; AKATSUKA, T.; HASHIDOKO, Y. Antifungal melampolides from leaf extracts of *Smallanthus sonchifolius*. *Phytochemistry*. 1995, 39. 8456848. DOI 10.1016/0031-9422(95)00023-Z.
- [38] GOTO, K.; FUKAI, K.; HIKIDA, J.; NANJO, F.; HARA, Y. Isolation and structural analysis of oligosaccharides from yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 1995, 59. 234662347.
- [39] HASHIDOKO, Y.; URASHIMA, T.; YOSHIDA, T.; MIZUTANI, J. Decarboxylative conversion of hydroxycinnamic acids by *Klebsiella oxytoca* and *Erwinia uredovora*, epiphytic bacteria of *Polymnia sonchifolia* leaf, possibly associated with formation of microflora on the damaged leaves. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 1993, 57. 21569. ID 240703.
- [40] JANDERA, P.; TĚŠEK, V.; EHOVÁ, L.; HÁJEK, T.; BALDRIÁNOVÁ, L.; TĚŠKOVÁ, G.; KELLNER, V.; HORNA, A. RP HPLC analysis of phenolic compounds and flavonoids in beverages and plant extracts using a CoulArray

- detector. *Journal of Separation Science*. 2005, 28. 100561022. DOI 10.1002/jssc.200500003.
- [41] FR EK, J.; MICHL, J.; PAVLAS, J.; TUPICHOVÁ, J. Yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl.) ó a new perspective tuber and forage crop. [Czech]. *Genetické zdroje rastlín*. VÚP Nitra. 1995. 73677.
- [42] ITAYA, N. M.; DE CARVALHO, M. A. M.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. D. L. Fructosyl transferase and hydrolase activities in rhizophores and tuberous roots upon growth of *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Physiologia Plantarum*. 2002, 116. 4516459. DOI 10.1109/78.651193.
- [43] HERMANN, M.; FREIRE, I.; PAZOS, C. Compositional diversity of the yacon storage root. *CIP Program Report 1997-1998*. Lima. 1998. 4256432.
- [44] OHYAMA, T.; ITO, O.; YASUYOSHI, S.; IKARASHI, T.; MINAMISAWY, K.; KUBOTA, M.; TSUKINASHI, T.; ASAMI, T. Composition of storage carbohydrate in tuber roots of yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Science and Plant Nutrition*. 1990, 36. 1676171. DOI 10.1080/00380768.1990.10415724.
- [45] QUEMENER, B.; THIBAUT, J. F.; COUSEMENT, P. Determination of inulin and oligofructose in food products and integration in the AOAC method for measurement of total dietary fibre. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 1994, 27. 1256132. DOI 10.1006/fstl.1994.1028.
- [46] CISNEROS-ZEVALLOS, L. A.; NUNEZ, R.; CAMPOS, D.; NORRATO, G.; CHIRINOS, R.; ARVIZU, C. Characterization and evaluation of fructooligosaccharides on yacon roots (*Smallanthus sonchifolia* Poepp. & Endl.) during storage. Abstr. of Session 15 E, Nutraceuticals & Functional Foods, 2002 Annual Meeting and Food Expo-Anaheim, California, 16-18 June 2002: 15E-27.
- [47] BREDEMANN, G. About *Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl. (*Polymnia edulis* Wedd.), the yacon. *Botan. Oecon. (Hamburg)*. 1948, 1. 65685.
- [48] LEÓN, J. Andean nutritional plants. IICA, Bol. Téc., 6, *Zona Andina*. Lima-Perú. 1964. 57662.
- [49] NIETO, C. C. Agronomical and bromatological studies on yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl.). [Span.]. Instituto Nacional de Investigaciones

- Agropecuarias, Quito-Ecuador. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 1991, 41. 2136221.
- [50] MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*. 2002, 7. 4056410. DOI 10.1016/S1360-1385(02)02312-9.
- [51] SIES, H. Oxidative stress: Oxidants and antioxidants. *Experimental Physiology*. 1997, 82. 2916295. DOI 10.1016/j.tvj.2006.06.005.
- [52] TULC, M.; LACHMAN, J.; HAMOUZ, K.; ORSÁK, M.; DVOŘÁK, P.; HORÁKOVÁ, V. Výběr a zhodnocení vhodných metod pro stanovení antioxidantní aktivity fialových a červených odrůd brambor. *Chemické listy*, 2007, 101. 584-591. ISSN 1213-7103.
- [53] KAUSHIK, R. D., R. P. Singh, and Shashi, Kinetic-mechanistic study of periodate oxidation of p-chloroaniline. *Asian Journal of Chemistry*, 2003, 15. 148561490.
- [54] KAKIHARA, T. S. et al. Cultivation and processing of yacon: A Brazilian experience. [Port.]. 1<sup>st</sup> Yacon Workshop, 31. 10. 1997. Botucatu (SP), Brazil.
- [55] VOLPATO, G. T. et al. Study of the hypoglycemic effects of *Polymnia sanchifolia* leaf extracts in rats. II. World Congress. Medicinal and aromatic plants for human welfare, Mendoza, Argentina, 1999. 336 s. ISBN 9066058013.
- [56] AYBAR, M. J.; RIERA, A. N. S.; GRAU, A.; SANCHEZ, S. S. Hypoglycemic effect of the water of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 2001, 74. 1256132. ISSN 0378-8741.
- [57] VALENTOVÁ, K. et al. Induction of glucokinase mRNA by dietary phenolic compounds in rat liver cells in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007, 55. 7726631. DOI 10.1021/jf0712447.
- [58] VALENTOVÁ, K.; MONCION, A.; DE WAZIERS, I.; ULRICHOVÁ, J. The effect of *Smallanthus sonchifolius* leaf extracts on rat hepatic metabolism. *Cell Biology and Toxicology*. 2004, 20. 1096120. DOI 10.1023/B:CBTO.0000027931.88957.80.
- [59] VALENTOVÁ, K.; CVAK, L.; MUCK, A.; ULRICHOVÁ, J.; TÝMÁNEK, V. Antioxidant activity of extracts from the leaves of *Smallanthus sonchifolius*. *European Journal of Nutrition*. 2003, 42. 6166. DOI 10.1007/s00394-003-0402-x.

- [60] SIRIWAN, D. et al. Effect of epoxides and -methylene- -lactone skeleton of sesquiterpenes from yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves on caspase- dependent apoptosis and NF- B inhibition in human cervical cancer cells. *Fitoterapia*, 2011. 1093-1101. DOI 10.1016/j.fitote.2011.07.007.
- [61] PAULOVÁ, H.; BOCHO ÁKOVÁ, H.; TÁBORSKÁ, E. Metody stanovení antioxida ní aktivity p írodních látek *in vitro*. *Chemické Listy*. 1998, 174. 174-179. ISSN 1213-7103.
- [62] KARABÍN, M.; DOSTÁLEK, P.; HOFTA, P. P ehled metod pro stanovení antioxida ní aktivity v pivovarství. *Chemické listy*. 2006, 100. 1846-189. ISSN 1213-7103.
- [63] SALA™ P. Rostliny v podmínkách m níčního se klimatu. Lednice. 20.- 21. 10. 2011. *Úroda, v decká p íloha*. 2011. 3956401. ISSN 0139-6013.
- [64] STRATIL, P.; KUBÁ , V.; FOJTOVÁ, J. Comparison of the Phenolic Content and total Antioxidant Activity in wines as Determined by spectrophotometric Methods. *Czech Journal of Food Science*. 2008, 26. 2426-253. DOI 10.1021/jf052334j.
- [65] BURT, S. Science direct: Essential oils: their antibacterial properties and potential application In foods ó a review. [online]. [cit. 2007-2-2]. Dostupný z www: www.elsevier. Com/locate/ijfoodmicro.
- [66] LOCHMANN, O. *Základy antimikrobní terapie*, TRITON, Praha 1999. ISBN 80-7254-005.
- [67] ZAHRADNICKÝ, J. *Základy racionální terapie antibiotiky a chemoterapeutiky*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1982. 247 s.
- [68] HYNIE, S. *Farmakologie v kostce*. 2.vyd. Praha: Triton, 2001. 520 s. ISBN 80-7254-181-1.
- [69] ECHOVÁ, L. JANALÍKOVÁ, M. *Obecná mikrobiologie*, Univerzita Tomá-e Bati ve Zlín . 2007.
- [70] LIN, F. *et al.* Purification and Identification of Antimicrobial Sesquiterpene Lactones from Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Leaves. *Bioscience, Biotechnology, Biochemistry*, 2003. 215462159. ISSN: 0916-8451.

- [71] ALI, E. *et al.* Studies on Indian medicinal plantsô XXVIII : Sesquiterpene lactones of *Enhydra fluctuans* Lour. Structures of enhydrin, fluctuanin and fluctuadin. *Tetrahedron*, 1972. 228562298. DOI 10.1016/S0040-4020(01)93572-0.
- [72] JOUNG, H. *et al.* Antibacterial and synergistic effects of *Smallanthus sonchifolius* leaf extracts against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* under light intensity. *Journal of Natural Medicines*, 2010. 212-215, DOI: 10.1007/s11418-010-0388-7
- [73] BU KOVÁ, L. Srovnání metod pro stanovení mikrobicidních látek vyuffívaných v potravinách a kosmetice. Mikrobiologie potravin a kosmetiky ó laboratorní cvi ení. Univerzita Tomá-e Bati ve Zlín . 2012.
- [74] ESPINEL-INGROFF, A.; PFALLER, M.; MESSER, S. A. *et al.* Multicenter comparison of the Sensititre YeastOne colorimetric antifungal panel with the National Committee for Clinical Laboratory Standards M27-A reference method for testing clinical isolates of common and emerging *Candida* spp., *Cryptococcus* spp., and other yeasts and yeast-like organisms. *J Clin Micro.* 1999, 37. 591-595. DOI 10.1128/JCM.42.2.718-721.2004.
- [75] BU KOVÁ, L. Vliv vn j-ích podmínek na mikroorganizmy. Antibakteriální ú inky antibiotik. Obecná mikrobiologie ó laboratorní cvi ení. Univerzita Tomá-e Bati ve Zlín . 2010.
- [76] Mueller-Hinton - Gélouse de. *Milieux de culture - Tests de sensibilité aux antibiotiques - Mueller-Hinton - Gélouse de* [online]. 2012-04-03 [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: [http://www.solabia.fr/solabia/produitsDiagnostic.nsf/SW\\_PROD/CEA062801F63038AC12574B30025E35B?opendocument&,LG=EN&,.](http://www.solabia.fr/solabia/produitsDiagnostic.nsf/SW_PROD/CEA062801F63038AC12574B30025E35B?opendocument&,LG=EN&,.)
- [77] WIEHMANNOVÁ, I. *Souhlas s poskytnutím vzork* [online]. 25. října 2011 12:12; [cit. 2012-20-01]. Osobní komunikace.
- [78] HMÚ. *Historická data : Po así : Územní sráfky* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi/P4\\_1\\_5\\_Uzemni\\_srazky.](http://portal.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_5_Uzemni_srazky)

- [79] HMÚ. *Historická data : Po así : Územní teploty* [online]. [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi/P4\\_1\\_4\\_Uzemni\\_teploty](http://portal.chmi.cz/portal/dt?menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_4_Uzemni_teploty).
- [80] NA ÍZENÍ KOMISE (ES) . 152/2009 ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odb ru vzork a laboratorního zkou-ení pro ú ední kontrolu krmiv. In: *Ú ední v stník Evropské unie*. 2009.
- [81] DAVÍDEK, J.; VELÍŤEK, J. *Analýza potravin*, Edi ní st edisko VŤCHT, Praha, 1992.
- [82] LACHMAN, J.; HAMOUZ, K.; ŤULC, M.; ORSÁK, M.; DVO ÁK, P. Differences in phenolic content and antioxidant activity in yellow and purple-fleshed potatoes grown in the Czech republic. *Plant, Soil and Environment*, 2008, 54. 166.
- [83] FIDLER, M.; KOLÁ OVÁ, I. Analýza antioxidant v chmelu a pivu. *Chemické listy*. 2009, 103, 2326235. ISSN 0009-2770.
- [84] SN ISO 6658, *Senzorická analýza - Metodologie - V-eobecné pokyny. Ú ad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zku-ebnictví*. Praha. 2009
- [85] SN ISO 8589, *Senzorická analýza - Obecná sm rnice pro uspo ádání senzorického pracovi-t . eský normaliza ní institut, Praha, 2003.*
- [86] SN ISO 8586-1, *Senzorická analýza ó Obecná sm rnice pro výb r, výcvik a sledování innosti posuzovatel ó ást 1: Vybraní posuzovatelé. eský normaliza ní institut, Praha, 2003.*
- [87] Yacon Tea products. *Food & Beverage Online* [online]. 2011 [cit. 2012-04-17]. Dostupné z: <http://www.21food.com/products/yacon-tea-261997.html>.
- [88] K Ífi, O.; BU KA, F.; HRAB , J.; *Senzorická analýza potravin II. Statistické metody*. UTB ve Zlín . ZLÍN, 2007. ISBN: 978-80-7318-494-0.
- [89] LACHMAN, J. et al. Zastoupení dominantních fenolických kyselin v r zných ástech rostliny jakonu [ *Smallanthus sonchifolius* (POEPP. ET ENDL) H.ROBINSON]. 1. mezinárodní seminá šAndské plodinyō v eské republice. *Sborník referát . 2003.*

- [90] LACHMAN, J.; FERNÁNDEZ, E. C.; VIEHMANNOVÁ, I.; TŮLČ, M.; EPKOVÁ, P. Total phenolic content of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) rhizomes, leaves, and roots affected by genotype. *New Zealand journal of crop and horticultural science*. 2007, 35. 1176123. ISSN 0114-0671.
- [91] CHEN, G. H.; LU, J.; PENG, L.; MA, R.; PENG, G. Study on Extraction Technology of Polyphenols from Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Leaves. *Food Science*. 2009, 30. 88691. DOI 124.205.222.100.
- [92] BRABCOVÁ, A. *Antioxida ní kapacita v plodech rakytníku, duřnatých r ří a muchovníku*. Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomá-e Bati ve Zlín .
- [93] ZLOCH, Z.; ELAKOVSKÝ, J.; AUJEZDSKÁ, A. *Stanovení obsahu polyfenol a celkové antioxida ní kapacity v potravinách rostlinného p vodu*, Ústav hygieny Léka ské fakulty UK, Plze , 2004, dostupné na webu: <http://www.institutdanone.cz/data/studie/pridelene-granty/2004-03.pdf>.
- [94] MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarín Journal of Science and Technology* [online]. 2004, 2116219 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://rdo.psu.ac.th/sjstweb/journal/26-2/07-DPPH.pdf>.
- [95] LACHMAN, J. *et al.* The Effect of Selected Factors on Polyphenol Content and Antioxidant Activity in Potato Tubers. *Chemické listy* [online]. 2006, 100 [cit. 2012-04-22]. ISSN 121367103. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol\\_100-issue\\_7-page\\_522.html](http://www.chemicke-listy.cz/common/article-vol_100-issue_7-page_522.html).
- [96] TŮLČ, M.; LACHMAN, j.; HAMOUZ, K.; ORSÁK, M.; DVO ÁK, P.; HORÁ KOVÁ, V. Výb r a zhodnocení vhodných metod pro stanovení antioxida ní aktivity fialových a ervených odr d brambor. *Chemické listy* [online]. 2007, 101. [cit. 2012-04-16]. ISSN 0009-2770. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2007\\_07\\_584-591.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2007_07_584-591.pdf).

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

A	Absorbance
ABTS	2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonová kyselina)
CUPRAC	Copper Reduction Assay (Metoda stanovení antioxidační aktivity založená na redukci mědi)
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
DPPH	1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyl
EAA	Equivalents of Ascorbic Acid (Antioxidační aktivita vztažená ke standardu kyseliny askorbové)
EGA	Equivalents of Gallic Acid (Antioxidační aktivita vztažená ke standardu kyseliny gallové)
FAO	Food and Agriculture Organization (Organizace pro výživu a zemědělství)
FC	Folin-Ciocalteuovo činidlo
FRAP	Feric Reducing Antioxidant Power (Metoda stanovení antioxidační aktivity založená na redukci železitých komplexů)
HPLC	High Performance Liquid Chromatography (Vysokouinná kapalinová chromatografie)
MIC	Minimal Inhibitory Concentration (Minimální inhibiční koncentrace)
MPB	Masopectonový bujón
OD655	Optical Density at 655 nm (Optická hustota při 655 nm)
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity (Metoda stanovení antioxidační aktivity založená na snížení fluorescence)
RNA	Ribonukleová kyselina
ROS	Reactive Oxygen Species (Volné kyslíkové radikály)
TAC	Total Antioxidant Capacity (Celková antioxidační kapacita)
TE	Trolox Equivalents (Antioxidační kapacita vztažená ke standardu Troloxu)
TEAC	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (Celková antioxidační kapacita vztažená ke standardu Troloxu)



TPTZ	2,4,6-tri(2-pyridyl)-1,3,5-triazin
TROLOX	6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina
UV	Ultrafialové záření

**SEZNAM TABULEK**

<b>Tabulka 1</b> Chemické složení listů v čerstvém a suchém stavu (v %) .....	28
<b>Tabulka 2</b> Chemické složení čerstvých a suchých hlíz (v %) .....	29
<b>Tabulka 3</b> Charakterizace MPB .....	46
<b>Tabulka 4</b> Charakterizace Mueller-Hinton agaru .....	47
<b>Tabulka 5</b> Schéma mikrotitrace destičky .....	48
<b>Tabulka 6</b> Obsah vlhkosti listů jasanu (v %) .....	51
<b>Tabulka 7</b> Průměrný obsah celkových polyfenolů v listech jasanu (v g EGA.kg <sup>-1</sup> ) .....	55
<b>Tabulka 8</b> Antioxidační aktivita pomocí metody DPPH (v g EAA.kg <sup>-1</sup> ) .....	57
<b>Tabulka 9</b> Antioxidační aktivita pomocí metody ABTS (v g TE.kg <sup>-1</sup> ) .....	58
<b>Tabulka 10</b> Antioxidační aktivita pomocí metody FRAP (v g TE.kg <sup>-1</sup> ) .....	59
<b>Tabulka 11</b> Průměrné hodnoty antioxidační aktivity v listech jasanu .....	61

## SEZNAM OBRÁZK

<b>Obrázek 1</b> Hlízy jakonu [10] .....	11
<b>Obrázek 2</b> Listy a květy jakonu [12].....	12
<b>Obrázek 3</b> Mapa p vodního výskytu jakonu [13] .....	13
<b>Obrázek 4</b> Maca ( <i>Lepidium meyenii</i> ) [15].....	15
<b>Obrázek 5</b> <sup>TM</sup> avel hlíznatý ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) [20].....	17
<b>Obrázek 6</b> Achipa ( <i>Pachyrrhizus ahipa</i> ) [23] .....	18
<b>Obrázek 7</b> Araka a ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ) [1] .....	20
<b>Obrázek 8</b> Melok hlíznatý ( <i>Ullucus tuberosus</i> ) [26] .....	22
<b>Obrázek 9</b> Licho e i-nice hlíznatá [29].....	23
<b>Obrázek 10</b> Chlorogenová kyselina [7].....	25
<b>Obrázek 11</b> Ent-kaurenová kyselina a její deriváty obsažené v listech jakonu [7] .....	26
<b>Obrázek 12</b> Protiplísňové melampolidy obsažené v jakonových listech [7].....	27
<b>Obrázek 13</b> Protiplísňové fytoalexiny obsažené v jakonových hlízách [7] .....	28
<b>Obrázek 14</b> Fluktuanin [71].....	36
<b>Obrázek 15</b> Mikrotitrace destilátu s protiplísňovými látkami [74].....	37
<b>Obrázek 16</b> Mueller-Hinton agar se zónami kolem.....	38
<b>Obrázek 17</b> Absorpční maximum <i>Smallanthus connatus</i> .....	52
<b>Obrázek 18</b> Absorpční maximum <i>Polymnia canadensis</i> .....	52
<b>Obrázek 19</b> Absorpční maximum <i>Smallanthus uvedalius</i> .....	53
<b>Obrázek 20</b> Kalibrační křivka <i>Smallanthus connatus</i> .....	53
<b>Obrázek 21</b> Kalibrační křivka <i>Polymnia canadensis</i> .....	54
<b>Obrázek 22</b> Kalibrační křivka <i>Smallanthus uvedalius</i> .....	54
<b>Obrázek 23</b> Obsah celkových polyfenolů v listech jakonu (v g EGA.kg <sup>-1</sup> ) .....	55
<b>Obrázek 24</b> Kalibrační křivka závislosti úbytku absorbance na množství kyseliny askorbové.....	57
<b>Obrázek 25</b> Kalibrační křivka závislosti úbytku absorbance A na koncentraci Troloxu .....	58
<b>Obrázek 26</b> Kalibrační křivka závislosti změny absorbance na koncentraci Troloxu.....	59
<b>Obrázek 27</b> Průměrné hodnoty antioxidační aktivity v listech jakonu .....	60
<b>Obrázek 28</b> Průměrné hodnoty antioxidační aktivity v listech jednotlivých druhů jakonu .....	61

---

<b>Obrázek 29</b> Výsledky párové porovnávací zkouky ( <i>Smallanthus connatus</i> a <i>Polymnia canadensis</i> ).....	64
<b>Obrázek 30</b> Výsledky párové porovnávací zkouky ( <i>Smallanthus connatus</i> a <i>Smallanthus uvedalius</i> ).....	64
<b>Obrázek 31</b> Výsledky párové porovnávací zkouky ( <i>Smallanthus uvedalius</i> a <i>Polymnia canadensis</i> ).....	65

## SEZNAM P ÍLOH

**P ÍLOHA P I:** Sensorické hodnocení vodných výluh z list jaku

**P ÍLOHA P I:****Senzorické hodnocení vodných výluh z list jakonu****Posuzovatel:****Datum:****Hodina:****Podpis:****1. Se a te p edložené vzorky dle trpkosti (1 nejvíce, 3 nejmén ):**

Kód vzorku	A	B	C
Hodnocení			

**2. Párová porovnávací zkou-ka**

Vzorky A a B: Který ze vzork má p íjemn j-í v ni? .....

Vzorky A a B: Který ze vzork má syt j-í barvu? .....

Vzorky A a B: Který ze vzork má více trávovou v ni? .....

Vzorky B a C: Který ze vzork má p íjemn j-í v ni? .....

Vzorky B a C: Který ze vzork má syt j-í barvu? .....

Vzorky B a C: Který ze vzork má více trávovou v ni? .....

Vzorky A a C: Který ze vzork má p íjemn j-í v ni? .....

Vzorky A a C: Který ze vzork má syt j-í barvu? .....

Vzorky A a C: Který ze vzork má více trávovou v ni? .....

**3. Po adová zkou-ka**

Srovnejte p edložené vzorky dle preferencí (1 nejlep-í, 3 nejhor-í):

Kód vzorku	A	B	C
Preference			