

# **Stanovení vybraných nutričních hodnot v jedlých květech a jejich výluzích**

Bc. Viktoriia Haranovska

---

Diplomová práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Viktoriia Haranovska  
Osobní číslo: T18262  
Studijní program: N2901 Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Technologie potravin  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Stanovení vybraných nutričních hodnot v jedlých květech a jejich výluzích

### Zásady pro vypracování

#### I. Teoretická část

1. Charakterizovat vybrané jedlé květy a zaměřit se blíže na jejich chemické složení
2. Specifikovat jejich zpracování a využití v potravinářství

#### II. Experimentální část

1. Příprava vzorků sušených jedlých květů a jejich výluzů, ve vzorcích stanovit koncentrace vybraných nutričních parametrů

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] ERDEMIR, U.S. Contribution of tea (*Camellia sinensis* L.) to recommended daily intake of Mg, Mn, and Fe: An in vitro bioaccessibility assessment, 2018. *Journal of Food Composition and Analysis*. Elsevier, 169, 71-77. DOI: 10.1016/j.jfca.2018.02.006. ISSN: 0889-1575.
- [2] ROP, O., MLCEK, J., JURIKOVA, T., NEUGEBAUEROVA, J., VABKOVA, J., EDIBLE FLOWERS. A New Promising Source of Mineral Elements in Human Nutrition, 2012. *Molecules*. Elsevier, 17, 6672-6683. DOI:10.3390/molecules17066672. ISSN: 1420-3049.
- [3] PISTÓN, M., MACHADO, I., CESIO, M.V. In vitro bioaccessibility study of As, Cd, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn from raw edible artichoke heads (*Cynara cardunculus* L. subsp. *Cardunculus*), 2017. *Microchemical Journal*. Elsevier, 133, 663-668. DOI: 10.1016/j.microc.2017.03.005. ISSN: 0026-265X.
- [4] FERNANDES, L., CASAL, S., PEREIRA, J.A., SARAIVA, J.A., RAMALHOSA, E., EDIBLE FLOWERS. A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health, 2017. *Journal of Food Composition and Analysis*. Elsevier, 60, 38-50. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.03.017. ISSN: 0889-1575.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**  
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce bylo stanovení obsahu vybraných nutričních hodnot v jedlých květech (růže šípkové, jasmínu, chmele, bezu, měsíčku, ibišku, chrpy polní a červené, vřesu, levandule a slézu). V teoretické části jsou popsány jednotlivé rostliny a jejich květy, jejich základní chemické složení, možnosti jejich zpracování a využití v gastronomii. Praktická část se zabývá stanovením hrubé vlákniny, polyfenolů, antioxidační aktivity a minerálních prvků.

Klíčová slova: jedlé květy, nutriční jakostní znaky, antioxidační aktivita, polyfenoly, minerální prvky, vláknina, HPLC, ICP-MS

## **ABSTRACT**

Purpose of the thesis was to determine the content of selected nutritional values in edible flowers (rose hips, jasmine, hops, elderflower, marigold, hibiscus, cornflowers and red cornflowers, heather, lavender and mallow). The theoretical part describes the individual plants and edible flowers, basic chemical composition, the possibilities of edible flower processing and the use in gastronomy. The practical part deals with the determination of crude fiber, polyphenols, antioxidant activity and mineral and trace elements.

Keywords: edible flowers, nutritional quality characteristics, antioxidant activity, polyphenols, mineral and trace elements, fiber, HPLC, ICP-MS

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D., za odborné vedení, redigování textu, trpělivost a cenné rady v průběhu vypracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Lence Fojtíkové, za pomoc v laboratoři. Děkuji také univerzitě, za poskytnutý materiál k práci. A samozřejmě rodině za podporu.

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

# OBSAH

ÚVOD.....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>10</b>
<b>1 BOTANICKÝ POPIS ROSTLIN.....</b>	<b>11</b>
1.1 RŮŽE ŠÍPKOVÁ ( <i>ROSA CANINA</i> ).....	11
1.2 JASMÍN ( <i>JASMINUM OFFICINALE</i> ).....	11
1.3 CHMEL ( <i>HUMULUS LUPULUS</i> ).....	12
1.4 BEZ ČERNÝ ( <i>SAMBUCUS NIGRA</i> ).....	13
1.5 MĚŠÍČEK ( <i>CALENDULA OFFICINALIS</i> ).....	13
1.6 IBIŠEK ( <i>HIBISCUS ROSA-SINENSIS</i> ).....	14
1.7 CHRPA POLNÍ ( <i>CENTAUREA CYANUS</i> ).....	15
1.8 VŘES OBECNÝ ( <i>CALLUNA VULGARIS</i> ).....	15
1.9 LEVANDULE LÉKAŘSKÁ ( <i>LAVANDULA ANGUSTIFOLIA</i> ).....	16
1.10 SLÉZ MAURSKÝ ( <i>MALVA MAURITIANA</i> ).....	16
<b>2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ JEDLÝCH KVĚTŮ.....</b>	<b>18</b>
2.1 VLÁKNINA.....	18
2.2 FENOLICKÉ ANTIOXIDANTY.....	18
2.2.1 Fenolické kyseliny.....	19
2.2.2 Flavonoidy.....	19
2.2.3 Taniny.....	19
2.3 SACHARIDY.....	20
2.4 SAPONINY.....	20
2.5 ESENCIÁLNÍ OLEJE.....	20
2.6 VITAMÍNY A MINERÁLNÍ PRVKY.....	21
<b>3 MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ JEDLÝCH KVĚTŮ A JEJICH VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ.....</b>	<b>22</b>
3.1 JEDLÉ KVĚTY V DĚJINÁCH LIDSTVA.....	22
3.2 VYUŽITÍ JEDLÝCH KVĚTŮ V POTRAVINÁŘSTVÍ.....	22
3.3 VÝHODY A RIZIKA SPOJENÁ SE SPOTŘEBOU JEDLÝCH KVĚTŮ.....	23
3.4 SPOTŘEBITELSKÉ POSTOJE A CHOVÁNÍ VŮČI JEDLÝM KVĚTŮM.....	24
3.5 MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ A UCHOVÁNÍ JEDLÝCH KVĚTŮ.....	24
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>25</b>
<b>4 CÍL PRÁCE.....</b>	<b>26</b>
<b>5 PRINCIPY METOD POUŽÍVANÉ V EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI.....</b>	<b>26</b>
5.1 CHEMIKÁLIE A PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ.....	27
5.1.1 Chemikálie.....	27
5.1.2 Zařízení.....	27
5.2 POUŽITÉ VZORKY.....	28
5.2.1 Charakteristika vzorků.....	28
5.2.2 Příprava vzorků a extraktů.....	28
5.2.2.1 Analýza květů vcelku.....	28
5.2.2.2 Příprava a následná analýza výluhů z květů.....	29

5.3	STANOVENÍ VLHKOSTI A POPELA .....	29
5.4	STANOVENÍ HRUBÉ VLÁKNINY .....	30
5.5	STANOVENÍ POLYFENOLŮ FOLIN-CIOCALTEUOVOU METODOU.....	31
	5.5.1 Pracovní postup .....	32
	5.5.2 Příprava kalibrační křivky.....	32
5.6	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY .....	32
	5.6.1 Antioxidační aktivita stanovená s pomocí DPPH .....	32
	5.6.1.1 Příprava zásobního a pracovního roztoku DPPH.....	32
	5.6.1.2 Vlastní měření antioxidační aktivity .....	33
	5.6.1.3 Příprava kalibrační křivky.....	33
	5.6.2 Antioxidační aktivita stanovená s pomocí ABTS .....	33
	5.6.2.1 Příprava radikálu ABTS .....	33
	5.6.2.2 Příprava reakční směsi .....	34
	5.6.2.3 Měření antioxidační aktivity vzorků metodou s ABTS .....	34
	5.6.2.4 Příprava kalibrační křivky.....	34
	5.6.3 Antioxidační aktivita stanovená s pomocí PCL .....	34
5.7	STANOVENÍ POLYFENOLICKÉHO PROFILU METODOU HPLC .....	35
	5.7.1 Kalibrace pro měření polyfenolických látek pomocí HPLC .....	32
5.8	STANOVENÍ MINERÁLNÍCH PRVKŮ METODOU ICP-MS .....	36
5.9	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....	36
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>37</b>
6.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU VLHKOSTI A POPELA .....	37
6.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ HRUBÉ VLÁKNINY .....	38
6.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ MINERÁLNÍCH PRVKŮ METODOU ICP-MS .....	39
6.4	VÝSLEDKY STANOVENÍ CELKOVÝCH PLYFENOLŮ A ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY.....	48
	6.4.1 Kalibrace pro stanovení polyfenolů metodou Folin-Ciocalteuho .....	48
	6.4.2 Výsledky spektrofotometrického stanovení celkových polyfenolů .....	48
	6.4.3 Kalibrace pro stanovení antioxidační aktivity metodami s DPPH a ABTS .....	49
	6.4.4 Výsledky stanovení antioxidační aktivity metodami s DPPH, ABTS a PCL .....	50
6.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ POLYFENOLŮ VE VÝLUŽÍCH JEDLÝCH KVĚTŮ .....	53
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>67</b>



## ÚVOD

Od pradávna se v lidské stravě používají jedlé květy, což je velmi dobře zdokumentováno po celém světě, od starověkého Řecka a Říma, středověké Francie, Evropy, Viktoriánské Anglie nebo Středního východu až po Asijské země, jako je Čína a Japonsko, kde spotřeba jedlých květů byla známa tisíce let. Globalizace a povědomí spotřebitelů dnes přispěly ke zlepšení a návratu dřívějších způsobů života, kde důležitou roli hrají jedlé květy. Tato rostlinná část je hojným přírodním zdrojem a většina z nich obsahuje fytochemikálie s domnělými účinky na zdraví, které stále více přitahují pozornost. Jedlé květy se v lidovém lékařství dlouho používají k prevenci a léčbě nemocí. Nedávné studie tyto tradiční zdravotní přínosy podpořily a odhalily bohatství květů v jejich bioaktivních sloučeninách, které byly korelovány s funkčními vlastnostmi. Výzkum byl rovněž zaměřen na bezpečnost běžných jedlých květů, aby bylo zajištěno jejich bezpečné použití a dávkování různými průmysly, s různými účely. Existuje mnoho jedlých květů po celém světě a jen malá část z nich byla studována. Proto je zapotřebí podrobnějších informací týkajících se této přírodní matrice, aby se zvýšila jejich přijatelnost jako složek potravin a aby se předešlo potenciálním rizikům. Ne všechny květy splňují základní požadavky, aby mohly být považovány za jedlé, jako například za netoxické a neškodné, či by měly mít nutriční vlastnosti. Proto některé z nich nemohou být zahrnuty do lidské stravy. Některé druhy květů mají toxické nebo antinutriční látky jako jsou inhibitory trypsinu, hemaglutininy, kyselinu šťavelovou, kyanogenní glykosidy nebo alkaloidy.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 BOTANICKÝ POPIS ROSTLIN

### 1.1 Růže šípková (*Rosa canina*)

Šípková růže je jedním z nejznámějších a nejhojnějších keřů. Šípek je asi 3 m vysoký, listnatý, opadavý keř. Na hojných, každoročně vyrůstajících větvích jsou mohutné zahnuté ostny. Listy jsou střídavé, lichozpeřené s 5 – 7 vejčitými lístky. Bledě růžové květy se skládají z pěti korunních plátků dlouhých až 2,5 cm. Plodem jsou šípky – vejčité, červená souplodí o velikosti asi 2 cm. Keř kvete na začátku léta [GATO, 2016]. Plody šípku obsahují hodně vitamínů, hlavně C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E a K, dále karotenoidy a glykosidy (např. tilirosid, multiflorin), asi 30 % sacharidů, organické kyseliny (citrónová, jablečná), pektiny, třísloviny, slizy aj. [Růže šípková: online].



Obr. 1 – Růže šípková [Herbář Wendys: online]

### 1.2 Jasmín (*Jasminum officinale*)

Jasmín je rychle rostoucí ovíjivá opadavá liána nebo keřík s ostrými, zašpičatělými listy a hvězdicovitými shluky bílých nebo růžových květů, které se mění z poupat během léta. Jsou velice aromatické. Jasmín kvete zjara nebo na začátku léta. Jasmín je původem z Kavkazu nebo z oblasti střední Asie zahrnující severní Írán, Afghánistán, Pákistán, Tádžikistán, Indii, Nepál a západní Čínu. Esenciální oleje obsažené v jasmínu se velmi hojně užívají v aromaterapii pro svoji nevtíravou a uklidňující vůni. Květy uvolňují vůni při soumraku, proto bývají sbírány večer, menší množství oleje se získává extrakcí [Jasmín: online]. Fytochemická analýza *Jasminum officinale* ukázala na přítomnost alkaloidů, kumarinů, flavonoidů, taninů, terpenoidů, glykosidů, emodinu, steroidů, antokyanů, flobatininů, éterického oleje a saponinů. Farmakologické studie ukázaly, že květ má antimikrobiální, insekticidní, antioxidantní a dermatologické účinky [ESMAIL, 2018].



Obr. 2 – Jasmín [Jasmín pravý versus nepravý: online]

### 1.3 Chmel (*Humulus lupulus*)

Je to vytrvalá, oplétavá rostlina s plazivým, bohatě rozvětveným oddenkem a četnými kořeny. Lodyha dlouhá několik metrů je drsná, porostlá háčkovitými chlupy. Horní listy jsou často nedělené. Samčí rostliny mají květenství úžlabní nebo konečná a mají podobu jehnědů. Samičí květy mají malé klásky, které se mění v šišťice. Chmel kvete během prázdnin, šišťice dozrávají v září [GATO, 2016]. V rostlinné medicíně slouží chmel jako prostředek s uklidňujícími a uspávacími účinky. Především v lidovém léčení povzbuzuje hořký chmelový čaj chuť k jídlu a trávení [BELLMANN *et al.*, 2014]. Chmel obsahuje mnoho vitaminů, minerálních prvků a příznivě ovlivňuje trávení [LÁNSKÁ a ŽILÁK, 2006]. Květenství chmele je bohaté na polyfenolické sloučeniny a acylfloroglucidy. Hořké kyseliny jsou přítomny jako komplexní směs různého složení a koncentrací. Hlavními  $\alpha$ -kyselinami jsou humulon (35 – 70 % z celkových kyselin), kohumulon (20 – 65 %) a adhumulon (10 – 15 %); odpovídajícími  $\beta$ -kyselinami jsou lupulon (30 – 55 % celkových  $\beta$ -kyselin), kolupulon a adlupulon. Kyseliny jsou klíčové sloučeniny pro kvalitu chmele používaného v pivovarském průmyslu, přispívají ke stabilitě pěny a vykazují antibakteriální aktivitu [ZANOLI a ZAVATTI, 2006].



Obr. 3 – Chmel [Herbář Wendys: online]

#### 1.4 Bez černý (*Sambucus nigra*)

Černý bez je obecně rozšířený keř, který má na jaře trsy aromaticky vonících bílo-běžových květů a na podzim lesklé černé „bezinky“. Je to keř (nebo stromek) vysoký až 7 m. Květy jsou bílé, silně aromatické, v bohatých hustých, plochých chocholících. Koruna – v průměru široká 6 – 9 mm – má pět paprscitě rozložených bílých cípů. Černý bez kvete od konce května do začátku července. Keře můžeme najít podél cest, na kraji lesů a hájů. Rozšířen je v takřka celé Evropě, Malé Asii a mírném pásmu Asie od Uralu až po Kavkaz a západní Sibiř [GATO, 2016]. Z květů se vyrábějí sirupy, vína, limonády, vaří se z nich čaje. Slouží i v kosmetice a do bylinných koupelí. Z květů odstraňujeme co nejvíce stopečných částí, neboť obsahují složky dráždivé ledviny (např. sambunigrin). Plody i květy mají vysokou biologickou hodnotu. Obsahují volné cukry, organické kyseliny, glykosidy, flavonoidy (rutin a cenná antokyanová barviva), třísloviny, aminy, vitamín C (ve 100 g kolem 350 mg), silice, karotenoidy aj. Užívají se jako léčivka na bylinné obklady, do pocení podporujících čajů, jsou močopudné, mírně laxativní a tlumí neuralgické bolesti [LÁNSKÁ a ŽILÁK, 2006].



Obr. 4 – Bez černý [Bez černý květ: online]

#### 1.5 Měsíček (*Calendula officinalis*)

Jednoletá nebo dvouletá, přibližně 50 cm vysoká bylina. Úbory s květy se jednotlivě na konci větví, u některých zahradních odrůd jsou přeměněné v květy jazykovité [Herbář Wendys: online]. Měsíček lékařský je známá rostlina zahrad. Je pěstován v Evropě, Asii i Severní Americe. Použít se dá do polévek, omáček, těst, k barvení rýže, do salátů apod. Chuť má lehce nahořkle slanou. V přírodě se nacházejí nejčastěji rostliny s jednoduchými, žlutooranžovými úbory, ale vhodné jsou i plnokvěté zahradní, sytě oranžové odrůdy. Květy

měsíčku obsahují silice, mnoho karotenoidů, hořčinu kalendin, slizové látky, saponiny, flavonoidy, kyselinu salicylovou, vitamín C, fytoncidy, pryskyřice a další substance. Urychlují hojení ran, mají protizánětlivý účinek. Působí také uklidňujícím způsobem na nervovou soustavu, snižují krevní tlak, působí povzbudivě na srdeční činnost [LÁNSKÁ a ŽILÁK, 2006].



Obr. 5 – Měsíček [Herbář Wendys: online]

## 1.6 Ibišek (*Hibiscus rosa-sinensis*)

Ibišek čínský je víceletá rostlina z čeledi slézovité (*Malvaceae*). Původ ibišku čínského je nejasný. Ve volné přírodě může dorůst do výšky i 150 cm. Květy mají rozmanitou barvu a tvar zvonovitý. Květ může být jednoduchý, ale také plný. Znamé jsou barevné odstíny bílé, žluté, oranžové, růžové a sytě červené. Listy keře jsou tmavozelené, vejčité, tupě zubaté, na líci lesklé. Kvete od dubna do října, rozkvetlý květ vydrží obvykle jeden den. Květy se používají i do salátů. Může být také použit jako indikátor pH. Při použití v kyselém prostředí, květ nabývá tmavě růžovou nebo purpurovou barvu, v zásaditém prostředí zelenou.



Obr. 6 – Ibišek [Ibišek čínský: online ]

V několika zemích se květy suší a využívají pouze do nápojů, obvykle čajů [Ibišek čínský: online]. Květy lze též kandovat do cukerných roztoků. Z *Hibiscus rosa-sinensis* vědci izolovali a charakterizovali různé fytochemické složky včetně flavanoidů, alkaloidů, saponinů, taninů a polyfenolů [RENGARAJAN *et al.*, 2020].

### 1.7 Chrpa polní (*Centaurea cyanus*)

Jednoletá rostlina, tvoří keř o výšce 35 – 90 cm. Vzprámené stonky se liší větvením od středu. Chrpa je jednoletá, 30 – 80 cm vysoká bylina. Květy mají červenou, růžovou, modrou, fialovou nebo bílou barvu s bílými špičkami lístků [MARTINKOVÁ, 2008; Chrpa červená: online].



Obr. 7 – Chrpa polní [Herbář Wendys: online; Chrpa červená: online]

Květy jsou ve skutečnosti květenstvím – úborem. Květy chrpy modré obsahují antokyanové glykosidy, jako je kyanin a apigenin, saponiny, hořčiny a minerální prvky, barviva. Jsou velmi ceněné především v očním lékařství, dezinfikují a hojí zánětlivá onemocnění očí. Chrpa modrá pochází patrně z jižní Evropy a jihozápadní Asie. Již ve starověku se však rozšířila spolu s lidskou činností po celé Evropě a dnes roste v mírných pásmech celého světa [MARTINKOVÁ, 2008].

### 1.8 Vřes obecný (*Calluna vulgaris*)

Vytváří kvetoucí keřovité koberce výšky 0,3 – 1,0 m, doba květu je srpen až říjen. Květy jsou růžové nebo světle fialové, v koncových, až 5 – 15 cm dlouhých hroznech [BELLMANN *et al.*, 2014]. Je to významná sadovnická, krajnotvorná, léčivá a medonosná rostlina. V kuchyni se používá k přípravě čaje s medovou chutí z květů. V Irsku se přidával do piva místo chmele [KOLBEK a VĚTVIČKA, 2000]. Květy vřesu obsahují flavonoidy, saponiny, mnoho tříslovin a kyseliny křemičité [MARTINKOVÁ, 2008].



Obr. 8 – Vřes obecný [Herbář Wendys: online]

### 1.9 Levandule lékařská (*Lavandula angustifolia*)

Levandule je významnou součástí kosmetického průmyslu a je zvláště ve velkém množství pěstována ve Francii [SPOHN a SPOHN, 2007].



Obr. 9 – Levandule lékařská [Herbář Wendys: online ]

Tvoří bohatě větvený polokeř, 20 až 60 cm vysoký. Květy jsou uspořádány v 5 až 10-květých lichopřeslenech, kalich je šedofialový. Květy obsahují 1 až 3 % silice (zejména linaliacetát, dále borneol, isoborneol, geraniol, linalol, cineol, kafr a dalších asi 25 složek) a asi 12% tříslovin, dále antokyany, hořčiny a pryskyřice. Látky v droze obsažené působí fytoncidně, potlačují růst bakterií [Herbář Wendys: online].

### 1.10 Sléz maurský (*Malva mauritiana*)

Sléz může být vysoký až 120 cm. Okrouhlé až ledvinovité listy jsou pěti- až sedmilaločné a na okrajích zubaté. V úžlabích listů vyrůstají ve svazcích dlouze stopkaté květy. Mají 5 růžovofialových korunních lístků s tmavšími žilkami. Tyčinky jsou srostlé do sloupku. Plody



jsou terčovité. Roste s oblibou na okrajích cest a na pustých místech. Mladé jemné listy se používají před rozkvetem do salátů a polévek. Mají příjemnou, lahodnou vůni. Obsahují mnoho bílkovin a železa. Květy jsou atraktivní oblohou salátů a dezertů [BEISER, 2014]. Listy a především květy obsahují velké množství bílkovin a železa, slizových látek a působí proto protizánětlivě a hojivě [BEISER, 2014; MARTINKOVÁ, 2008].



Obr. 10 – Sléz maurský [Sléz maurský: online]

## 2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ JEDLÝCH KVĚTŮ

### 2.1 Vlákna

Dle legislativy se vlákninou rozumí polymery uhlíkatých organických látek s třemi nebo více monomerními jednotkami, které nejsou tráveny ani vstřebávány v tenkém střevě lidského organismu a náleží do těchto kategorií: jedlé polymery přirozeně se vyskytující v přijímané potravě; jedlé polymery, které byly získány z potravinových surovin fyzikálními, enzymatickými nebo chemickými prostředky a které mají prospěšný fyziologický účinek prokázáný obecně uznávanými vědeckými poznatky; jedlé syntetické polymery, které mají prospěšný fyziologický účinek prokázáný obecně uznávanými vědeckými poznatky [NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011]. Příjem vlákniny v potravě poskytuje mnoho zdravotních výhod, snižuje riziko vzniku koronárních srdečních chorob, hypertenze, cukrovky, obezity a některých gastrointestinálních poruch. V současné době zahrnuje výzkum používání vlákniny hlavně její přidávání do mouky, masných a mléčných výrobků nebo její použití jako surovinové přísady do dalších potravin. To vyzvalo potravinářský průmysl k vývoji nových produktů bohatých na vlákninu [FIGUEROA a GENOVESEA, 2019].

Vlákna je široce klasifikována jako rozpustná a nerozpustná (na základě jejich rozpustnosti ve vodě), z nichž každá má různé prospěšné fyziologické účinky. Mezi rozpustnou vlákninu (SDF, Soluble dietary fibre) patří především určitý podíl hemicelulóz –  $\beta$ -glukany, pektiny, rostlinné slizy a gumy (jsou tvořeny nejčastěji z arabinózy, galaktózy, rhamnózy), některé fruktany (např. inulin, oligofruktóza), modifikované celulózy a rezistentní škroby. Nerozpustná vlákna (IDF, Insoluble dietary fibre) je spojena se zvýšením objemu stolice a snížením její doby průchodu střevem. Skupinu nerozpustné vlákniny tvoří celulózy, chitin, nerozpustné formy hemicelulóz (heteroglukany, heteroxylany, heteromanany), lignin, lignocelulózy a nestravitelné složky přírodního škrobu [CHAKRABORTY *et al.*, 2019; PREMUSOVÁ, 2015].

### 2.2 Fenolické antioxidanty

Fenolické sloučeniny jsou klasifikovány jako primární antioxidanty, což jsou hlavně vychytávače volných radikálů, které zpožďují nebo inhibují iniciační krok nebo přerušují propagační krok oxidace lipidů, čímž snižují tvorbu těkavých rozkladných produktů (např. aldehydů a ketonů). Příjem fenolických antioxidantů ve stravě je velmi ovlivněn

stravovacími zvyklostmi a preferencemi jednotlivců. Průměrný denní příjem polyfenolů v potravě je přibližně 1 g na osobu. Některé fenolické antioxidanty, jako např. kyselina gallová, vykazují za určitých podmínek prooxidační aktivitu a potenciální karcinogenitu, a proto by mohlo být doplňování stravy vyšším množstvím jediného izolovaného antioxidantu i zdraví škodlivé [SHAHIDI a AMBIGAIPALAN, 2015].

### 2.2.1 Fenolické kyseliny

Fenolické kyseliny (deriváty kyselin hydroxybenzoových a hydroxyskořicových), jsou široce rozšířeny po celé rostlinné říši. Nejrozšířenějším zástupcem v rostlinných materiálech je kyselina benzoová, dalšími ze zástupců této skupiny, hojně se vyskytujícími v rostlinách, jsou kyseliny salicylová a gentisová. Kyselina gallová se jako volná vyskytuje jen sporadicky. Jejich substituované deriváty jsou převládajícími fenolovými kyselinami v rostlinách, přičemž nejčastější jsou kyseliny hydroxyskořicové. Z fenolických kyselin jsou zastoupeny např. kyselina gallová, chlorogenová, *p*-hydroxybenzoová, ferulová, sinapová apod. Většina z nich je nedílnou součástí lidské stravy. Ochranné účinky fenolických sloučenin byly připisovány jejich antioxidačním, antimutagenním, antikarcinogenním, protizánětlivým, antimikrobiálním a jiným biologickým účinkům [SHAHIDI a AMBIGAIPALAN, 2015].

### 2.2.2 Flavonoidy

Mezi tyto patří následující podskupiny: flavony, flavonoly, isoflavonoidy, flavanony, flavanonoly, flavanoly a antokyanidiny. Mezi významné flavonoly se řadí kvercetin, myricetin a kaempferol, mezi flavony apigenin a rutin, mezi flavanoly katechin, epikatechin, gallokatechin aj., a mezi antokyanidiny barviva kyanidin, delphinidin, petunidin a jejich sacharidové konjugáty aj. Biochemická aktivita flavonoidů je závislá na jejich chemických strukturách a relativní orientaci různých funkčních skupin v molekule. Flavanony se vyskytují výhradně v citrusových plodech v jejich glykosidických formách, isoflavonoidy se vyskytují hlavně v luštěninách. Nejrozšířenějším antokyanem v ovoci je kyanidin-3-glukosid. Antokyaniny se vyskytují hojně v bobulích, kde dodávají plodům výrazný barevný odstín (od růžové po tmavě modré) [SHAHIDI a AMBIGAIPALAN, 2015].

### 2.2.3 Taniny

Taniny jsou definovány jako hydrolyzovatelné nebo kondenzované v závislosti na jejich chemické struktuře. Kondenzované taniny (proantokyanidiny) jsou oligomery a polymery

flavonoidů, zejména flavan-3-oly, zatímco hydrolyzovatelné taniny jsou sloučeniny glykosylované kyseliny gallové. Fenolové skupiny taninů se velmi pevně vážou na -NH skupiny peptidů a bílkovin, brání jejich hydrolýze a trávení v žaludku. Obecně se proantokyanidiny vyskytují hlavně v ovoci, zejména v bobulích, kakau a některých nápojích, jako je víno, pivo a čaj. Je známo, že taniny inhibují peroxidaci lipidů a lipoxygenázy *in vitro*, a jsou schopny zachytit radikály jako hydroxyl, superoxid a peroxy [SHAHIDI a AMBIGAIPALAN, 2015].

### 2.3 Sacharidy

Na základě dostupné literatury je známo, že v jedlých květech a léčivých rostlinách se nachází přes čtyřicet druhů polysacharidů. Většinou jsou to heteropolysacharidy skládající se ze čtyř nebo více druhů monosacharidů či jejich oxidačních produktů jako glukóza, xylóza, ramnóza, manóza, fukóza, fruktóza, galaktóza, arabinóza, ribóza, sorbóza, talóza, kyseliny glukuronová a galaktouronová. Jedlé květy obsahují i homopolysacharidy, z heteropolysacharidů např. pektiny [HE *et al.*, 2019]. Během vývoje květních pupenů se celková koncentrace rozpustných cukrů jak v kališních lístcích, tak v okvětních lístcích, postupně zvyšuje a při plném otevření květu dosahuje maximální koncentrace. Celková koncentrace rozpustných cukrů se následně během stárnutí snižuje, přibližně o 50 % [YAP *et al.*, 2008].

### 2.4 Saponiny

Název „saponin“ je odvozen z latinského slova „*sapo*“, což znamená mýdlo a jsou to povrchově aktivní glykosidy hořké chuti produkované rostlinami, některými vývojově nižšími mořskými živočichy a některými bakteriemi s hemolytickými vlastnostmi. Saponiny jsou většinou triterpenové glykosidy s triterpeny nebo steroidy v aglykonu. Aglykonová část, také nazývaná sapogenin, je buď steroid (C27) nebo triterpen (C30). Většina saponinových molekul má rozmanitost ve složení lipopolysacharidu, lipofilních aglykonových skupinách, které poskytují emulgační vlastnosti [THI *et al.*, 2019].

### 2.5 Esenciální oleje

Esenciální oleje jsou těkavé látky přirozeně produkované rostlinami. Získávají se z rostlinných částí jako květy, pupeny, stonky, listy, semena, větvičky, kořeny, kůra aj. EO jsou produkovány rostlinami jako sekundární metabolity a jsou známy svými

antibakteriálními, fungicidními, insekticidními a antivirovými vlastnostmi. Esenciální oleje tvoří hlavní součást rozmanité přírodní flóry a jsou považovány za hlavní suroviny v různých oborech jako kosmetika, parfumerie a farmaceutický průmysl. V současné době existuje přibližně 3 000 zavedených éterických olejů. Například *d*-limonen, geranylacetát nebo karvon se používají v parfémtech. Zvláštní biologické vlastnosti a vůně éterických olejů jsou způsobeny terpeny a fenylpropanoidy, které jsou hlavními složkami éterických olejů. Přítomnost terpenů, fenolů a aldehydů má velký potenciál v biomedicíně [FIGUEROA a GENOVESEA, 2019].

## 2.6 Vitaminy a minerální prvky

Vitaminy a minerální prvky jsou mikronutrienty potřebné v relativně malém množství k podpoře růstu a udržení zdraví. V okvětních lístcích byly detekovány vitaminy C a E. Poměrně vysoký obsah vitamínu C byl stanoven u okvětních lístků lichořeřišnice, růže a ibišku. Obsah vitamínu K v jedlých květech je nízký. Existuje jen velmi málo studií o obsahu minerálních prvků přímo v jedlých květech. Obecně v jedlých květech *Rosa* spp. byly ponejvíce detekovány následující prvky: As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P a Zn [MATYJASZCZYK a ŠMIECHOWSKA, 2019].

### 3 MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ JEDLÝCH KVĚTŮ A JEJICH VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ

#### 3.1 Jedlé květy v dějinách lidstva

Květy byly konzumovány již ve starém Římě a Řecku a také v Číně jako alternativní léčiva nebo jako součást tradičních kulinářských jídel [TAKAHASHI, 39]. Květy se používaly jako přísady v různých jídlech, salátech a nápojích, jako koření a zvýrazňovače chuti mnoha předkrmů a sladkých jídel. Dnes se lidé zasazují o to, aby konzumovali nutričně vyváženou stravu, a věnují tak jídlu větší pozornost. Jedlé květy se staly novým trendem ve stravování. V různých zemích jsou rozmanitosti jedlých květů a způsoby jejich vaření různé. Číňané přidávali květy jako suroviny do různých receptů. Například květy z *Osmanthus fragrans* Lour a *Flos Sophorae japonicae* se používaly k vaření různých druhů pečiva, polévek. Fialky a okvětní plátky růží byly použity v salátu a levandule byla použita v omáčkách. Ve Spojených státech byly použity květy dýní. V El Salvadoru a Hondurasu lidé konzumují vonná poupata a neotevřené květy. V Evropě se květy často používají k ozdobení jídla na rautech a hostinách [ZHAO *et al.*, 2019]. Několik rostlin a jejich produktů bylo použito v potravinách jako způsob přírodních konzervačních látek, aromatických látek a jako prostředek k léčbě některých běžných onemocnění. Tato vlastnost je připisována hlavně jejich antimikrobiálním účinkům. V 17. století je popsán způsob použití fialek (*Viola odorata* L.) jako zdroje cukru a pro barvení sirupů [PIRES *et al.*, 2017].

#### 3.2 Využití jedlých květů v potravinářství

Mnoho květů hraje významnou roli při přípravě jídla. Přidávají aroma, chuť a estetickou hodnotu. Růže (*Rosa* spp.) jsou používány k zajištění chuti a sladkosti jídel v nápojích, salátech, pyré, omeletách a dezertech [TAKAHASHI *et al.*, 2019]. Odvětví výroby rostlinných potravin je v současné době v expanzi díky vývoji inovativních produktů využívajících jedlé květy [GOSTIN a WAISUNDARA, 2019]. Na světě se momentálně rozeznávají hlavně tři druhy jedlých květů, a to květy ovoce, květy zelenin a léčivých rostlin [ZHAO *et al.*, 2019]. Jedlé květy mohou být konzumovány čerstvé (např. květy měsíčku v salátech), stejně jako ve slaných jídlech obsahujících maso a ryby, v polévkách, v nápojích (víno, pivo, infuzované vody), v dezertech, sladkostech, želé, koření a barvivech, obalené v cukru, cukerných polevách. Používají se i v suché formě vcelku (sušené květy celé, s kalichem nebo bez kalichu, sušené okvětní lístky růží apod.), jako prášek (rozemleté na

jemnou konzistenci), obalené v cukru či polevách, nebo jako pěny (molekulární gastronomie). Je běžné, že některé rostliny jsou známy pouze pro biologický, kořenivý nebo nutriční potenciál svých plodů nebo listů, zatímco květy, také jedlé, nejsou obvykle součástí kulinářských rostlin, jako je tomu u mučenky, pažitky a dýně [TAKAHASHI *et al.*, 2019]. Z květů možno využívat i jen pyl nebo nektar. Pyl je zdrojem bílkovin a sacharidů, nasycených a nenasycených mastných kyselin, karotenoidů a flavonoidů. Nektar obsahuje vyváženou směs cukrů (fruktózy, glukózy a sacharózy), spolu s volnými aminokyselinami, bílkovinami, anorganickými ionty, lipidy, organickými kyselinami, fenolickými látkami, alkaloidy a terpenoidy [FERNANDES *et al.*, 2017].

Květy měsíčku lékařského (*Tagetes erecta*) se běžně používají jako potravinářská barviva a také jako přísady do krmiva pro zvířata, zejména do krmiva pro drůbež, s cílem zlepšit pigmentaci vaječných žloutků [GOSTIN a WAISUNDARA, 2019].

### 3.3 Výhody a rizika spojená se spotřebou jedlých květů

Výhody mohou zahrnovat:

- Jedlé květy jsou obvykle čerstvé.
- Extrakt *R. rugosa* byl schopen inhibovat peroxidaci lipidů *in vivo* a zabránit oxidačnímu poškození a také podporovat vychytávání volných radikálů.
- Antokyanin, izolovaný ze sušeného ibišku, vykazoval protizánětlivé vlastnosti.
- Extrakty z květů vykazovaly *in vitro* silnou anti-HIV aktivitu.
- Etanolický extrakt z *Chrysanthemum indicum* vykázal protizánětlivou aktivitu u akutní i chronické dráždivé kontaktní dermatitidy *in vivo*.
- Přírodní fenolové sloučeniny (kyseliny ferulová, gallová, *p*-kumarová a rutin) obsažené v *A. schoenoprasum* mohou být užitečné pro léčbu a prevenci nádorových onemocnění [FERNANDES *et al.*, 2017].
- Ukázalo se, že extrakty z thajských jedlých květů jako je *Curcuma sessilis*, *Punica granatum*, *Antigonon leptopus* a *Tagetes erecta* vykazují vysoké antimutagenní účinky.
- Spotřeba měsíčku (zejména ve formě čaje) byla také spojena se snížením rizika výskytu chronických onemocnění jako rakovina, srdeční choroby a oční choroby související s věkem [GOSTIN a WAISUNDARA, 2019].
- Jedlé květy obsahují řadu fytochemikálií, jako jsou: antokyany, flavonoidy, rhein (izolovaný z etylacetátového extraktu květu *Cassia*) se významně antiproliferativní účinností proti některým typům rakoviny.

- Ibišek napomáhá proti rakovině jater, chryzantéma rakovině tlustého střeva a mozku a kasie obecná proti rakovině tlustého střeva.
- Jedlé květy mají vliv na kontrolu hmotnosti a fibrózu jater [FERNANDES *et al.*, 2017]. Co se týče rizik spojených se spotřebou jedlých květů, tak hlavním úkolem rostlin v přírodě je plodit a vytvářet semena apod. Květy proto mohou obsahovat přírodní repelenty nebo jedovaté látky produkované rostlinou, aby se zabránilo jejich poškození, biologické a fyziologické nefunkčnosti apod. [MATYJASZCZYK a ŚMIECHOWSKA, 2019].

### 3.4 Spotřebitelské postoje a chování vůči jedlým květům

V současné době získávají popularitu jedlé květy, o čemž svědčí rostoucí počet kuchařských knih, kulinářských článků z časopisů a specializovaných televizních pořadů na téma jedlých květů [FERNANDES *et al.*, 2017]. Zájem o jedlé květy je výsledkem hledání nových přírodních potravinářských výrobků. Spotřebitelé stále více vybírají potravinářské výrobky obsahující přírodní složky kvůli obavám z nepříznivých zdravotních účinků syntetických sloučenin a vnímají květy podle jejich atraktivního vzhledu, velikosti, tvaru, chuti, vůně a barvy [MATYJASZCZYK a ŚMIECHOWSKA, 2019]. Znalost postoje lidí ke konzumaci jedlých květů je však omezená. Pro některé lidi nabízí jedlé květy jedinečnou kombinaci vůně a chutí, pro ostatní je nutriční hodnota nezpracovaných nebo minimálně zpracovaných jedlých květů důležitějším faktorem jejich konzumace. Mnoho lidí dává přednost nezpracovaným (např. lotosovým nebo měsíčkovým květům) nebo minimálně zpracovaným formám (např. sušené okvětní lístky růží nebo šafránový prášek) než doplňkům stravy obecně [GOSTIN a WAISUNDARA, 2019].

### 3.5 Možnosti zpracování a uchování jedlých květů

Nedávný výzkum ukazuje, že pro prodloužení trvanlivosti jedlých květů lze použít jak technologii vysokého hydrostatického tlaku, tak i technologii ozařování potravin. Uspokojivých výsledků bylo dosaženo hlavně aplikací lyofilizace, což má tu výhodu, že není tak destruktivní vůči bioaktivním sloučeninám přítomným v jedlých květech. V současné době se také zkouší použití osmotické dehydratace a aplikace jedlých ochranných povlaků [MATYJASZCZYK a ŚMIECHOWSKA, 2019]. Nejběžnější proces je sušení jedlých květů.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části práce bylo shrnout základní botanické údaje o rostlinách a jejich jedlých květech. Po této základní charakteristice cílem teoretické části bylo shrnout vybrané chemické složení jedlých květů s důrazem na ty složky, které byly součástí i experimentální části. V neposlední řadě bylo úkolem shrnout zpracování jedlých květů a jejich využití v gastronomii či potravinářství obecně.

Cílem experimentální části práce bylo u sušených jedlých květů stanovit obsah vlhkosti, popele, vlákniny, celkových polyfenolů, polyfenolického profilu, antioxidační aktivity a minerálních prvků. K experimentální části bylo za úkol využít metod gravimetrických, spektrofotometrických, HPLC a ICP-MS. Vybraná stanovení byla provedena i ve vyluzích těchto květů.

## 5 PRINCIPY METOD POUŽÍVÁNÉ V EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI

### 5.1 Chemikálie a přístrojové vybavení

#### 5.1.1 Chemikálie

- Redestilovaná voda
- Octan sodný (Penta, ČR)
- Hydroxid sodný (Penta, ČR)
- Metanol (Penta, ČR)
- Aceton (Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)
- Folin-Ciocalteuovo činidlo (Sigma Aldrich, Německo)
- Uhličitan sodný (Lachema, ČR)
- Kyselina octová (Ing. PetrLukeš, Uherský Brod, ČR)
- Peroxodisíran draselný (Lach-Ner, s.r.o, Neratovice, ČR)
- Kyselina sírová (Penta, ČR)
- Kyselina gallová (Acros Organics, Belgie)
- Trolox (Sigma Aldrich, Německo)
- ABTS (2,2'-azinobis(3-etyl-2,3-dihydrobenzotiazol-6-sulfonová kyselina) (Sigma Aldrich, Německo)
- DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl) (Sigma Aldrich, Německo)
- Standardy (3,4-dihydroxybenzoové kyseliny, 4-hydroxy-benzoové kyseliny, epigallokatechinu, katechinu, kyselin vanilové, chlorogenové, kávové, syringové, epikatechinu, kyselin *trans-p*-kumarové, ferulové, sinapové, elagové, *trans-2*-hydroxyskořicové, rutinu, protokatechin esteru, resveratrolu, kvercetin, kaempferolu a kyseliny *trans*-skořicové) (Sigma Aldrich, Německo nebo Acros Organics, Belgie)
- CRM čajových listů INCT-TL-1 (Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Varšava, Polsko)
- Kity pro PCL (Analytika Jena, od Chromspec, Praha, ČR)

#### 5.1.2 Zařízení

- Mikropipety s nastavitelným objemem
- Běžné laboratorní pomůcky a sklo

- Analytické váhy (Afa 210 LC, Schoeller, ČR)
- Sušárna (Venticell 111 Comfort, BTM a.s., ČR)
- Muflová pec (LM 112 10 ML W Elektro – VEBF, Německo)
- Ankom Fiber Analyzer<sup>220</sup> (Ankom Technology, New York, USA)
- Photochem (Analytika Jena, od Chromspec, Praha, ČR)
- Ethos One (Soriso, Itálie)
- Thermo Scientific iCAPQ ICP-MS (Thermo Scientific, USA)
- Ultrazvuková lázeň (Memmert, Německo)
- UV/VIS spektrofotometr (Lambda 25, Perkin Elmer, USA)
- HPLC Dionex Ultimate CRM 000 (Thermo Scientific, MA, USA)

## 5.2 Použité vzorky

### 5.2.1 Charakteristika vzorků

V práci byly použity jedlé květy v sušeném stavu. Květy chrpy a jasmínu byly zakoupeny u firmy Sonnentor s.r.o., okvětní lístky růže, květy ibišku, chmele, bezu, vřesu a slézu byly zakoupeny u firmy Lbros s.r.o. Vždy bylo zakoupeno několik balení květů po 30 až 300 g. Květy levandule a měsíčku byly získány přímo od pěstitele z domácí produkce. Květy byly skladovány v temnu, v originálních tmavých obalech, v klimatizované laboratoři ( $23 \pm 2$  °C), a to ne déle než 1 měsíc před analýzami.

### 5.2.2 Příprava vzorků a extraktů

Květy byly analyzovány vcelku po rozemletí, dále byly připraveny jejich výluhy.

#### 5.2.2.1 Analýza květů vcelku

a) Květy byly homogenizovány pomocí mixéru a navažovány pro následné stanovení vlhkosti (sušiny), popele a hrubé vlákniny.

b) Pro prvkovou analýzu pomocí ICP-MS byly vzorky jedlých květů připraveny následovně: vzorky sušených květů (0,5 g s přesností na 0,1 mg) byly váženy do teflonových nádobek. Ke každému vzorku bylo přidáno 7 ml 67% ultrapure HNO<sub>3</sub> a 1 ml 30% ultrapure H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Vzorky byly rozloženy v mikrovlnném systému Milestone Ethos One (Soriso, Itálie). Teplotní program pro jedlé květy byl nastaven s následujícími parametry: 500 W po dobu 10 minut, 1500 W po dobu 15 minut a nakonec 500 W po dobu 15 minut. Stejně tak byl

připraven vzorek certifikovaného materiálu čajových listů INCT-TL-1 (Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Varšava, Polsko).

### 5.2.2.2 Příprava a následná analýza výluhů z květů

a) Každý druh květu byl homogenizován pomocí mixéru a pak byla provedena extrakce navážky květů (s hmotností 0,2 až 0,5 g s přesností na 0,1 mg). Navážka vzorku byla extrahována v 50 ml redestilované vody o teplotě 100 °C, a to 5 a 10 minut na magnetické míchače. Každý vzorek byl vždy připraven 2x vedle sebe. U těchto výluhů byl/y analyzován/y: celkové polyfenoly, antioxidační aktivita s pomocí DPPH a ABTS a byl stanoven polyfenolický profil pomocí HPLC pro výluhy s dobou extrakce 5 a 10 minut.

b) Pro stanovení antioxidační aktivity pomocí metody PCL musely být připraveny zvlášť extrakty v redestilované vodě a metanolu. Navážka květů (0,3 – 0,6 g s přesností na 0,1 mg) byla extrahována redestilovanou vodou o teplotě 100 °C po dobu 10 min. Metanolický extrakt byl připraven extrakcí téže navážky po dobu 10 minut na magnetické míchače při laboratorní teplotě. Všechny extrakty byly vždy čerstvě připraveny.

c) Pro ICP-MS byl použit okyselený extrakt 2 g květů (navážených s přesností na 0,1 mg) s časem louhování 10 min do objemu 20 ml ultra pure redestilované vody. Tento extrakt o objemu 20 ml byl následně okyselen 5 ml Ultrapure 67% HNO<sub>3</sub>. Extrakt pro prvkovou analýzu byl připravován vždy v plastových odměrkách.

## 5.3 Stanovení vlhkosti a popela

Stanovení obsahu vlhkosti u jedlých květů bylo provedeno metodou dle normy ČSN EN ISO 712 (461014). Na předem vysušené a zvážené hliníkové misky byl s přesností na 0,1 mg navážen 1g důkladně homogenizovaného vzorku. Vzorky byly sušeny v sušárně při 103 °C po dobu 2 hodin, následně vloženy do exsikátoru k vychladnutí a zváženy s přesností na 0,1 mg. Výsledek získáme jako průměr ze tří stanovení.

Obsah vlhkosti v % se vypočte podle vzorce č. 1:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad (1)$$

kde:  $m_0$  je hmotnost hliníkové vysušené prázdné misky (g),

$m_1$  je hmotnost hliníkové misky s navážkou vzorku před vysušením (g),

$m_2$  je hmotnost hliníkové misky se vzorkem po vysušení (g).

Sušina v % se vypočte podle vzorce č. 2:

$$S = 100 - v \quad (2)$$

Stanovení obsahu popela spalováním u jedlých květů bylo provedeno referenční metodou dle normy ČSN ISO 1575. Do předem vyžíhaných porcelánových kelímků v muflové peci na 550 °C po dobu 1 hodiny a zvážených s analytickou přesností na 0, 1 mg bylo naváženo 2 g zhomogenizovaného vzorku. Vzorky byly spalovány v muflové peci při 550 °C po dobu 5,5 hodin, poté byly zchlazeny vložení do exsikátoru a zváženy s přesností na 0,1 mg. Výsledek byl získán jako průměr ze tří stanovení.

Obsah popela v % se vypočte podle vzorce č. 3:

$$P = \frac{m_a - m_b}{m_c - m_b} \cdot 100 \quad (3)$$

kde:  $m_a$  je hmotnost porcelánového kelímku s popelem po vyžíhání (g),

$m_b$  je hmotnost prázdného porcelánového kelímku (g),

$m_c$  je hmotnost porcelánového kelímku se vzorkem před vyžíháním (g).

Obsah popela v sušině v % se vypočte podle vzorce č. 4:

$$P_s = \frac{P \cdot 100}{S} \quad (4)$$

kde: S je sušina vzorku (%).

#### 5.4 Stanovení hrubé vlákniny

Hrubá vláknina byla stanovena jako zbytek po hydrolyze kombinující slabou kyselinu a zásadu. Do zváženého sáčku F57 s přesností na 0,1 mg bylo naváženo 0,5 g vzorku s přesností na 0,1 mg. Popsané filtrační sáčky s naváženým vzorkem a korekční (prázdný) sáček byly zataveny a vloženy do zařízení Ankom Fiber Analyzer<sup>220</sup>. Do zařízení byl vložen roztok H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o koncentraci 0,1275 mol.dm<sup>-3</sup> a hydrolyza probíhala při 100 °C po dobu 45 minut. Po této době bylo vypnuto topení, míchání, vypuštěna kyselina a sáčky byly 3x promíchávány horkou destilovanou vodou (85 – 90 °C) po dobu 5 minut. Poté byl přidán roztok NaOH o koncentraci 0,313 mol.dm<sup>-3</sup> a hydrolyza probíhala opět při 100 °C po dobu 45 minut. Po uplynutí doby bylo vypnuto topení a míchání, roztok zásady opět vypuštěn a sáčky byly 3x promíchávány v horké destilované vodě a 1x ve studené destilované vodě po dobu 5 minut. Sáčky se vložily na 3 minuty do acetonu, poté se odvětraly v digestoři a

následně vložily do sušárny při 105 °C po dobu 4 hodin. Vysušené sáčky se nechaly zchladnout v exsikátoru a byly zváženy s přesností na 0,1 mg. V dalším kroku se umístily do předem vyžíhaných a zvážených porcelánových kelímků s přesností na 0,1 mg. Proběhlo spálení v muflové peci při 550 °C po dobu 5,5 hodiny. Po zchladnutí porcelánových kelímků v exsikátoru byly opět zváženy s přesností na 0,1 mg. Každé stanovení bylo provedeno celkem třikrát [KOSTKOVÁ, 2017].

Obsah hrubé vlákniny v % se vypočte podle vzorce č. 5:

$$CF = \frac{(m_3 - m_1 \cdot c_1) - (m_4 - m_1 \cdot c_2)}{m_2} \cdot 100 \quad (5)$$

kde:  $m_1$  je hmotnost prázdného popsaného sáčku (g),

$m_2$  je hmotnost navážky vzorku (g),

$m_3$  je hmotnost vysušeného sáčku se vzorkem po hydrolýze (g),

$m_4$  je hmotnost popela po spálení vysušeného sáčku se vzorkem po hydrolýze (g),

$c_1$  je korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze (g),

$c_2$  je korekce hmotnosti sáčku po spálení (g).

Korekce hmotnosti v g se vypočte podle vzorců č. 6 a 7:

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1} \quad (6)$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1} \quad (7)$$

kde:  $m_s$  je hmotnost vysušeného prázdného sáčku po hydrolýze,

$m_p$  je hmotnost popela prázdného sáčku (g).

## 5.5 Stanovení polyfenolů Folin-Ciocalteuovou metodou

Polyfenoly v rostlinných extraktech reagují se specifickými redoxními činidly jako je Folin-Ciocalteuovo činidlo. Vytvoří modrý komplex, který lze kvantifikovat spektrofotometricky. Celkový obsah polyfenolů (TPC) se vyjádří v ekvivalentech použitého standardu, v této práci v ekvivalentech kyseliny gallové.

### 5.5.1 Pracovní postup

Ke stanovení byly použity extrakty, připravené dle postupu uvedeného v kapitole 5.2.2.2. Pět ml destilované vody bylo pipetováno do 10ml odměrné baňky, dále bylo přidáno 150  $\mu$ l extraktu vzorku a 0,5 ml Folin-Ciocalteuova činidla. K tomu bylo přidáno 1,5 ml 20% uhličitanu sodného a následně byla odměrná baňka doplněna destilovanou vodou po rysku. Vzorek byl důkladně promíchán a po 30 minutách byla měřena absorbance na spektrofotometru Lambda 25 při vlnové délce 765 nm oproti blanku. Z naměřených hodnot bylo vypočítáno celkové množství polyfenolů ve vzorku pomocí lineární regrese. Celkové množství polyfenolů bylo vyjádřeno jako ekvivalentní množství mg kyseliny gallové v 1 g vzorku.

### 5.5.2 Příprava kalibrační křivky

Nejprve byl připraven zásobní roztok o koncentraci 800  $\text{mg.l}^{-1}$  do 100 ml odměrné baňky. Kyselina gallová byla rozpouštěna v metanolu. Ze zásobního roztoku do 10ml odměrných baněk byly připraveny jednotlivé kalibrační body o koncentracích 600, 400, 200, 100, 50 a 20  $\text{mg.l}^{-1}$ . Měření absorbance jednotlivých roztoků kyseliny gallové oproti blanku se provádí stejným způsobem, jako u vzorků s tím rozdílem, že místo vzorku byl dávkován kalibrační roztok. Kalibrační křivka byla sestrojena jako závislost absorbance na koncentraci kyseliny gallové, potom byla vygenerována rovnice lineární regrese, ze které byl vypočítán celkový obsah polyfenolů.

## 5.6 Stanovení antioxidační aktivity

### 5.6.1 Antioxidační aktivita stanovená s pomocí DPPH

Metoda spočívá v reakci testované látky s volným stabilním radikálem 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazylem. V metanolovém roztoku je DPPH v radikálové formě a redukce DPPH antioxidanty se projeví odbarvením roztoku (úbytkem absorbance). Absorbance se měřila při 515 nm spektrofotometricky a po uplynutí 1 hodiny. Antioxidační aktivita byla vyjádřena jako ekvivalentní množství troloxu [ONDROUŠKOVÁ, 2018].

#### 5.6.1.1 Příprava zásobního a pracovního roztoku DPPH

Zásobní roztok byl připraven rozpuštěním 24 mg DPPH ve 100 ml metanolu. Z takto připraveného zásobního roztoku byl připraven roztok pracovní – smíchá se 10 ml zásobního roztoku a 45 ml metanolu. Poté se pracovní roztok spektrofotometricky proměří proti



metanolu jako blanku při vlnové délce 515 nm. Tato absorbance se zaznamená jako hodnota  $A_0$ .

### 5.6.1.2 Vlastní měření antioxidační aktivity

Ke stanovení byly použity extrakty připravené dle postupu uvedeného v kapitole 5.2.2.2. Pracovní roztok DPPH (8,55 ml) byl pipetován do zkumavky, dále bylo přidáno 450  $\mu$ l extraktu vzorku. Vzorek byl promíchán a po 30 minutách byla měřena absorbance ( $A_{vz}$ ) na spektrofotometru Lambda 25 při vlnové délce 515 nm. Úbytek absorbance byl přepočten na % inaktivace dle vzorce č. 8. Pomocí rovnice lineární regrese (kalibrace byla vyjádřena jako závislost inaktivace na koncentraci troloxu) byla vypočtena hodnota antioxidační aktivity v ekvivalentech troloxu. Každý vzorek byl ve dvou opakováních, jeho absorbance byla změřena 3x. Inaktivace se vypočítá podle vzorce č. 8:

$$\text{Inaktivace (\%)} = \frac{A_0 - A_{vz}}{A_0} \cdot 100 \quad (8)$$

### 5.6.1.3 Příprava kalibrační křivky

Jako standard byl použit trolox. Zásobní roztok byl připraven do 100 ml odměrné baňky a jeho koncentrace byla 200  $\text{mg.l}^{-1}$ . Trolox byl rozpuštěn v metanolu. Ředěním do 10 ml odměrných baněk byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích 20; 40; 80; 100; 120; 160 a 170  $\text{mg.l}^{-1}$ . Jednotlivé koncentrace kalibračních bodů byly přidány v množství 450  $\mu$ l k 8,55 ml pracovního roztoku DPPH a byla proměřena jejich absorbance při 515 nm. Každý kalibrační bod byl proměřen třikrát. Kalibrační křivka byla sestavena jako závislost inaktivace radikálu DPPH (%) na koncentraci troloxu ( $\text{mg.l}^{-1}$ ).

## 5.6.2 Antioxidační aktivita stanovená s pomocí ABTS

Metoda je založena na schopnosti zhaset 2,2'-azinobis-3-etyl-2,3-dihydrobenzotiazol-6-sulfonovou kyselinu, neboli kation-radikál ABTS. Zhášení radikálu ABTS antioxidanty se stanovovalo spektrofotometricky na základě měření úbytku absorbance při vlnové délce 734 nm. Radikál ABTS se generoval oxidací ABTS s peroxodisíranem draselným. Antioxidační aktivita byla vyjádřena jako ekvivalentní množství troloxu [ONDROUŠKOVÁ, 2018].

### 5.6.2.1 Příprava radikálu ABTS

Do 10ml odměrné baňky bylo naváženo 0,018 g ABTS a odměrná baňka byla doplněna vodou po rysku. K tomu bylo přidáno 0,2 ml roztoku peroxodisíranu draselného o

koncentraci  $0,06 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ , který byl připraven rozpuštěním  $0,162 \text{ g K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  v  $10 \text{ ml}$  destilované vody. Reakční směs byla  $16$  hodin ponechána při laboratorní teplotě bez přístupu světla. Cílem bylo generovat ABTS radikál.

#### 5.6.2.2 Příprava reakční směsi

Smícháním  $63,5 \text{ ml } 0,2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ CH}_3\text{COONa}$  a  $136,5 \text{ ml } 0,2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ CH}_3\text{COOH}$  byl připraven octanový pufr o pH  $4,3$ . Takto připravený pufr byl smíchán s ABTS radikálem v množství  $97,5 \text{ ml}$  pufru a  $2,5 \text{ ml}$  ABTS radikálu. Reakční směs byla dále měřena spektrofotometricky při vlnové délce  $734 \text{ nm}$ . Octanový pufr o pH  $4,3$  byl použit jako blank. Měření reakční směsi oproti připravenému blanku se získá hodnota absorbance. Tato hodnota byla dále použita pro výpočet inaktivace. Antioxidační aktivita se vypočítá podle vzorce č. 8.

#### 5.6.2.3 Měření antioxidační aktivity vzorků metodou s ABTS

Do odměrné baňky bylo napipetováno  $12 \text{ ml}$  připravené reakční směsi a  $150 \mu\text{l}$  extraktu vzorku. Směs byla ponechána  $30$  minut v temnu a po uplynutí této doby byla měřena absorbance na spektrofotometru při vlnové délce  $734 \text{ nm}$ . Celková antioxidační aktivita byla vypočtena z rovnice lineární regrese a vyjádřena jako ekvivalentní množství  $\mu\text{mol}$  troloxu na  $1 \text{ g}$  vzorku.

#### 5.6.2.4 Příprava kalibrační křivky

Pro tuto metodu byl jako standard použit také trolox. Rozpuštěním standardu v metanolu byl vytvořen zásobní roztok o koncentraci  $0,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Ředěním byla připravena kalibrační řada o koncentracích  $0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30$  a  $0,40 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Takto připravené vzorky byly proměřeny úplně stejně, jako v případě vzorků. Z naměřených hodnot byla sestavena kalibrační křivka jako závislost inaktivace na koncentraci troloxu. Z rovnice lineární regrese byla vypočtena celková antioxidační aktivita, která byla vyjádřena jako ekvivalentní množství troloxu v  $\text{mg}$  na  $1 \text{ g}$  vzorku.

#### 5.6.3 Antioxidační aktivita stanovená s pomocí PCL

Jde o metodu, která kombinuje velmi rychlou fotochemickou excitaci a generování radikálů s vysoce citlivou luminometrickou detekcí. Metoda stanovení antioxidační kapacity PCL na zařízení Photochem (Analytic Jena, od Chromspec, Praha, ČR) využívá generování peroxidových radikálů, které jsou pak zhaseny při kontaktu s antioxidanty vzorku.

Nespotřebované radikály reagují s luminolem a umožňují tak detekci. Jakmile jsou antioxidanty spotřebovány, tak se zvyšuje hladina radikálů a tím roste i chemiluminiscence. Přístroj a kit chemikálií je uzpůsoben tak, že pro hydrofilní antioxidanty – ACW (Antioxidant Capacity of Water soluble substances) – a pro hydrofobní antioxidanty – ACL (Antioxidant Capacity of Liposoluble substances) se měří antioxidantní aktivita zvláště ve vodě nebo metanolu. V případě antioxidantů rozpustných ve vodě se výsledná hodnota ACW evaluuje na základě doby „lag“ fáze na křivce měření. V případě antioxidantů rozpustných v tučích se ACL hodnota vyhodnocuje z integrační plochy pod křivkou měření. Antioxidantní kapacita vzorků byla vypočtena pomocí kalibrační křivky s kyselinou askorbovou (ACW) nebo troloxem (ACL) jako standardy. Výsledky ACW a ACL byly vyjádřeny v příslušných ekvivalentech těchto standardů [ORSAVOVÁ *et al.*, 2019]. Původní objem 50 ml extraktu musel být ředěn 50 až 100x, nástřik do přístroje se pohyboval cca mezi 0,005 až 0,1 ml, dle antioxidantní síly extraktu daného květu.

## 5.7 Stanovení polyfenolického profilu metodou HPLC

Připravené extrakty vzorků z kapitoly 5.2.2.2 byly analyzovány (chromatograficky separovány) na chromatografu HPLC Dionex Ultimate 3000 (Thermo Scientific, MA, USA) s detektorem (UV/VIS, DAD). Pro stanovení byla použita kolona Phenomenex Kinetex C18 (150 x 4,6 mm; 2,6  $\mu$ m). Chromatografické podmínky byly následující:

- objem nástřiku na kolonu 10  $\mu$ l,
- mobilní fáze A: redestilovaná voda:kyselina octová (99:1),
- mobilní fáze B: redestilovaná voda:acetonitril:kyselina octová (67:32:1),
- eluce gradientová: v 0 min 10 % B, 0 – 10 min do 20 % B, 10 – 16 min 20 – 40 % B, 16 – 20 min 40 – 50 % B, 25 – 26 min 50 – 70 % B, 26 – 30 min 70 % B, 30 – 40 min 70 – 10 % B, 40 – 45 min 10 % B,
- termostat kolony nastaven na 30 °C,
- průtok mobilní fáze 1 ml.min<sup>-1</sup>.

K vyhodnocení dat byl použit program Chromeleon™ 7.2 Chromatography Data System (Thermo Scientific, MA, USA). Byla odečtena plocha píku pro jednotlivé analyty v příslušném retenčním čase při vlnové délce 275 nm.

### 5.7.1 Kalibrace pro měření polyfenolických látek pomocí HPLC

Jednotlivé polyfenolické standardy byly rozpuštěny v metanolu a byla z nich naředěna kalibrační řada. Každý bod kalibrační křivky byl následně proměřen za stejných chromatografických podmínek, jako je uvedeno a kapitole 5.7. Kalibrační křivky byly sestrojeny jako závislost ploch píků (mAU.min) na jejich koncentraci ( $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ). Výsledné koncentrace byly vypočteny na základě lineární regrese. Rovnice pro výpočet koncentrací jednotlivých polyfenolů jsou uvedeny v příloze P I.

## 5.8 Stanovení minerálních prvků metodou ICP-MS

Byly připraveny dvě sady kalibračních sérií standardů s předpokládaným koncentračním rozsahem u jedlých květů: vyšší koncentrace (24 prvků):  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^9\text{Be}$ ,  ${}^{24}\text{Mg}$ ,  ${}^{27}\text{Al}$ ,  ${}^{45}\text{Sc}$ ,  ${}^{55}\text{Mn}$ ,  ${}^{59}\text{Co}$ ,  ${}^{60}\text{Ni}$ ,  ${}^{63}\text{Cu}$ ,  ${}^{66}\text{Zn}$ ,  ${}^{71}\text{Ga}$ ,  ${}^{88}\text{Sr}$ ,  ${}^{89}\text{Y}$ ,  ${}^{95}\text{Mo}$ ,  ${}^{107}\text{Ag}$ ,  ${}^{133}\text{Cs}$ ,  ${}^{137}\text{Ba}$ ,  ${}^{140}\text{Ce}$ ,  ${}^{159}\text{Tb}$ ,  ${}^{165}\text{Ho}$ ,  ${}^{181}\text{Ta}$ ,  ${}^{205}\text{Tl}$ ,  ${}^{209}\text{Bi}$ , a  ${}^{238}\text{U}$  a v koncentraci  $3 - 35 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  a nižší koncentrace (13 prvků):  ${}^{11}\text{B}$ ,  ${}^{23}\text{Na}$ ,  ${}^{31}\text{P}$ ,  ${}^{32}\text{S}$ ,  ${}^{48}\text{Ti}$ ,  ${}^{51}\text{V}$ ,  ${}^{52}\text{Cr}$ ,  ${}^{57}\text{Fe}$ ,  ${}^{73}\text{Ge}$ ,  ${}^{75}\text{As}$ ,  ${}^{77}\text{Se}$ ,  ${}^{90}\text{Zr}$ ,  ${}^{103}\text{Rh}$ ,  ${}^{111}\text{Cd}$ ,  ${}^{118}\text{Sn}$ ,  ${}^{121}\text{Sb}$ ,  ${}^{202}\text{Hg}$  a  ${}^{208}\text{Pb}$  v koncentraci  $0,5 - 1,0 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Byl použit certifikovaný referenční materiál čajových listů (Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Polsko) pro správnost měření (Příloha II).

Analýza vzorků (pevných po mineralizaci a okyselených výluhů) byla provedena pomocí hmotnostního spektrofotometru s indukčně vázaným plazmatem Thermo Scientific iCAPQ (Thermo Scientific, USA) na bázi kvadrupólového analyzátoru vybaveného technologií QCell (CCT – Collision Cell Technology). Jako kolizní plyn je zde využíváno He. Ten napomůže rozpadu molekulárních asociátů, technologie QCell tak vyniká krátkou dobou analýzy, flexibilitou a spolehlivostí. Konkrétní pracovní parametry byly nastaveny následovně: výkon 1550 W, hloubka vzorkování 5 mm, průtok chladícího plynu  $14,0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ , průtok pomocného plynu  $0,8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ , průtok zmlžovacího plynu  $1,015 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ , průtoková rychlost He  $4,1 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ , rychlost zmlžovače  $40,00 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$  a teplota uvnitř komory  $2,7 \text{ }^\circ\text{C}$  [SUMCZYNSKI *et al.*, 2018].

## 5.9 Statistické vyhodnocení výsledků

S pomocí Dean-Dixonova testu byly z naměřených hodnot vyloučené odlehlé výsledky. Výsledek měření byl vyjádřen jako střední hodnota se směrodatnou odchylkou. Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu StatK25, s jeho pomocí byl proveden parametrický test porovnávající střední hodnoty dvou nezávislých souborů (Studentův *t*-test) na hladině významnosti 5 %.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota jednotlivých stanovení se směrodatnou odchylkou (SD).

### 6.1 Výsledky stanovení obsahu vlhkosti a popela

Obsah vlhkosti se řadí mezi nejdůležitější parametry, které se stanovují u potravin. Stanovení vlhkosti bylo provedeno u všech uvedených vzorků květů, podle postupu popsáno v kapitole 5.3. Naměřené hodnoty vlhkosti a popela jsou uvedeny v tabulce č. 1. Obsah vlhkosti se u jednotlivých vzorků květů pohyboval v rozmezí od 4,09 do 8,92 %. Ze všech vzorků nejvyšší obsah vlhkosti měla levandule, její vlhkost byla 8,92 %, naopak nejnižší obsah vlhkosti má jasmín, jeho vlhkost byla 4,09 %. Distributoři sušených jedlých květů deklarují obsah vlhkosti většinou do 10 %.

Tabulka č. 1 Výsledky stanovení obsahu vlhkosti a popela u vzorků jedlých květů

Vzorek	Vlhkost (%) ± SD	Popel v sušině (%) ± SD
Růže	4,93 ± 0,20 <sup>a</sup>	3,83 ± 0,15 <sup>a</sup>
Jasmín	4,09 ± 0,10 <sup>b</sup>	7,79 ± 0,20 <sup>b,i</sup>
Chmel	4,58 ± 0,20 <sup>c,d,g</sup>	10,2 ± 0,2 <sup>c</sup>
Bez	4,48 ± 0,20 <sup>c</sup>	9,12 ± 0,30 <sup>d</sup>
Měsíček	4,69 ± 0,30 <sup>d,f,g</sup>	7,63 ± 0,20 <sup>b</sup>
Ibišek	5,39 ± 0,20 <sup>e</sup>	9,50 ± 0,20 <sup>e</sup>
Chrpa červená	4,61 ± 0,15 <sup>d,g</sup>	6,21 ± 0,15 <sup>f</sup>
Chrpa polní modrá	4,76 ± 0,20 <sup>f,g</sup>	6,64 ± 0,15 <sup>g</sup>
Vřes	4,65 ± 0,30 <sup>g</sup>	4,01 ± 0,10 <sup>h</sup>
Levandule	8,92 ± 0,30 <sup>h</sup>	7,88 ± 0,15 <sup>i</sup>
Sléz	6,42 ± 0,30 <sup>i</sup>	11,1 ± 0,3 <sup>j</sup>

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3). Hodnoty ve sloupci alespoň s jedním totožným písmenným indexem se od sebe statisticky neliší ( $P \geq 0,05$ ), zatímco hodnoty ve sloupci s různými písmennými indexy se navzájem statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

Vyhláška č. 398/2016 Sb. udává pro různé druhy koření požadavek na maximální obsah vlhkosti. Pro jedlé květy tyto požadavky stanoveny nejsou, nicméně u koření se v průměru

udávají jako maximální hodnoty pro obsah vlhkosti 8 až 12 %. Všechny naše analyzované vzorky měly obsah vlhkosti pod 12 %, hodnotu 8 % překročila již zmiňovaná levandule.

Popel je minerální zbytek vzniklý při spalování materiálu, reprezentuje souhrn anorganického podílu tvořeného minerálními prvky. Hlavními faktory, které ovlivňují složení popela, jsou složení biomasy, agrotechnika při pěstování jedlých květů, environmentální podmínky, druhy květů atd. [LENG *et al.*, 2019]. Stanovení obsahu popela přepočteného na sušinu, bylo provedeno podle postupu popsáno v kapitole 5.3. Obsah popela v sušině se u jednotlivých vzorků květů pohyboval v rozmezí od 3,83 do 11,1 %. Ze všech vzorků nejvyšší obsah popela má sléz maurský, naopak nejnižší obsah popela má růže. Vyhláška č. 398/2016 Sb. udává pro různé druhy koření i požadavek na celkový obsah popele v sušině vzorku. U jedlých květů tyto požadavky nejsou legislativně upraveny.

## 6.2 Výsledky stanovení hrubé vlákniny

Tabulka č. 2 Výsledky stanovení obsahu CF u vzorků jedlých květů

Vzorek	CF v sušině (%) ± SD
Růže	3,33 ± 0,10 <sup>a</sup>
Jasmín	3,58 ± 0,12 <sup>b</sup>
Chmel	4,58 ± 0,12 <sup>c</sup>
Bez	3,92 ± 0,12 <sup>d</sup>
Měsíček	5,26 ± 0,15 <sup>e</sup>
Ibišek	2,48 ± 0,08 <sup>f</sup>
Chrupa červená	4,81 ± 0,12 <sup>g</sup>
Chrupa polní modrá	5,58 ± 0,12 <sup>h</sup>
Vřes	5,07 ± 0,15 <sup>i</sup>
Levandule	6,24 ± 0,15 <sup>j</sup>
Sléz	3,04 ± 0,05 <sup>k</sup>

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=3). Hodnoty ve sloupci alespoň s jedním totožným písmenným indexem se od sebe statisticky neliší ( $P \geq 0,05$ ), zatímco hodnoty ve sloupci s různými písmennými indexy se navzájem statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

V této práci jsou jedlé květy analyzovány i z pozice možného zdroje hrubé vlákniny (CF, Crude fibre). Výživové doporučení pro obyvatele ČR je zvýšit příjem vlákniny na 30 g za den, vzhledem k tomu, že v současném stavu je příjem nedostatečný (10 – 15 g za den). Obohacování potravin vlákninou je důležitý faktor, ale musí se i vědět, že nadměrný příjem vlákniny vede také ke snížení resorpce některých minerálních prvků, k nadýmání, bolesti břicha, průjmům (nad 60 g za den) [Studijní materiál]. Stanovení obsahu hrubé vlákniny bylo provedeno podle postupu popsaného v kapitole 5.4. Výsledky stanovení jsou uvedeny v tabulce č. 2. Výsledky obsahu hrubé vlákniny v sušině vzorků spadají do rozsahu koncentračních hodnot 2,48 až 6,24 %. Ze všech vzorků má nejvyšší obsah hrubé vlákniny levandule a naopak nejnižší obsah hrubé vlákniny má ibišek. Všechny vzorky v obsahu hrubé vlákniny mezi sebou vykazují statisticky významný rozdíl.

### 6.3 Výsledky stanovení minerálních prvků metodou ICP-MS

Výsledky stanovení obsahu minerálních a stopových prvků v jedlých květech a jejich vyluzích jsou uvedeny v tabulkách č. 1 až 6. Množství vyluhovaného prvku v nálevu bylo přepočteno na 1 g sušeného květu. Vyluhovatelnost (vyjádřená v %) jednotlivých prvků z jedlých květů je prezentována v Příloze P III. Z analyzovaných květů asi ponejvíce vynikal ibišek, vzhledem k tomu, že obsahoval signifikantně vysoké koncentrace Be, Al, Sc, Co, Ga, Y, Ba, Ce, Tb a Ho. Například koncentrace Be byla v ibišku  $43,2 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ , koncentrace Ba dosáhla dokonce  $19 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  a hliníku  $177 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Vyšší koncentrace výše zmiňovaných prvků v ibišku se projeví i při jeho vyluhování do vody při teplotě  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 10 minut. Vyšší koncentrace Ba byla naměřena i u vzorku květu vřesu. Tento květ obsahoval i vyšší koncentrace radioaktivního izotopu Cs ( $209 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a také U ( $16,8 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a pravděpodobně bude mít schopnost akumulovat Mn ( $488 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Naprotitomu, květ levandule obsahoval vyšší koncentrace Cr ( $2900 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a Bi ( $78,1 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Jedlé květy obsahují relativně nízké koncentrace Na až na vzorek květu měsíčku, kde byl jeho obsah statisticky významně vyšší ( $177 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), v porovnání se všemi ostatními vzorky. Analýza ukázala, že květy slézu obsahovaly vyšší koncentrace P ( $266 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Ve znečištěných oblastech mohou některé rostliny koncentrovat kovy. Studie provedená Overesch *et al.*, (2007), naznačuje, že mezi rostlinami pěstovanými na znečištěných lužních půdách u řeky Labe (Německo) byly v rostlinách koncentrovány Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn a As. Metabolická role každého stopového prvku v rostlinách může být charakterizována ve vztahu k některým základním procesům, jako jsou: absorpce a transport v rostlině, enzymatické procesy, toxicita atd. Koncentrace

stopových prvků v rostlinách jsou vysoce spojeny s chemickým složením růstového média. Kromě biogenních prvků lze také nalézt v rostlinách ty toxické. Arzén je jedním z chemických prvků, který má oxidační stav  $As^{5+}$  a  $As^{3+}$ , přičemž druhý je nejvíce toxický, jeho přítomnost v těle může kromě nemoci způsobovat smrt. Kadmium s oxidačním stavem  $Cd^{2+}$  a chrom v  $Cr^{6+}$  jsou také považovány za toxické prvky, které způsobují problémy s ledvinami, jaterní a neurologické poruchy [SANTOS *et al.*, 2017].

Pokud se jedná o stanovení prvků ve výluzech jedlých květů, signifikantně nejvyšší koncentrace Be, B, Mg, Al, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Ga, Ge, Se, Sr, Y, Mo, Rh, Cd, Sn, Ba, Ce, Tb, Ho a Ta byly naměřeny ve výluhu z ibišku. To může být dáno tím, že v samotném květu byly tyto koncentrace již vyšší, ale lze vyslovit i domněnku, že kyselost tohoto květu (jeho výluhu) bude významně ovlivňovat schopnost rozpouštění a uvolňování prvků do něj. Kyselé látky (jako např. organické kyseliny) mohou v závislosti na pH a schopnosti disociace umožnit extrahovat lépe téměř celé spektrum stopových prvků (zejména kovů) [KABATA-PENDIAS, 2011]. Vyluhovací schopnost prvků, jako je Mg, Al a Fe, závisí na komplexotvorných schopnostech aniontů produkovaných kyselinami [BANDARA a SENANAYAKE, 2018]. Výluh měsíčku byl bohatý na obsah Na, kdy se z 1 g sušeného jedlého květu vyluhovalo 40,8  $\mu\text{g}$  Na, výluh vřesu byl bohatý na Cs (46,4  $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ), U (4,06  $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a Tl (41,5  $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Jak uvádí výzkum z Číny, květy měsíčku obsahovaly celkem 1,7 % Na a 0,9 % Mg [CHITRAKARA *et al.*, 2019]. Tento rozdíl v hodnotách mohl být způsoben především skutečností, že vzorky byly pěstovány v různých částech světa. Běžné koncentrace stopových prvků v rostlinách rostoucích na různých, ale neznečištěných půdách vykazují pro každý prvek značně velkou variabilitu [KABATA-PENDIAS, 2011]. Květ růže, stejně jako jeho výluh, obsahoval vyšší koncentrace As (265 a 98,9  $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ ), květ chmele byl bohatý na Cu.

Co se týká procentuálního vyjádření vyluhovatelnosti jednotlivých prvků z jedlých květů, nejvyšší koncentrace vyluhovatelnosti byly naměřeny u S, a to prakticky u všech vzorků. Velmi vysoká vyluhovatelnost prvků byla zaznamenána u vzorku ibiškového výluhu, kdy např. Mg byl vyluhován z 95 %, Co ze 75 %, Zn z 80 %, Cd z 86 % apod. (Příloha PII). Obecně, Zn byl z matrice vzorků jedlých květů vyluhován z 10 až 80 %, Cu z 18 až 64 % a například Li z 27 až 77 %. Naopak velmi nízké % vyluhovatelnosti bylo naměřeno u Ce (1 až 6 % vyjma květu ibišku) a také u Cd (2 až 19 %, opět vyjma květu ibišku). Vyluhovatelnost prvků z matrice rostlinných materiálů může být ovlivněna mnoha faktory, od doby louhování, teploty loužení, extrakčního činidla, jeho pH atp. [KOCH *et al.*, 2018;



ERDEMIR, 2018; MILANI *et al.*, 2016]. Jiná je samozřejmě otázka vyluhovatelnosti a poté také schopnosti našeho organismu tyto prvky využít (vstřebat).

Tabulka č. 3 Výsledky stanovení stopových prvků u sušených jedlých květů v  $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ 

Analyt $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$	CHM	L	CH	R	B	J	I	CHČ	M	S	V
<sup>7</sup> Li	199±8 <sup>a</sup>	42,7±2,1 <sup>b</sup>	165±7 <sup>c</sup>	243±10 <sup>d</sup>	166±7 <sup>c</sup>	25,3±1,1 <sup>e</sup>	224±10 <sup>f</sup>	149±5 <sup>g</sup>	98,3±3,0 <sup>h</sup>	65,5±2,0 <sup>i</sup>	178±8 <sup>j</sup>
<sup>9</sup> Be	2,94±0,07 <sup>a</sup>	1,93±0,02 <sup>b</sup>	4,78±0,10 <sup>c</sup>	3,93±0,10 <sup>d</sup>	3,46±0,01 <sup>e</sup>	2,91±0,05 <sup>a</sup>	43,2±2,3 <sup>f</sup>	3,36±0,10 <sup>g</sup>	2,44±0,10 <sup>h</sup>	4,15±0,20 <sup>i</sup>	5,52±0,25 <sup>j</sup>
<sup>11</sup> B	4010±30 <sup>a</sup>	5570±40 <sup>b</sup>	5700±40 <sup>c</sup>	2490±30 <sup>d</sup>	3550±30 <sup>e</sup>	4060±30 <sup>f</sup>	4000±30 <sup>a</sup>	3350±20 <sup>f</sup>	4460±40 <sup>g</sup>	3330±30 <sup>e</sup>	4250±30 <sup>h</sup>
<sup>32</sup> S	1000±20 <sup>a</sup>	1160±30 <sup>b</sup>	1370±20 <sup>c</sup>	1060±20 <sup>d</sup>	1290±20 <sup>e</sup>	1330±30 <sup>f</sup>	1070±10 <sup>d</sup>	1290±30 <sup>e</sup>	1150±30 <sup>d</sup>	1400±30 <sup>f</sup>	1120±30 <sup>g</sup>
<sup>45</sup> Sc	117±2 <sup>a</sup>	67,6±2,1 <sup>b</sup>	113±3 <sup>c</sup>	117±3 <sup>a</sup>	104±3 <sup>d</sup>	52,9±1,0 <sup>e</sup>	133±4 <sup>f</sup>	89,1±2,0 <sup>g</sup>	67,9±2,0 <sup>b</sup>	97,9±3,0 <sup>h</sup>	106±4 <sup>d</sup>
<sup>51</sup> V	434±10 <sup>a</sup>	271±5 <sup>b</sup>	329±6 <sup>c</sup>	1010±10 <sup>d</sup>	447±7 <sup>e</sup>	186±4 <sup>f</sup>	1080±20 <sup>g</sup>	571±10 <sup>h</sup>	210±7 <sup>i</sup>	480±10 <sup>j</sup>	624±20 <sup>k</sup>
<sup>52</sup> Cr	1340±20 <sup>a</sup>	2900±30 <sup>b</sup>	608±10 <sup>c</sup>	933±20 <sup>d</sup>	1840±30 <sup>e</sup>	251±10 <sup>f</sup>	2010±30 <sup>g</sup>	581±5 <sup>h</sup>	443±5 <sup>i</sup>	551±10 <sup>j</sup>	789±15 <sup>k</sup>
<sup>59</sup> Co	180±7 <sup>a</sup>	100±5 <sup>b</sup>	60,6±2,7 <sup>c</sup>	95,8±5,0 <sup>d</sup>	117±5 <sup>e</sup>	87,2±2,7 <sup>f</sup>	274±3 <sup>g</sup>	102±3 <sup>b</sup>	44,8±1,2 <sup>h</sup>	124±6 <sup>i</sup>	59,9±1,4 <sup>c</sup>
<sup>60</sup> Ni	3190±40 <sup>a</sup>	2220±30 <sup>b</sup>	2990±40 <sup>c</sup>	2050±40 <sup>d</sup>	1000±30 <sup>e</sup>	965±30 <sup>f</sup>	3810±40 <sup>g</sup>	3140±40 <sup>h</sup>	1050±40 <sup>i</sup>	1150±20 <sup>j</sup>	2830±30 <sup>k</sup>
<sup>71</sup> Ga	18,2±0,5 <sup>a</sup>	9,54±0,5 <sup>b</sup>	18,6±0,4 <sup>c</sup>	39,4±1,0 <sup>d</sup>	21,9±0,9 <sup>e</sup>	12,1±0,5 <sup>f</sup>	76,9±1,2 <sup>g</sup>	21,8±0,9 <sup>e</sup>	10,1±0,6 <sup>b</sup>	26,8±0,9 <sup>f</sup>	38,6±1,0 <sup>d</sup>
<sup>73</sup> Ge	12,7±0,5 <sup>a</sup>	11,0±0,3 <sup>b</sup>	17,7±0,5 <sup>c</sup>	14,4±0,2 <sup>d</sup>	13,5±0,4 <sup>e</sup>	9,23±0,4 <sup>f</sup>	33,4±1,0 <sup>g</sup>	15,9±0,5 <sup>h</sup>	10,5±0,4 <sup>b</sup>	14,9±0,4 <sup>d</sup>	15,1±0,4 <sup>i</sup>
<sup>75</sup> As	87,3±1,5 <sup>a</sup>	61,0±1,3 <sup>b</sup>	108±3 <sup>c</sup>	265±5 <sup>d</sup>	71,0±3,0 <sup>e</sup>	281±4 <sup>f</sup>	83,8±1,4 <sup>g</sup>	101±3 <sup>h</sup>	48,8±2,0 <sup>i</sup>	86,8±2,7 <sup>j</sup>	138±3,8 <sup>k</sup>
<sup>77</sup> Se	118±3 <sup>a</sup>	102±4 <sup>b</sup>	177±5 <sup>c</sup>	76,6±3,0 <sup>d</sup>	102±4 <sup>b</sup>	146±5 <sup>e</sup>	165±7 <sup>f</sup>	136±5 <sup>g</sup>	95,0±3,0 <sup>h</sup>	162±5,0 <sup>f</sup>	78,9±3,0 <sup>d</sup>
<sup>89</sup> Y	25,4±1,0 <sup>a</sup>	16,5±1,0 <sup>b</sup>	23,8±1,1 <sup>c</sup>	66,6±1,3 <sup>d</sup>	27,7±1,3 <sup>e</sup>	18,8±1,0 <sup>f</sup>	437±4 <sup>g</sup>	27,1±1,0 <sup>e</sup>	12,5±1,1 <sup>g</sup>	37,3±1,5 <sup>h</sup>	52,6±2,0 <sup>i</sup>
<sup>90</sup> Zr	71,1±3,0 <sup>a</sup>	37,2±1,5 <sup>b</sup>	80,7±2,5 <sup>c</sup>	74,4±2,7 <sup>d</sup>	84,4±2,8 <sup>e</sup>	41,0±3,0 <sup>fj</sup>	126±5 <sup>g</sup>	45,8±2,7 <sup>hj</sup>	54,5±2,8 <sup>i</sup>	42,5±2,8 <sup>j</sup>	178±4 <sup>k</sup>
<sup>95</sup> Mo	400±10 <sup>a</sup>	849±20 <sup>b</sup>	725±10 <sup>c</sup>	416±12 <sup>d</sup>	1030±20 <sup>e</sup>	1180±20 <sup>f</sup>	599±10 <sup>g</sup>	1410±10 <sup>h</sup>	1350±20 <sup>i</sup>	1540±30 <sup>j</sup>	410±10 <sup>a</sup>
<sup>103</sup> Rh	0,32±0,03 <sup>a</sup>	0,51±0,05 <sup>b</sup>	1,98±0,06 <sup>c</sup>	0,42±0,02 <sup>d</sup>	1,09±0,04 <sup>e</sup>	0,39±0,03 <sup>f</sup>	2,29±0,03 <sup>g</sup>	0,47±0,04 <sup>h</sup>	0,43±0,03 <sup>d</sup>	0,61±0,05 <sup>i</sup>	0,33±0,02 <sup>a</sup>
<sup>107</sup> Ag	5,55±0,20 <sup>a</sup>	9,76±0,32 <sup>b</sup>	9,14±0,30 <sup>c</sup>	9,94±0,30 <sup>b</sup>	4,57±0,20 <sup>d</sup>	8,22±0,32 <sup>e</sup>	5,53±0,15 <sup>a</sup>	3,08±0,25 <sup>f</sup>	7,69±0,34 <sup>g</sup>	7,11±0,32 <sup>h</sup>	6,80±0,31 <sup>i</sup>
<sup>111</sup> Cd	60,9±2,0 <sup>a</sup>	10,8±0,3 <sup>b</sup>	14,6±0,4 <sup>c</sup>	12,0±0,2 <sup>d</sup>	47,2±1,4 <sup>e</sup>	215±5 <sup>f</sup>	57,3±3,0 <sup>g</sup>	65,4±2,1 <sup>h</sup>	30,1±0,7 <sup>i</sup>	9,57±0,07 <sup>j</sup>	12,1±0,07 <sup>d</sup>
<sup>118</sup> Sn	2160±30 <sup>a</sup>	3050±30 <sup>b</sup>	2150±40 <sup>a</sup>	3400±40 <sup>c</sup>	2570±40 <sup>d</sup>	2510±40 <sup>e</sup>	2840±40 <sup>f</sup>	1490±40 <sup>g</sup>	2470±30 <sup>h</sup>	2490±30 <sup>h</sup>	3700±40 <sup>i</sup>
<sup>121</sup> Sb	30,2±1,2 <sup>a</sup>	14,9±0,6 <sup>b</sup>	20,2±0,5 <sup>c</sup>	96,8±2,3 <sup>d</sup>	38,8±1,8 <sup>e</sup>	11,5±0,4 <sup>f</sup>	21,4±0,4 <sup>g</sup>	20,5±1,0 <sup>c</sup>	17,9±0,7 <sup>h</sup>	32,2±0,4 <sup>i</sup>	24,9±1,2 <sup>j</sup>
<sup>133</sup> Cs	34,0±1,0 <sup>a</sup>	28,2±1,0 <sup>b</sup>	14,8±1,1 <sup>c</sup>	22,0±1,0 <sup>d</sup>	25,9±1,0 <sup>e</sup>	158±5 <sup>f</sup>	45,8±2,1 <sup>g</sup>	22,5±1,7 <sup>d</sup>	15,3±0,9 <sup>c</sup>	11,1±0,4 <sup>h</sup>	209±8 <sup>i</sup>

<sup>137</sup> Ba	165±6 <sup>a</sup>	232±9 <sup>b</sup>	1090±20 <sup>c</sup>	326±10 <sup>d</sup>	157±10 <sup>e</sup>	330±22 <sup>d</sup>	19000±200 <sup>f</sup>	162±7 <sup>a</sup>	167±8 <sup>a</sup>	795±12 <sup>g</sup>	7040±40 <sup>h</sup>
<sup>140</sup> Ce	80,1±4,0 <sup>a</sup>	31,8±2,2 <sup>b</sup>	75,9±3,8 <sup>c</sup>	221±6 <sup>d</sup>	104±4 <sup>e</sup>	49,8±3,9 <sup>f</sup>	799±10 <sup>g</sup>	74,1±5,0 <sup>c</sup>	33,2±3,2 <sup>b</sup>	90,1±4,8 <sup>h</sup>	208±5 <sup>i</sup>
<sup>159</sup> Tb	1,04±0,02 <sup>a</sup>	0,62±0,03 <sup>b</sup>	0,95±0,06 <sup>c</sup>	2,63±0,10 <sup>d</sup>	1,13±0,04 <sup>e</sup>	0,60±0,07 <sup>b</sup>	11,6±0,1 <sup>f</sup>	1,05±0,07 <sup>a</sup>	0,55±0,05 <sup>g</sup>	0,95±0,04 <sup>c</sup>	1,98±0,11 <sup>h</sup>
<sup>165</sup> Ho	1,03±0,03 <sup>a</sup>	0,75±0,04 <sup>b</sup>	0,85±0,04 <sup>c</sup>	2,31±0,11 <sup>d</sup>	1,01±0,10 <sup>a</sup>	0,56±0,05 <sup>e</sup>	9,43±0,23 <sup>f</sup>	0,95±0,04 <sup>g</sup>	0,45±0,02 <sup>h</sup>	1,56±0,05 <sup>i</sup>	1,87±0,07 <sup>j</sup>
<sup>181</sup> Ta	7,71±0,26 <sup>a</sup>	6,03±0,22 <sup>b</sup>	8,60±0,19 <sup>c</sup>	8,00±0,24 <sup>d</sup>	7,31±0,22 <sup>e</sup>	7,97±0,22 <sup>d</sup>	8,70±0,21 <sup>c</sup>	3,65±0,09 <sup>f</sup>	7,37±0,12 <sup>e</sup>	7,09±0,22 <sup>g</sup>	4,17±0,14 <sup>h</sup>
<sup>202</sup> Hg	136±4 <sup>a</sup>	132±2 <sup>b</sup>	380±10 <sup>c</sup>	142±4 <sup>d</sup>	257±1 <sup>e</sup>	129±7 <sup>b</sup>	188±8 <sup>f</sup>	172±10 <sup>g</sup>	97,2±3,6 <sup>h</sup>	109±5 <sup>i</sup>	229±7 <sup>j</sup>
<sup>205</sup> Tl	0,63±0,03 <sup>a</sup>	0,45±0,04 <sup>b</sup>	2,70±0,10 <sup>c</sup>	2,31±0,12 <sup>d</sup>	0,98±0,05 <sup>e</sup>	147±5 <sup>f</sup>	0,67±0,04 <sup>a</sup>	0,77±0,07 <sup>g</sup>	0,46±0,03 <sup>b</sup>	0,57±0,05 <sup>h</sup>	202±8 <sup>i</sup>
<sup>208</sup> Pb	112±4 <sup>a</sup>	59,4±3,7 <sup>b</sup>	188±6 <sup>c</sup>	376±10 <sup>d</sup>	99,6±4,0 <sup>e</sup>	67,6±3,24 <sup>f</sup>	66,4±3,0 <sup>f</sup>	116±4 <sup>a</sup>	49,0±1,6 <sup>g</sup>	61,9±2,5 <sup>b</sup>	47,9±1,8 <sup>g</sup>
<sup>209</sup> Bi	26,1±1,0 <sup>a</sup>	78,1±2,1 <sup>b</sup>	6,23±0,20 <sup>c</sup>	16,2±0,2 <sup>d</sup>	15,1±0,3 <sup>e</sup>	7,57±0,20 <sup>f</sup>	8,55±0,20 <sup>g</sup>	3,23±0,07 <sup>h</sup>	3,22±0,10 <sup>h</sup>	19,2±0,2 <sup>i</sup>	15,1±0,2 <sup>j</sup>
<sup>238</sup> U	17,1±0,5 <sup>a</sup>	2,39±0,20 <sup>b</sup>	3,45±0,20 <sup>c</sup>	9,53±0,32 <sup>d</sup>	9,88±0,30 <sup>e</sup>	1,33±0,04 <sup>f</sup>	1,98±0,06 <sup>g</sup>	4,07±0,12 <sup>h</sup>	0,67±0,15 <sup>i</sup>	3,23±0,04 <sup>j</sup>	16,8±0,2 <sup>a</sup>

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=5). Hodnoty v řádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty v řádcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes.

Tabulka č. 4 Výsledky stanovení minerálních a stopových prvků u sušených jedlých květů v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 

Analyt $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	CHM	L	CH	R	B	J	I	CHČ	M	S	V
<sup>23</sup> Na	7,17±0,20 <sup>a</sup>	2,50±0,06 <sup>b</sup>	3,08±0,05 <sup>c</sup>	12,6±0,20 <sup>d</sup>	26,8±0,32 <sup>e</sup>	2,59±0,04 <sup>b</sup>	6,00±0,10 <sup>f</sup>	8,36±0,20 <sup>g</sup>	177±5 <sup>h</sup>	28,9±0,7 <sup>i</sup>	2,94±0,05 <sup>c</sup>
<sup>24</sup> Mg	1120±20 <sup>a</sup>	1460±30 <sup>b</sup>	1480±30 <sup>b</sup>	729±10 <sup>c</sup>	1350±30 <sup>d</sup>	915±20 <sup>c</sup>	1310±30 <sup>f</sup>	1250±20 <sup>g</sup>	904±20 <sup>h</sup>	1410±30 <sup>i</sup>	804±20 <sup>h</sup>
<sup>27</sup> Al	107±5 <sup>a</sup>	17,5±1,0 <sup>b</sup>	29,1±1,2 <sup>c</sup>	100±2 <sup>d</sup>	47,1±2,0 <sup>e</sup>	18,4±0,5 <sup>f</sup>	177±10 <sup>g</sup>	49,2±2,0 <sup>h</sup>	21,9±0,4 <sup>i</sup>	39,5±06 <sup>j</sup>	84,8±1,3 <sup>k</sup>
<sup>31</sup> P	95,6±1,0 <sup>a</sup>	118±3 <sup>b</sup>	183±5 <sup>c</sup>	90,7±1,2 <sup>d</sup>	212±7 <sup>e</sup>	164±5 <sup>f</sup>	128±4 <sup>g</sup>	203±7 <sup>h</sup>	54,4±1,2 <sup>i</sup>	266±9 <sup>j</sup>	60,2±1,3 <sup>k</sup>
<sup>48</sup> Ti	16,5±0,2 <sup>a</sup>	20,8±0,3 <sup>b</sup>	39,5±0,5 <sup>c</sup>	10,3±0,2 <sup>d</sup>	31,3±0,8 <sup>e</sup>	11,6±0,3 <sup>f</sup>	42,2±1,0 <sup>g</sup>	18,0±0,5 <sup>h</sup>	11,3±0,3 <sup>f</sup>	22,4±0,4 <sup>i</sup>	16,2±0,5 <sup>a</sup>
<sup>55</sup> Mn	22,2±0,5 <sup>a</sup>	20,2±0,5 <sup>b</sup>	66,8±1,0 <sup>c</sup>	28,8±0,5 <sup>d</sup>	24,6±0,7 <sup>e</sup>	25,8±06 <sup>e,i</sup>	295±5 <sup>f</sup>	33,0±1,0 <sup>g</sup>	7,46±0,5 <sup>h</sup>	26,7±0,6 <sup>i</sup>	488±8 <sup>j</sup>
<sup>57</sup> Fe	123±3 <sup>a</sup>	35,6±1,0 <sup>b</sup>	49,9±1,5 <sup>c</sup>	70,2±2,3 <sup>d</sup>	47,5±1,4 <sup>e</sup>	27,3±0,8 <sup>f</sup>	135±5 <sup>g</sup>	60,3±1,4 <sup>h</sup>	23,9±0,7 <sup>i</sup>	41,9±1,8 <sup>j</sup>	43,5±1,5 <sup>k</sup>
<sup>63</sup> Cu	11,4±0,2 <sup>a</sup>	14,0±0,4 <sup>b</sup>	267±4 <sup>c</sup>	9,74±0,5 <sup>d</sup>	12,9±0,5 <sup>e</sup>	7,95±0,4 <sup>f</sup>	10,3±0,5 <sup>g</sup>	11,2±0,4 <sup>a</sup>	19,0±0,6 <sup>h</sup>	8,08±0,6 <sup>f</sup>	6,94±0,4 <sup>i</sup>
<sup>66</sup> Zn	11,4±0,2 <sup>a</sup>	26,8±0,8 <sup>b</sup>	7,69±0,3 <sup>c</sup>	6,06±0,4 <sup>d</sup>	9,60±0,7 <sup>e</sup>	7,99±0,6 <sup>f</sup>	10,7±0,6 <sup>g</sup>	10,6±0,6 <sup>g</sup>	7,28±0,5 <sup>h</sup>	9,14±0,4 <sup>i</sup>	5,83±0,5 <sup>j</sup>
<sup>88</sup> Sr	3,85±0,14 <sup>a</sup>	6,37±0,16 <sup>b</sup>	27,6±0,5 <sup>c</sup>	7,57±0,25 <sup>d</sup>	4,36±0,12 <sup>e</sup>	4,75±0,23 <sup>f</sup>	64,2±1,0 <sup>g</sup>	4,64±0,20 <sup>f</sup>	5,58±0,31 <sup>h</sup>	10,5±0,3 <sup>i</sup>	6,29±0,30 <sup>b</sup>

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=5). Hodnoty v řádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty v řádcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes.

Tabulka č. 5 Výsledky stanovení stopových prvků u vyluhů jedlých květů v  $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ 

Analyt $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$	CHM	L	CH	R	B	J	I	CHČ	M	S	V
<sup>7</sup> Li	53,2±1,0 <sup>a</sup>	25,1±0,8 <sup>b</sup>	105±5 <sup>c</sup>	119±6 <sup>d</sup>	45,8±2,3 <sup>e,i</sup>	14,9±0,4 <sup>f</sup>	172±7 <sup>g</sup>	46,1±2,2 <sup>e</sup>	31,8±1,2 <sup>h</sup>	44,6±1,4 <sup>i</sup>	130±5 <sup>j</sup>
<sup>9</sup> Be	0,19±0,03 <sup>a,h</sup>	0,17±0,03 <sup>a</sup>	0,63±0,04 <sup>b</sup>	0,37±0,05 <sup>c</sup>	0,68±0,05 <sup>d</sup>	0,12±0,01 <sup>e</sup>	31,1±1,0 <sup>f</sup>	0,50±0,02 <sup>g</sup>	0,21±0,02 <sup>h</sup>	0,51±0,03 <sup>g</sup>	0,39±0,03
<sup>11</sup> B	432±10 <sup>a</sup>	2360±20 <sup>b</sup>	1730±20 <sup>c</sup>	510±10 <sup>d</sup>	1140±30 <sup>e</sup>	264±5 <sup>f</sup>	2950±30 <sup>g</sup>	925±20 <sup>h</sup>	304±10 <sup>i</sup>	809±15 <sup>j</sup>	943±15 <sup>k</sup>
<sup>32</sup> S	839±10 <sup>a</sup>	965±15 <sup>b,f</sup>	1030±10 <sup>c</sup>	927±20 <sup>d</sup>	1090±20 <sup>e</sup>	971±10 <sup>b</sup>	960±10 <sup>f</sup>	1010±20 <sup>g</sup>	1070±20 <sup>e</sup>	1010±20 <sup>g</sup>	958±10 <sup>b</sup>
<sup>45</sup> Sc	25,5±0,5 <sup>a</sup>	30,1±0,5 <sup>b</sup>	50,9±0,7 <sup>c</sup>	32,5±0,6 <sup>d</sup>	35,6±0,7 <sup>e</sup>	22,8±0,5 <sup>f</sup>	86,3±1,0 <sup>g</sup>	28,8±0,5 <sup>h</sup>	25,6±0,6 <sup>a</sup>	31,4±1,0 <sup>i</sup>	26,8±0,3 <sup>j</sup>
<sup>51</sup> V	51,7±0,7 <sup>a</sup>	43,5±0,5 <sup>b</sup>	48,3±1,0 <sup>c</sup>	50,7±1,1 <sup>d</sup>	94,5±2,0 <sup>e</sup>	22,3±0,7 <sup>f</sup>	155±4 <sup>g</sup>	57,0±2,0 <sup>h</sup>	29,1±0,5 <sup>i</sup>	48,2±0,8 <sup>c</sup>	29,5±0,4 <sup>i</sup>
<sup>52</sup> Cr	54,8±0,6 <sup>a</sup>	67,7±0,6 <sup>b</sup>	56,9±0,8 <sup>c</sup>	92,5±1,1 <sup>d</sup>	180±3 <sup>e</sup>	30,7±0,9 <sup>f</sup>	176±4 <sup>e</sup>	70,7±1,2 <sup>g</sup>	41,2±1,1 <sup>h</sup>	79,1±1,1 <sup>i</sup>	68,8±1,2 <sup>b</sup>
<sup>59</sup> Co	18,8±0,2 <sup>a</sup>	29,0±0,4 <sup>b</sup>	12,0±0,3 <sup>c</sup>	25,5±0,5 <sup>d</sup>	23,1±0,5 <sup>e</sup>	9,33±0,2 <sup>f</sup>	205±2 <sup>g</sup>	28,0±0,5 <sup>h</sup>	7,66±0,3 <sup>i</sup>	49,2±0,6 <sup>j</sup>	7,38±0,3 <sup>k</sup>
<sup>60</sup> Ni	949±10 <sup>a</sup>	964±10 <sup>b</sup>	1140±20 <sup>c</sup>	976±15 <sup>d</sup>	570±10 <sup>e</sup>	155±4 <sup>f</sup>	2600±30 <sup>g</sup>	1010±20 <sup>h</sup>	224±10 <sup>i</sup>	618±15 <sup>j</sup>	571±15 <sup>e</sup>
<sup>71</sup> Ga	1,19±0,03 <sup>a</sup>	1,14±0,04 <sup>a</sup>	2,13±0,05 <sup>b</sup>	1,28±0,06 <sup>c</sup>	2,78±0,10 <sup>d</sup>	0,39±0,04 <sup>e</sup>	9,15±0,15 <sup>f</sup>	1,61±0,10 <sup>g</sup>	0,33±0,05 <sup>h</sup>	2,33±0,07 <sup>i</sup>	1,09±0,01 <sup>j</sup>
<sup>73</sup> Ge	1,28±0,03 <sup>a</sup>	1,60±0,05 <sup>b</sup>	2,68±0,07 <sup>c</sup>	1,61±0,07 <sup>b</sup>	3,89±0,12 <sup>d</sup>	0,70±0,07 <sup>e</sup>	13,6±0,2 <sup>f</sup>	1,76±0,04 <sup>g</sup>	0,89±0,05 <sup>h</sup>	2,14±0,04 <sup>i</sup>	0,73±0,03 <sup>e</sup>
<sup>75</sup> As	18,1±0,2 <sup>a</sup>	17,6±0,3 <sup>b</sup>	31,8±0,4 <sup>c</sup>	98,9±1,2 <sup>d</sup>	32,1±1,0 <sup>e</sup>	17,2±0,7 <sup>b</sup>	39,6±1,1 <sup>f</sup>	13,8±0,7 <sup>g</sup>	8,22±0,5 <sup>h</sup>	18,6±0,2 <sup>i</sup>	13,5±0,4 <sup>g</sup>
<sup>77</sup> Se	35,3±0,3 <sup>a</sup>	37,9±0,4 <sup>b</sup>	52,7±0,6 <sup>c</sup>	26,9±0,5 <sup>d</sup>	46,7±0,4 <sup>e</sup>	16,2±0,2 <sup>f</sup>	90,7±1,0 <sup>g</sup>	29,9±0,4 <sup>h</sup>	19,5±0,5 <sup>i</sup>	31,0±0,7 <sup>h</sup>	61,7±0,7 <sup>i</sup>
<sup>89</sup> Y	2,18±0,02 <sup>a</sup>	1,57±0,05 <sup>b</sup>	2,32±0,07 <sup>c</sup>	4,18±0,10 <sup>d</sup>	5,41±0,14 <sup>e</sup>	0,79±0,04 <sup>f</sup>	205±3 <sup>g</sup>	2,63±0,10 <sup>h</sup>	1,74±0,10 <sup>i</sup>	2,92±0,10 <sup>j</sup>	2,44±0,10 <sup>k</sup>
<sup>90</sup> Zr	6,72±0,10 <sup>a</sup>	5,89±0,10 <sup>b</sup>	6,17±0,20 <sup>c</sup>	10,6±0,30 <sup>d</sup>	12,4±0,1 <sup>e</sup>	2,36±0,04 <sup>f</sup>	11,4±0,2 <sup>g</sup>	2,23±0,10 <sup>h</sup>	3,77±0,10 <sup>i</sup>	7,87±0,22 <sup>j</sup>	3,92±0,10 <sup>k</sup>
<sup>95</sup> Mo	52,7±1,5 <sup>a</sup>	127±5 <sup>b</sup>	120±5 <sup>c</sup>	65,3±2,3 <sup>d</sup>	154±5 <sup>e</sup>	83,2±3,2 <sup>f</sup>	233±6 <sup>g</sup>	127±6 <sup>b</sup>	81,5±2,3 <sup>h</sup>	183±5 <sup>i</sup>	54,9±2,1 <sup>j</sup>
<sup>103</sup> Rh	0,09±0,01 <sup>a</sup>	0,14±0,01 <sup>b,e</sup>	0,49±0,02 <sup>c</sup>	0,12±0,01 <sup>d</sup>	0,16±0,02 <sup>e,h</sup>	0,04±0,01 <sup>f</sup>	1,41±0,04 <sup>g</sup>	0,12±0,02 <sup>d</sup>	0,09±0,01 <sup>a</sup>	0,17±0,01 <sup>h</sup>	0,10±0,01 <sup>a</sup>
<sup>107</sup> Ag	1,29±0,03 <sup>a</sup>	3,33±0,10 <sup>b</sup>	1,97±0,07 <sup>c</sup>	1,09±0,04 <sup>d</sup>	1,71±0,10 <sup>e</sup>	2,56±0,20 <sup>f</sup>	1,80±0,10 <sup>e</sup>	0,28±0,02 <sup>g</sup>	1,64±0,08 <sup>h</sup>	1,62±0,03 <sup>h</sup>	0,64±0,04 <sup>i</sup>
<sup>111</sup> Cd	5,80±0,12 <sup>a</sup>	1,37±0,10 <sup>b</sup>	2,82±0,10 <sup>c</sup>	2,20±0,10 <sup>d</sup>	2,66±0,11 <sup>e</sup>	4,44±0,12 <sup>f</sup>	49,5±0,3 <sup>g</sup>	9,72±0,14 <sup>h</sup>	1,78±0,12 <sup>i</sup>	1,02±0,04 <sup>j</sup>	0,86±0,05 <sup>k</sup>
<sup>118</sup> Sn	86,5±1,2 <sup>a</sup>	73,2±1,0 <sup>b</sup>	86,0±2,0 <sup>a</sup>	70,4±2,1 <sup>c</sup>	55,3±1,5 <sup>d</sup>	78,8±1,7 <sup>e</sup>	603±6 <sup>f</sup>	64,4±1,4 <sup>g</sup>	147±4 <sup>h</sup>	16,7±0,7 <sup>i</sup>	94,0±1,7 <sup>j</sup>
<sup>121</sup> Sb	6,19±0,30 <sup>a</sup>	6,87±0,30 <sup>b</sup>	10,3±0,2 <sup>c</sup>	20,9±0,3 <sup>d</sup>	16,3±0,3 <sup>e</sup>	7,13±0,30 <sup>f</sup>	12,6±0,3 <sup>g</sup>	7,76±0,30 <sup>h</sup>	9,30±0,30 <sup>i</sup>	11,3±0,4 <sup>j</sup>	8,80±0,30 <sup>h</sup>
<sup>133</sup> Cs	5,57±0,25 <sup>a</sup>	10,2±0,2 <sup>b</sup>	6,99±0,20 <sup>c</sup>	2,63±0,10 <sup>d</sup>	4,42±0,30 <sup>e</sup>	19,8±0,4 <sup>f</sup>	36,7±0,6 <sup>g</sup>	8,73±0,40 <sup>h</sup>	2,25±0,30 <sup>i</sup>	1,80±0,10 <sup>j</sup>	46,4±0,5 <sup>k</sup>

<sup>137</sup> Ba	100±5 <sup>a</sup>	85,8±4,0 <sup>b</sup>	106±6 <sup>c</sup>	100±4 <sup>a</sup>	99,3±3,7 <sup>a</sup>	57,0±3,7 <sup>d</sup>	14200±30 <sup>e</sup>	79,9±3,5 <sup>f</sup>	77,8±3,4 <sup>g</sup>	86,6±3,7 <sup>b</sup>	248±7 <sup>h</sup>
<sup>140</sup> Ce	3,48±0,15 <sup>a</sup>	1,69±0,10 <sup>b</sup>	3,86±0,12 <sup>c</sup>	4,66±0,14 <sup>d</sup>	6,51±0,22 <sup>e</sup>	0,46±0,10 <sup>f</sup>	416±10 <sup>g</sup>	3,50±0,10 <sup>h</sup>	1,09±0,10 <sup>i</sup>	2,41±0,22 <sup>j</sup>	2,75±0,20 <sup>k</sup>
<sup>159</sup> Tb	0,08±0,01 <sup>a</sup>	0,07±0,01 <sup>a,g</sup>	0,11±0,01 <sup>b</sup>	0,16±0,02 <sup>c</sup>	0,21±0,03 <sup>d</sup>	0,03±0,01 <sup>e</sup>	5,70±0,10 <sup>f</sup>	0,12±0,01 <sup>b</sup>	0,06±0,01 <sup>g</sup>	0,11±0,01 <sup>b</sup>	0,08±0,01 <sup>a</sup>
<sup>165</sup> Ho	0,10±0,01 <sup>a</sup>	0,07±0,01 <sup>b</sup>	0,10±0,01 <sup>a</sup>	0,19±0,02 <sup>c</sup>	0,21±0,02 <sup>c</sup>	0,02±0,01 <sup>d</sup>	5,35±0,10 <sup>e</sup>	0,12±0,01 <sup>f</sup>	0,07±0,01 <sup>b</sup>	0,12±0,01 <sup>f</sup>	0,08±0,01 <sup>b</sup>
<sup>181</sup> Ta	1,97±0,04 <sup>a</sup>	1,31±0,03 <sup>b</sup>	1,96±0,05 <sup>a</sup>	1,85±0,05 <sup>c</sup>	4,56±0,12 <sup>d</sup>	0,41±0,04 <sup>e</sup>	6,20±0,20 <sup>f</sup>	1,59±0,10 <sup>g</sup>	0,63±0,07 <sup>h</sup>	1,15±0,10 <sup>i</sup>	0,71±0,05 <sup>j</sup>
<sup>202</sup> Hg	51,5±1,0 <sup>a</sup>	95,3±2,5 <sup>b</sup>	278±5 <sup>c</sup>	82,5±3,0 <sup>d</sup>	134±6 <sup>e</sup>	101±6 <sup>f</sup>	82,1±3,2 <sup>d</sup>	93,1±2,5 <sup>b</sup>	69,8±2,6 <sup>g</sup>	82,3±3,0 <sup>d</sup>	43,4±2,1 <sup>h</sup>
<sup>205</sup> Tl	0,21±0,02 <sup>a</sup>	0,18±0,02 <sup>b</sup>	0,76±0,04 <sup>c</sup>	0,65±0,04 <sup>d</sup>	0,39±0,03 <sup>e</sup>	16,5±0,1 <sup>f</sup>	0,59±0,05 <sup>g</sup>	0,14±0,02 <sup>h</sup>	0,06±0,01 <sup>i</sup>	0,12±0,02 <sup>h</sup>	41,5±0,9 <sup>j</sup>
<sup>208</sup> Pb	41,0±1,0 <sup>a</sup>	29,1±0,8 <sup>b</sup>	82,6±2,1 <sup>c</sup>	205±7 <sup>d</sup>	42,3±2,1 <sup>e</sup>	20,9±0,7 <sup>f</sup>	41,2±2,0 <sup>a</sup>	30,9±2,0 <sup>g</sup>	15,6±0,4 <sup>h</sup>	32,0±0,9 <sup>i</sup>	24,4±0,8 <sup>j</sup>
<sup>209</sup> Bi	4,09±0,25 <sup>a</sup>	3,33±0,12 <sup>b</sup>	1,75±0,07 <sup>c</sup>	1,16±0,02 <sup>d</sup>	1,24±0,05 <sup>e</sup>	1,58±0,05 <sup>f</sup>	1,80±0,10 <sup>g</sup>	0,64±0,04 <sup>h</sup>	0,54±0,04 <sup>i</sup>	2,71±0,07 <sup>j</sup>	1,36±0,10 <sup>k</sup>
<sup>238</sup> U	3,06±0,10 <sup>a</sup>	1,61±0,10 <sup>b</sup>	2,38±0,20 <sup>c</sup>	2,50±0,20 <sup>d</sup>	2,51±0,20 <sup>d</sup>	0,78±0,05 <sup>e</sup>	1,71±0,05 <sup>f</sup>	1,69±0,06 <sup>f</sup>	0,35±0,04 <sup>g</sup>	1,96±0,05 <sup>h</sup>	4,06±0,20 <sup>i</sup>

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=5). Hodnoty v řádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty v řádcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes.

Tabulka č. 6 Výsledky stanovení minerálních a stopových prvků u vyluhů jedlých květů v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 

Analyt $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	CHM	L	CH	R	B	J	I	CHČ	M	S	V
<sup>23</sup> Na	1,09±0,05 <sup>a,g</sup>	0,99±0,03 <sup>b</sup>	0,86±0,02 <sup>c</sup>	1,62±0,10 <sup>d</sup>	8,99±0,20 <sup>e</sup>	0,52±0,07 <sup>f</sup>	1,13±0,08 <sup>g</sup>	1,04±0,05 <sup>a</sup>	40,8±0,30 <sup>h</sup>	2,41±0,05 <sup>i</sup>	0,99±0,05 <sup>b</sup>
<sup>24</sup> Mg	173±10 <sup>a</sup>	562±20 <sup>b</sup>	590±15 <sup>c</sup>	221±10 <sup>d</sup>	661±12 <sup>e</sup>	71,7±5,8 <sup>f</sup>	1240±30 <sup>g</sup>	218±11 <sup>d</sup>	103±7 <sup>h</sup>	406±12 <sup>i</sup>	144±10 <sup>j</sup>
<sup>27</sup> Al	2,13±0,05 <sup>a</sup>	0,56±0,07 <sup>b</sup>	1,66±0,06 <sup>c</sup>	2,34±0,10 <sup>d</sup>	1,64±0,10 <sup>c</sup>	0,71±0,05 <sup>e</sup>	8,28±0,20 <sup>f</sup>	1,61±0,10 <sup>c</sup>	0,81±0,05 <sup>g</sup>	1,12±0,03 <sup>h</sup>	2,72±0,10 <sup>i</sup>
<sup>31</sup> P	41,3±1,0 <sup>a</sup>	52,4±1,2 <sup>b</sup>	79,3±2,1 <sup>c</sup>	38,1±1,1 <sup>d</sup>	137±3 <sup>e</sup>	17,0±0,4 <sup>f</sup>	53,8±1,3 <sup>b</sup>	53,4±1,4 <sup>b</sup>	8,55±0,40 <sup>g</sup>	118±4 <sup>h</sup>	9,37±0,23 <sup>i</sup>
<sup>48</sup> Ti	2,67±0,30 <sup>a</sup>	3,35±0,40 <sup>b</sup>	6,16±0,51 <sup>c</sup>	2,41±0,12 <sup>d</sup>	3,74±0,12 <sup>e</sup>	0,63±0,09 <sup>f</sup>	21,7±0,22 <sup>g</sup>	3,60±0,25 <sup>e</sup>	1,95±0,10 <sup>h</sup>	5,59±0,32 <sup>i</sup>	2,12±0,10 <sup>j</sup>
<sup>55</sup> Mn	2,88±0,10 <sup>a</sup>	4,12±0,22 <sup>b</sup>	13,8±0,23 <sup>c</sup>	6,20±0,31 <sup>d</sup>	11,6±0,25 <sup>e</sup>	1,28±0,12 <sup>f</sup>	184±7 <sup>g</sup>	3,03±0,10 <sup>h</sup>	1,03±0,05 <sup>i</sup>	4,45±0,21 <sup>j</sup>	41,9±1,1 <sup>k</sup>
<sup>57</sup> Fe	5,79±0,22 <sup>a</sup>	2,58±0,10 <sup>b</sup>	3,50±0,21 <sup>c</sup>	1,98±0,14 <sup>d</sup>	5,35±0,22 <sup>e</sup>	1,16±0,10 <sup>f</sup>	16,3±0,4 <sup>g</sup>	3,62±0,30 <sup>c</sup>	1,51±0,10 <sup>h</sup>	3,08±0,12 <sup>i</sup>	1,46±0,10 <sup>h</sup>
<sup>63</sup> Cu	4,47±0,22 <sup>a</sup>	8,99±0,30 <sup>b</sup>	80,7±2,0 <sup>c</sup>	4,84±0,40 <sup>d</sup>	5,27±0,30 <sup>e</sup>	1,69±0,12 <sup>f</sup>	3,64±0,30 <sup>g</sup>	5,86±0,30 <sup>h</sup>	3,33±0,23 <sup>i</sup>	4,60±0,22 <sup>j</sup>	2,54±0,14 <sup>k</sup>
<sup>66</sup> Zn	2,64±0,20 <sup>a</sup>	3,43±0,31 <sup>b</sup>	2,43±0,22 <sup>c</sup>	2,31±0,21 <sup>d</sup>	5,14±0,36 <sup>e</sup>	0,80±0,05 <sup>f</sup>	8,54±0,33 <sup>g</sup>	2,74±0,21 <sup>a</sup>	1,06±0,11 <sup>h</sup>	3,23±0,32 <sup>i</sup>	0,74±0,04 <sup>f</sup>
<sup>88</sup> Sr	2,66±0,20 <sup>a</sup>	2,54±0,10 <sup>a</sup>	5,35±0,25 <sup>b</sup>	5,10±0,32 <sup>c</sup>	2,36±0,21 <sup>d</sup>	0,97±0,08 <sup>e</sup>	42,2±1,0 <sup>f</sup>	2,25±0,10 <sup>d</sup>	1,95±0,10 <sup>g</sup>	3,83±0,20 <sup>h</sup>	2,08±0,12 <sup>g</sup>

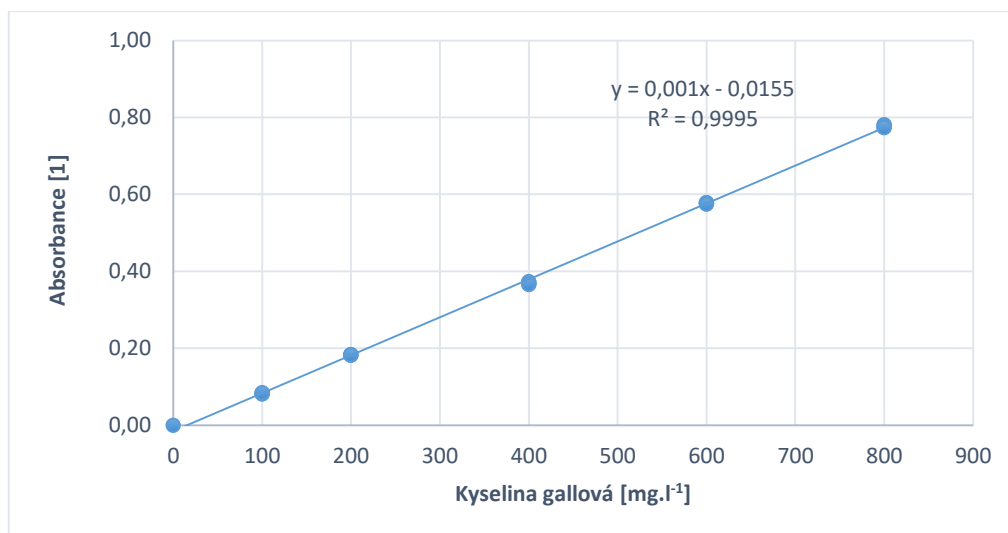
Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota  $\pm$  SD (n=5). Hodnoty v řádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty v řádcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes.

## 6.4 Výsledky stanovení celkových polyfenolů a antioxidační aktivity

### 6.4.1 Kalibrace pro stanovení polyfenolů metodou Folin-Ciocalteho

Kalibrace pro spektrofotometrické stanovení celkových polyfenolů byla provedena podle postupu uvedeného v kapitole 5.5. Kalibrační křivka byla sestavena jako závislost absorbance na koncentraci kyseliny gallové.



Obr. 11 Kalibrační křivka pro stanovení polyfenolů

### 6.4.2 Výsledky spektrofotometrického stanovení celkových polyfenolů

Výsledky stanovení celkových polyfenolů TPC (Total polyphenolic content) ve vyluzích jedlých květů jsou uvedeny v tabulce tabulce č. 7. Z výsledků je patrné, že u květů levandule, chmele, ibišku, chrpy červené, měsíčku a vřesu došlo k signifikantnímu navýšení obsahu celkových polyfenolů při louhování po dobu 10 min, v porovnání s obsahem TPC po 5 minutách. Nejvyšší obsah celkových polyfenolů byl stanoven u květů růže, a to 242 mg GAE.g<sup>-1</sup>, naopak nejnižší množství TPC bylo naměřeno u květu bezu, a to 29,8 mg GAE.g<sup>-1</sup>. Srovnávat jednotlivé studie v obsahu celkových polyfenolů je dost složité. Na jejich celkový obsah má vliv samotná metodika práce zahrnující druh rozpouštědla, dobu extrakce, typ extrakce, teplotu rozpouštědla, pH extrakčních činidel apod. Navíc, obsah celkových polyfenolů nemusí být vyjadřován jen na kyselinu gallovou, ale další látkou použitou jako ekvivalent může být např. kyselina ferulová.

Například při analýze exotických jedlých květů, určených zejména pro medicínální účely, *T. erecta* (aksamitník vzpřímený) obsahoval ze všech vzorků nejvyšší obsah TPC, pak následovaly *A. leptopus* (antigonon mexický) a *B. glabra* (bugenvilea). *C. sulfureus*



(krásenka sírožlutá) měl obsah TPC poloviční ve srovnání s *T. erecta* [KAISOON *et al.*, 2011]. Jiná studie uvádí, že mezi divoce rostoucí květy bohaté na TPC patří *R. ulmifolius* (ostružiník jilmolistý), *P. tridentatum* (kručinka), *O. vulgare* (oregano neboli dobromysl), *M. pulegium* (polej obecná) a *M. sylvestris* (sléz lesní). Signifikantně nižší koncentrace TPC byly naměřeny u květů *S. marianum* (ostropestřce mariánského) a *A. ampeloprasum* (póru letního) [PINELA *et al.*, 2017].

Tabulka č. 7 Výsledky stanovení celkových polyfenolů (TPC) ve výluzích

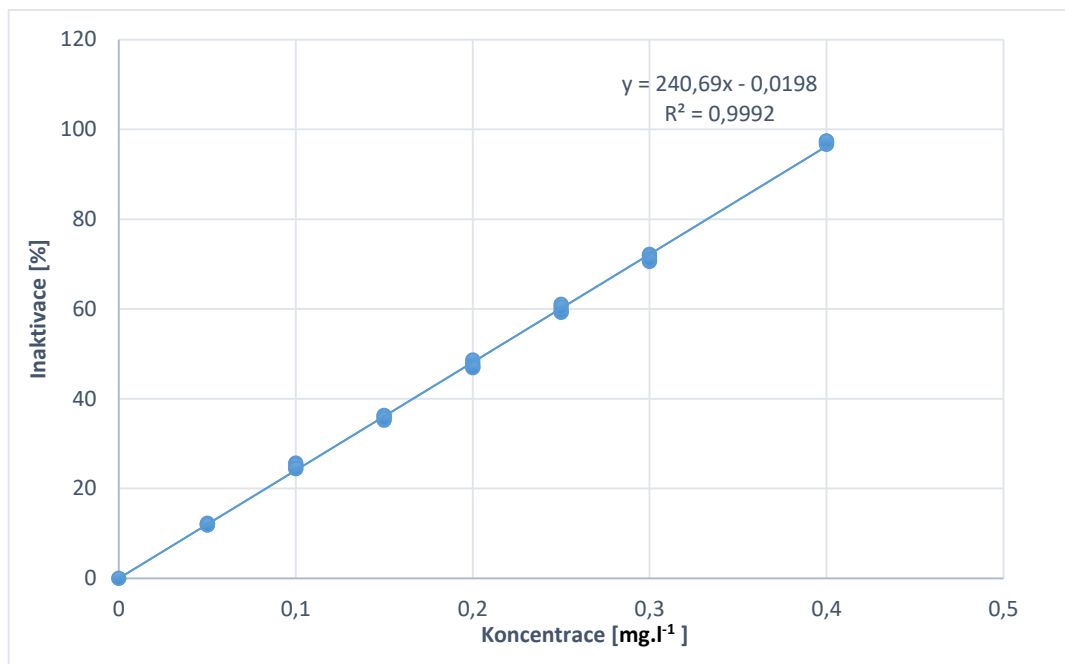
	TPC výluh 5 min (mg GAE.g <sup>-1</sup> ) ± SD	TPC výluh 10 min (mg GAE.g <sup>-1</sup> ) ± SD
Chrpa modrá	137±3 <sup>a,A</sup>	138±4 <sup>a,A</sup>
Levandule	109±1 <sup>a,B</sup>	113±1 <sup>b,B</sup>
Chmel	205±5 <sup>a,C</sup>	217±5 <sup>b,C</sup>
Růže	201±5 <sup>a,C</sup>	242±6 <sup>b,D</sup>
Bez	29,8±0,3 <sup>a,D</sup>	29,8±0,4 <sup>a,E</sup>
Jasmín	183±2 <sup>a,E</sup>	185±4 <sup>a,F</sup>
Ibišek	143±10 <sup>a,A</sup>	177±2 <sup>b,G</sup>
Chrpa červená	64,2±1,0 <sup>a,F</sup>	66,2±0,5 <sup>b,H</sup>
Měsíček	128±4 <sup>a,G</sup>	134±3 <sup>b,A</sup>
Sléz	70,1±2,2 <sup>a,H</sup>	72,6±2,5 <sup>a,I</sup>
Vřes	77,7±0,8 <sup>a,I</sup>	94,0±0,8 <sup>b,J</sup>

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=8). Hodnoty v řádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty v řádcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ). Hodnoty ve sloupcích, které mají stejné velké písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty ve sloupcích, které mají odlišné velké písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

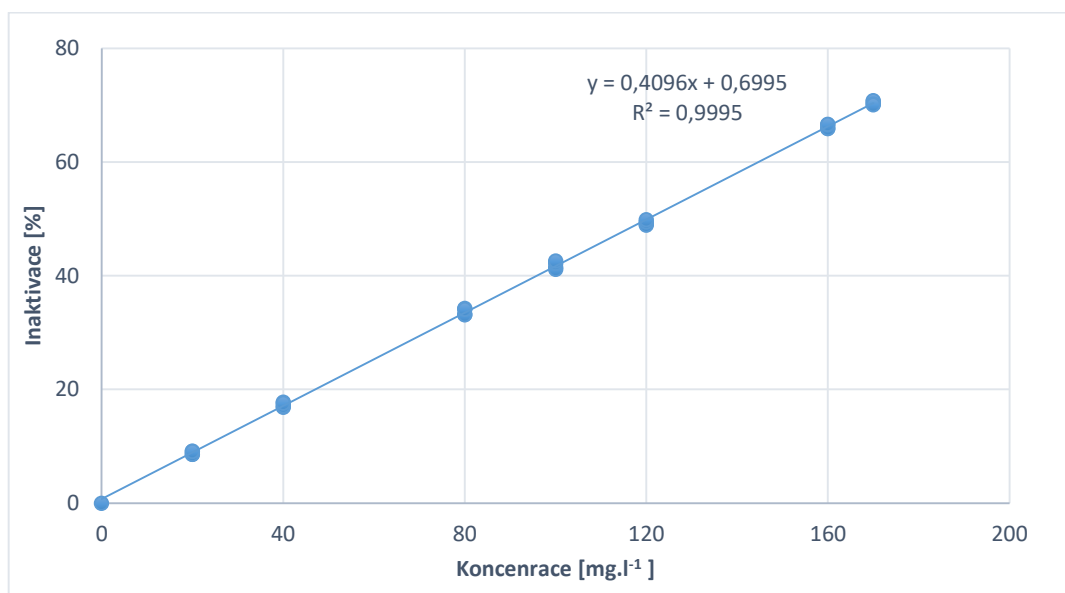
TPC – Total phenolic content – Celkové polyfenoly, GAE – Gallic acid equivalent – Ekvivalenty kyseliny gallové.

#### 6.4.3 Kalibrace pro stanovení antioxidační aktivity metodou s DPPH a ABTS

Kalibrační křivky pro stanovení antioxidační aktivity byly sestrojeny jako závislost inaktivace na koncentraci troloxu, který byl použit jako standard.



Obr. 12 Kalibrační křivka pro stanovení antioxidační aktivity metodou s ABTS



Obr. 13 Kalibrační křivka pro stanovení antioxidační aktivity metodou s DPPH

#### 6.4.4 Výsledky stanovení antioxidační aktivity metodami s DPPH, ABTS a PCL

Výsledky stanovení antioxidační aktivity jsou prezentovány v tabulce 8. Jednotlivé metody stanovení nelze mezi sebou srovnávat, protože každá z nich je založena na jiném reakčním mechanismu. Zhášení radikálu ABTS probíhá antioxidy, které se chovají jako donory vodíku nebo elektronů, při reakci antioxidantu s radikálem DPPH dochází k elektronovému transferu z antioxidantu na DPPH radikál a k jeho redukci na DPPH-H. Kromě mechanismu,

na hodnotu výsledné AOA má vliv reakční prostředí, množství radikálů, extrakční rozpouštědlo, čas reakce, pH prostředí apod. [SHAHIDI a ZHONG, 2015].

Při zhášení radikálu ABTS byla nejvyšší antioxidační aktivita naměřena u květu jasmínu (130 a 134 mg TE.g<sup>-1</sup> po 5 a 10 minutách luhování), při zhášení radikálu DPPH to bylo u květu ibišku (48,9 a 53,1 mg TE.g<sup>-1</sup> po 5 a 10 minutách luhování). Všechny výluhy byly připraveny do vody o teplotě 100 °C. Naopak nejnižší antioxidační aktivita byla stanovena u květů bezu v případě metody s ABTS a u vřesu při použití metody s DPPH. Z naměřených výsledků je dále možno deklarovat, že u většiny květů (konkrétně levandule, chmele, růže, bezu, ibišku, chrpy červené, slézu a vřesu) doba louhování 10 min měla pozitivní vliv na zvýšení hodnot antioxidační aktivity měřenou s pomocí ABTS. Výsledky stanovení antioxidační aktivity měřené metodou PCL (Photochemiluminiscence assay, Stanovení antioxidační aktivity fotochemiluminiscencí) s pomocí kitů nelze srovnávat s daty naměřenými pomocí radikálů ABTS a DPPH. Zde se jednalo o jiný postup extrakce, a to do vody (ACW hodnoty) a metanolu (ACL). Ve vodě rozpustné frakce květu růže vykazovaly nejvyšší hodnoty antioxidační aktivity (355 mg AAE.g<sup>-1</sup>), druhou nejvyšší hodnotu AOA ve vodné frakci měl květ vřesu (169 mg AAE.g<sup>-1</sup>). Nejnižší hodnota AOA ve vodné frakci byla naměřena u květu chmele. Ve frakci lipofilních antioxidantů v metanolu byla nejvyšší hodnota AOA naměřena taktéž u květu růže (238 mg TE.g<sup>-1</sup>), druhá nejvyšší potom u ibišku (60,3 mg TE.g<sup>-1</sup>). Nejnižší AOA v lipofilní frakci byla naměřena u květu měsíčku.

Srovnávat jednotlivé výsledky antioxidačních hodnot je obtížné, ale lze např. uvést, že u vodných výluhů z jedlých květů (při 100 °C po dobu 5 min) vykazoval nejvyšší hodnotu oxidační aktivity taktéž květ růže a také květ měsíčku. AOA byla měřena metodou s DPPH [PIRES *et al.*, 2017]. Další studie zase potvrdila, že technologické zpracování jedlých květů má vliv na jejich výslednou antioxidační aktivitu. Studie provedená na květech aksamitníku a měsíčku potvrdila, že nejlepší metodou pro jejich zpracování je sušení. Efektivnější bylo využití nižších teplot a časově kratší techniky sušení, pokud jde o retenci bioaktivních látek a hodnot antioxidační aktivity. V rámci testování byly využity různé metody sušení a techniky pro zpracování – pomocí solární energie, sušení ventilátorem pohánějícím chladnější a horký vzduch, sušení mikrovlnné, infračervené, vakuové sušení a HHP (High pressure processing – ošetření potravin vysokým tlakem) aj. [CHITRAKARA *et al.*, 2019]. Vysokou antioxidační aktivitu mají i květy lichořeřišnice a laskavce, zatímco květy plamatky zelné ji mají velmi nízkou [BARROS *et al.*, 2020].

Tabulka č. 8 Výsledky stanovení antioxidační aktivity metodami s ABTS, DPPH a PCL

AOA	Metoda s ABTS výluh 5 min (mg TE.g <sup>-1</sup> ) ± SD	Metoda s ABTS výluh 10 min (mg TE.g <sup>-1</sup> ) ± SD	Metoda s DPPH výluh 5 min (mg TE.g <sup>-1</sup> ) ± SD	Metoda s DPPH výluh 10 min (mg TE.g <sup>-1</sup> ) ± SD	Metoda PCL ACL metanol (mg TE.g <sup>-1</sup> )	Metoda PCL ACW voda (mg AAE.g <sup>-1</sup> )
CHM	48,1±1,4 <sup>a,A</sup>	48,2±0,5 <sup>a,A</sup>	38,9±1,0 <sup>a,A</sup>	39,3±0,5 <sup>a,A</sup>	5,96±0,20 <sup>A</sup>	37,0±1,1 <sup>A</sup>
L	21,9±0,6 <sup>a,B</sup>	23,2±0,5 <sup>b,B</sup>	8,85±0,25 <sup>a,B</sup>	8,98±0,30 <sup>a,B</sup>	42,4±2,3 <sup>B</sup>	25,1±1,0 <sup>B</sup>
CH	69,4±1,0 <sup>a,C</sup>	71,3±0,4 <sup>b,C</sup>	14,5±0,2 <sup>a,C</sup>	14,6±0,1 <sup>a,C</sup>	6,83±0,22 <sup>C</sup>	17,5±0,6 <sup>C</sup>
R	11,2±0,3 <sup>a,D</sup>	16,5±0,4 <sup>b,D</sup>	5,85±0,22 <sup>a,D</sup>	6,96±0,35 <sup>b,D</sup>	238±10 <sup>D</sup>	355±12 <sup>D</sup>
B	15,4±0,4 <sup>a,E</sup>	16,0±0,5 <sup>b,E</sup>	7,72±0,08 <sup>a,E</sup>	7,72±0,10 <sup>a,E</sup>	36,2±1,0 <sup>E</sup>	32,5±1,2 <sup>E</sup>
J	130±2 <sup>a,F</sup>	134±4 <sup>a,F</sup>	10,5±0,5 <sup>a,F</sup>	10,8±0,5 <sup>a,F</sup>	9,58±0,44 <sup>F</sup>	41,3±2,0 <sup>F</sup>
I	71,0±1,9 <sup>a,C</sup>	79,3±3,2 <sup>b,G</sup>	48,9±0,8 <sup>a,G</sup>	53,1±0,7 <sup>b,G</sup>	60,3±3,0 <sup>G</sup>	94,8±2,3 <sup>G</sup>
CHČ	56,5±2,0 <sup>a,G</sup>	60,0±2,0 <sup>b,H</sup>	32,6±1,1 <sup>a,H</sup>	34,9±0,4 <sup>b,H</sup>	8,84±0,10 <sup>H</sup>	44,5±2,5 <sup>H</sup>
M	82,1±1,3 <sup>a,H</sup>	83,3±3,1 <sup>a,I</sup>	13,5±0,2 <sup>a,I</sup>	13,9±0,2 <sup>b,I</sup>	4,67±0,12 <sup>I</sup>	32,4±1,5 <sup>E</sup>
S	68,5±1,0 <sup>a,C</sup>	71,5±1,0 <sup>b,C</sup>	12,2±0,4 <sup>a,J</sup>	13,1±0,3 <sup>b,J</sup>	24,1±1,2 <sup>J</sup>	63,7±3,1 <sup>I</sup>
V	19,0±0,5 <sup>a,I</sup>	19,7±0,4 <sup>b,J</sup>	5,51±0,20 <sup>a,K</sup>	5,56±0,33 <sup>a,K</sup>	44,2±2,1 <sup>B</sup>	169±8 <sup>J</sup>

Výsledky jsou prezentovány jako střední hodnota ± SD (n=8). Hodnoty v řádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty v řádcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ). Hodnoty ve sloupcích, které mají stejné velké písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty ve sloupcích, které mají odlišné velké písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes. AOA – Antioxidant activity – Antioxidační aktivita, TE – Trolox equivalent – Ekvivalenty troloxu, AAE – Ascorbic acid equivalent – Ekvivalenty kyseliny askorbové.

## 6.5 Výsledky stanovení polyfenolů ve výluzích jedlých květů

Výsledky stanovení jednotlivých polyfenolů v jedlých květech detekované pomocí HPLC jsou prezentovány v tabulkách 9 a 10. Metodou HPLC byly analyzovány výluhy z jedlých květů po době louhování 5 a 10 min při 100 °C. Výsledek byl vyjádřen v  $\mu\text{g}$  na 1 g v sušině květu. Jak je vidět z naměřených výsledků, každý z jedlých květů má své unikátní zastoupení jednotlivých polyfenolických látek. Vzhledem k tomu, že jednotlivé polyfenolické látky se v rostlinných matricích vyskytují volně nebo vázané zejména na polysacharidové polymery (celulózy a hemicelulózy), bude se také lišit nejen jejich obsah v květu, ale také ve výluhu. Vazba polyfenolů na polymery rostlinných materiálů bude zajisté ovlivňovat i jejich vyluhovatelnost do vody.

Z naměřených výsledků u výluhů po 5 min je vidět, že okvětní lístky růže byly bohaté na kyselinu gallovou ( $380 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), katechin ( $626 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), rutin ( $722 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), kyselinu elagovou ( $642 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a *trans*-2-hydroxyskořicovou ( $325 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Výluh z květu levandule obsahoval druhou nejvyšší naměřenou koncentraci kyseliny ferulové ( $3590 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), signifikantně nejvyšší koncentrace této kyseliny byla naměřena u květu jasmínu ( $6680 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Květ levandule byl bohatý na přítomnost katechinu a *trans*-*p*-kumarové kyseliny. Překvapivě vysoké koncentrace jednotlivých polyfenolů byly naměřeny u květu bezu. Tento květ obsahoval vysoké koncentrace kyselin neochlorogenové, kávové a epikatechinu. Květ ibišku byl bohatý na kyselinu syringovou ( $1070 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a epikatechin ( $3960 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), květ vřesu na kyselinu chlorogenovou ( $7200 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

Co se týká výluhů po 10 min, tyto kopírují zpravidla obsahy jednotlivých polyfenolů naměřené ve výluzích po 5 min louhování. Nicméně, je evidentní, že u některých polyfenolů došlo k lepší vyluhovatelnosti, kdy byly zaznamenány jejich vyšší koncentrace ve výluhu po 10 min. Jedná se např. o kyseliny gallovou, vanilovou, chlorogenovou, elagovou a katechin. Z naměřených výsledků lze odvodit, že na vyluhovatelnost jednotlivých polyfenolů bude mít vliv i druh květu. Například, obsah kyseliny gallové se u 10 min výluhu u chrpy modré prakticky zdvojnásobil (z původních  $0,62$  na  $1,20 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), kdežto u levandule se její obsah signifikantně nezvýšil (z původních  $2,47$  na  $2,50 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

Diskutovat naměřená data je obtížné, protože mnoho studií je zaměřeno na čerstvé, nikoliv sušené jedlé květy. Výzkum provedený v Číně ukázal, že například *Tanacetum vulgare* obsahoval vysoké koncentrace kyselin ferulové, kávové a chlorogenové. Stejná studie analyzovala obsah polyfenolů v květech *Lavandula vera* (květy byly dovezeny z Řecka),

kde byl stanoven obsah kyseliny gallové  $5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , zatímco naše měření naznačuje obsah kyseliny gallové  $2,47\text{--}2,50 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  v květech *Lavandula angustifolia*. Výzkum provedený v Číně ukazuje taky obsah kyselin kávové ( $4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) a vanilové ( $6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), přičemž v naší práci byl naměřen obsah kyseliny kávové  $37,5\text{--}38,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  a kyselina vanilová nebyla detekována [KUMAR *et al.*, 2019]. Jako výsledek je možné říci, že některá data konvergují, některá jsou velmi odlišná. Obecně bylo zaznamenáno, že kyselina kávová a kvercetin jsou nejhojnějšími polyfenoly v rostlinách [KUMAR *et al.*, 2019]. Výzkum analyzující květy jedlých lotosů (*Nelumbonucifera*) ukázal, že v různých částech květu jsou hojně zastoupeny fenolické sloučeniny jako epikatechin, epigallokatechin a  $\beta$ -proantocyanidiny [ZHU *et al.*, 2018].

Tabulka č. 9 Výsledky stanovení profilu fenolických sloučenin jedlých květů s časem louhování 5 min

[ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	CHM	L	CH	R	B	J	I	CHČ	M	S	V
Gal	0,62±0,02 <sup>a</sup>	2,47±0,04 <sup>b</sup>	17,3±0,2 <sup>c</sup>	380±2 <sup>d</sup>	30,4±0,2 <sup>e</sup>	1,21±0,03 <sup>f</sup>	12,7±0,1 <sup>g</sup>	ND	5,26±0,04 <sup>h</sup>	2,07±0,10 <sup>i</sup>	5,31±0,01 <sup>j</sup>
Pro	133±3 <sup>a</sup>	120±4 <sup>b</sup>	37,5±0,2 <sup>c</sup>	9,95±0,14 <sup>d</sup>	153±6 <sup>e</sup>	2,90±0,02 <sup>f</sup>	9,90±0,11 <sup>d</sup>	99,8±1,0 <sup>g</sup>	ND	6,18±0,20 <sup>h</sup>	83,1±0,3 <sup>i</sup>
Neo	27,2±0,4 <sup>a</sup>	66,9±0,1 <sup>b</sup>	ND	4,70±0,10 <sup>c</sup>	2050±20 <sup>d</sup>	13,1±0,2 <sup>e</sup>	175±4 <sup>f</sup>	5,02±0,02 <sup>g</sup>	93,7±0,2 <sup>h</sup>	28,3±1,1 <sup>i</sup>	57,3±0,5 <sup>j</sup>
4-HB	2,64±0,13 <sup>a</sup>	18,4±0,5 <sup>b</sup>	3,77±0,05 <sup>c</sup>	183±6 <sup>d</sup>	4,34±0,06 <sup>e</sup>	ND	ND	224±7 <sup>f</sup>	3,99±0,10 <sup>g</sup>	20,4±1,0 <sup>h</sup>	0,86±0,05 <sup>i</sup>
Epi	193±7 <sup>a</sup>	ND	471±4 <sup>b</sup>	113±2 <sup>c</sup>	3570±30 <sup>d</sup>	ND	108±1 <sup>e</sup>	150±10 <sup>f</sup>	ND	44,9±1,0 <sup>g</sup>	117±2 <sup>h</sup>
Kat	28,7±1,4 <sup>a</sup>	1520±20 <sup>b</sup>	110±5 <sup>c</sup>	626±5 <sup>d</sup>	18,4±0,2 <sup>e</sup>	ND	14,4±0,2 <sup>f</sup>	13,0±0,1 <sup>g</sup>	27,4±0,5 <sup>h</sup>	62,1±3,1 <sup>i</sup>	25,5±0,1 <sup>j</sup>
Van	773±4 <sup>a</sup>	ND	26,5±0,3 <sup>b</sup>	19,4±0,1 <sup>c</sup>	10,8±0,1 <sup>d</sup>	94,9±0,4 <sup>e</sup>	145±5 <sup>f</sup>	ND	187±9 <sup>g</sup>	ND	6,84±0,16 <sup>h</sup>
Chlo	571±4 <sup>a</sup>	ND	ND	74,5±0,1 <sup>b</sup>	247±4 <sup>c</sup>	ND	141±4 <sup>d</sup>	12,3±0,2 <sup>e</sup>	ND	ND	720±10 <sup>f</sup>
Kav	32,9±0,1 <sup>a</sup>	37,5±0,1 <sup>b</sup>	6,91±0,08 <sup>c</sup>	95,7±0,3 <sup>d</sup>	6860±20 <sup>e</sup>	10,8±0,1 <sup>f</sup>	22,8±0,1 <sup>g</sup>	4,63±0,13 <sup>h</sup>	18,0±0,1 <sup>i</sup>	2190±30 <sup>j</sup>	ND
Syr	ND	124±4 <sup>a</sup>	ND	27,5±0,8 <sup>b</sup>	16,3±0,3 <sup>c</sup>	ND	1070±10 <sup>d</sup>	3,76±0,01 <sup>e</sup>	ND	ND	10,0±0,1 <sup>f</sup>
Epk	22,8±0,3 <sup>a</sup>	10,6±0,1 <sup>b</sup>	52,3±0,2 <sup>c</sup>	91,4±0,5 <sup>d</sup>	43,2±0,5 <sup>e</sup>	11,5±0,3 <sup>f</sup>	3960±10 <sup>g</sup>	ND	28,1±0,1 <sup>h</sup>	ND	ND
<i>trans-p</i> -Kum	9,88±0,05 <sup>a</sup>	2030±10 <sup>b</sup>	ND	3,21±0,05 <sup>c</sup>	41,2±0,2 <sup>d</sup>	38,4±0,3 <sup>e</sup>	6,01±0,12 <sup>f</sup>	0,63±0,03 <sup>g</sup>	ND	ND	1,83±0,05 <sup>h</sup>
Fer	ND	3590±20 <sup>a</sup>	ND	25,5±0,2 <sup>b</sup>	193±5 <sup>c</sup>	6680±10 <sup>d</sup>	9,54±0,06 <sup>e</sup>	ND	ND	ND	ND
Sin	35,6±0,2 <sup>a</sup>	7370±20 <sup>b</sup>	57,5±0,9 <sup>c</sup>	173±7 <sup>d</sup>	183±7 <sup>e</sup>	59,5±0,3 <sup>f</sup>	53,3±0,2 <sup>g</sup>	54,4±0,1 <sup>h</sup>	ND	31,2±1,2 <sup>i</sup>	6,53±0,20 <sup>j</sup>
Ela	5,68±0,15 <sup>a</sup>	27,8±0,3 <sup>b</sup>	ND	642±5 <sup>c</sup>	5,11±0,12 <sup>d</sup>	255±6 <sup>e</sup>	ND	421±7 <sup>f</sup>	17,8±0,1 <sup>g</sup>	3,34±0,11 <sup>h</sup>	72,5±0,4 <sup>i</sup>
Rut	28,1±0,1 <sup>a</sup>	239±2 <sup>b</sup>	27,9±0,5 <sup>c</sup>	722±5 <sup>d</sup>	123±2 <sup>e</sup>	92,6±0,2 <sup>f</sup>	31,0±0,4 <sup>g</sup>	45,6±0,2 <sup>h</sup>	ND	ND	ND
<i>trans-2</i> -Hyd	0,49±0,04 <sup>a</sup>	89,5±0,5 <sup>b</sup>	10,2±0,1 <sup>c</sup>	325±5 <sup>d</sup>	263±5 <sup>e</sup>	1,83±0,02 <sup>f</sup>	ND	ND	6,61±0,01 <sup>g</sup>	ND	5,87±0,03 <sup>h</sup>
ProE	ND	39,8±1,0 <sup>a</sup>	3,91±0,02 <sup>b</sup>	91,3±0,9 <sup>c</sup>	129±2 <sup>d</sup>	17,8±0,1 <sup>e</sup>	ND	ND	71,3±0,1 <sup>f</sup>	ND	ND
Res	ND	ND	6,91±0,01 <sup>a</sup>	14,3±0,2 <sup>b</sup>	43,2±0,1 <sup>c</sup>	39,9±0,1 <sup>d</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
<i>trans</i> -Sko	ND	ND	ND	10,7±0,2 <sup>a</sup>	ND	8,20±0,09 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
Kae	ND	ND	ND	70,7±0,1 <sup>a</sup>	34,9±0,1 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Kve	ND	551±4 <sup>a</sup>	ND	ND	42,1±0,5 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Hodnoty v rádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty ve sloupcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes.

Gal – kyselina gallová, Pro – kyselina protokatechinová, Neo – kyselina neochlorogenová, 4-HB – 4-hydroxybenzoová kyselina, Epi – epigallokatechin, Kat – katechin, Van – kyselina vanilová, Chlo – kyselina chlorogenová, Kav – kyselina kávová, Syr – kyselina syringová, Epk – epikatechin, *trans-p*-Kum – *trans-p*-kumarová kyselina, Fer – kyselina ferulová, Sin – kyselina sinapová, Ela – kyselina elagová, Rut – rutin, *trans-2*-Hsk – *trans-2*-hydroxyskořicová kyselina, ProE – etylester protokatechinu, Res – resveratrol, *trans*-Sko – *trans*-skořicová kyselina, Kae – kaempferol, Kve – kvercetin.

LOD: Gal, Pro, 4-HB, Van, Chlo, *trans-p*-Kum, Fer, Sin, *trans-2*-Hsk, *trans*-Sko, Kae, Kve (0,01  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ); Epi, Kat, Kav, Syr, Epk, Ela, Rut, ProE, Res (0,02  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).



Tabulka č. 10 Výsledky stanovení profilu fenolických sloučenin jedlých květů s časem louhování 10 min

[ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	CHM	L	CH	R	B	J	I	CHČ	M	S	V
Gal	1,20±0,02 <sup>a</sup>	2,50±0,01 <sup>b</sup>	18,4±0,1 <sup>b</sup>	401±4 <sup>c</sup>	37,1±0,2 <sup>d</sup>	2,21±0,02 <sup>e</sup>	13,9±0,3 <sup>f</sup>	ND	6,16±0,01 <sup>g</sup>	2,59±0,01 <sup>h</sup>	5,40±0,02 <sup>i</sup>
Pro	140±5 <sup>a</sup>	120±2 <sup>b</sup>	83,6±0,5 <sup>c</sup>	10,7±0,1 <sup>d</sup>	166±5 <sup>e</sup>	3,18±0,02 <sup>f</sup>	9,75±0,07 <sup>g</sup>	104±2 <sup>h</sup>	ND	7,44±0,02 <sup>i</sup>	89,7±0,1 <sup>j</sup>
Neo	28,5±0,1 <sup>a</sup>	83,8±0,8 <sup>b</sup>	ND	7,62±0,05 <sup>c</sup>	2260±20 <sup>d</sup>	13,2±0,2 <sup>e</sup>	178±3 <sup>f</sup>	5,05±5 <sup>g</sup>	111±3 <sup>h</sup>	35,2±0,3 <sup>i</sup>	72,5±3,2 <sup>j</sup>
4-HB	3,44±0,01 <sup>a</sup>	19,5±0,3 <sup>b</sup>	3,82±0,04 <sup>c</sup>	199±1 <sup>d</sup>	23,3±0,4 <sup>e</sup>	ND	ND	232±5 <sup>f</sup>	25,0±0,3 <sup>g</sup>	34,0±0,2 <sup>h</sup>	4,80±0,09 <sup>i</sup>
Epi	322±1 <sup>a</sup>	ND	486±2 <sup>b</sup>	104±5 <sup>c</sup>	3900±10 <sup>d</sup>	ND	113±4 <sup>e</sup>	549±8 <sup>f</sup>	ND	247±5 <sup>g</sup>	262±10 <sup>h</sup>
Kat	37,4±0,1 <sup>a</sup>	1590±10 <sup>b</sup>	116±4 <sup>c</sup>	712±10 <sup>d</sup>	30,4±0,4 <sup>e</sup>	ND	22,3±0,1 <sup>f</sup>	14,2±0,1 <sup>g</sup>	31,3±0,3 <sup>h</sup>	87,9±0,5 <sup>i</sup>	28,6±0,4 <sup>j</sup>
Van	817±4 <sup>a</sup>	ND	29,2±0,1 <sup>b</sup>	19,8±0,2 <sup>c</sup>	11,3±0,3 <sup>d</sup>	150±5 <sup>e</sup>	156±4 <sup>f</sup>	ND	195±1 <sup>g</sup>	ND	9,76±0,14 <sup>h</sup>
Chlo	584±3 <sup>a</sup>	ND	ND	84,7±0,7 <sup>b</sup>	250±4 <sup>c</sup>	ND	151±4 <sup>d</sup>	12,3±0,2 <sup>e</sup>	ND	ND	754±12 <sup>f</sup>
Kav	44,5±2,0 <sup>a</sup>	38,9±0,1 <sup>b</sup>	6,96±0,13 <sup>c</sup>	97,0±0,1 <sup>d</sup>	6960±10 <sup>e</sup>	12,8±0,3 <sup>f</sup>	23,7±0,3 <sup>g</sup>	6,35±0,11 <sup>h</sup>	19,8±0,3 <sup>i</sup>	2250±20 <sup>j</sup>	ND
Syr	ND	129±4 <sup>a</sup>	ND	36,9±0,1 <sup>b</sup>	28,6±0,4 <sup>c</sup>	ND	1190±20 <sup>d</sup>	3,92±0,01 <sup>e</sup>	ND	ND	15,2±0,2 <sup>f</sup>
Epk	63,8±0,2	158±6	69,1±0,1	95,4±2,5	47,5±0,7	45,2±0,4	4230±10	ND	29,5±0,3	ND	ND
<i>trans-p</i> -Kum	10,1±0,2 <sup>a</sup>	2050±10 <sup>b</sup>	ND	4,56±0,10 <sup>c</sup>	45,6±0,1 <sup>d</sup>	43,8±0,3 <sup>e</sup>	16,1±0,1 <sup>f</sup>	1,11±0,03 <sup>g</sup>	ND	ND	4,32±0,04 <sup>h</sup>
Fer	ND	3590±20 <sup>a</sup>	ND	24,6±0,1 <sup>b</sup>	191±5 <sup>c</sup>	6750±20 <sup>d</sup>	1,02±0,10 <sup>e</sup>	ND	ND	ND	ND
Sin	41,3±0,7 <sup>a</sup>	7930±30 <sup>b</sup>	60,2±0,7 <sup>c</sup>	180±4 <sup>d</sup>	184±5 <sup>d</sup>	68,2±0,3 <sup>e</sup>	64,2±0,1 <sup>f</sup>	58,9±0,4 <sup>g</sup>	ND	44,0±0,1 <sup>h</sup>	12,0±1,0 <sup>i</sup>
Ela	5,71±0,20 <sup>a</sup>	64,6±3,0 <sup>b</sup>	ND	744±10 <sup>c</sup>	5,15±0,10 <sup>d</sup>	262±5 <sup>e</sup>	ND	436±4 <sup>f</sup>	17,8±0,2 <sup>g</sup>	3,57±0,04 <sup>h</sup>	242±4 <sup>i</sup>
Rut	29,6±0,2 <sup>a</sup>	255±3 <sup>b</sup>	40,9±0,1 <sup>c</sup>	829±3 <sup>d</sup>	193±4 <sup>e</sup>	98,5±0,7 <sup>f</sup>	42,2±0,3 <sup>g</sup>	51,6±0,4 <sup>h</sup>	ND	ND	ND
<i>trans-2</i> -Hyd	0,59±0,02 <sup>a</sup>	90,7±0,8 <sup>b</sup>	13,8±0,1 <sup>c</sup>	336±5 <sup>d</sup>	277±4 <sup>e</sup>	7,19±0,01 <sup>f</sup>	ND	ND	6,75±0,03 <sup>g</sup>	ND	7,18±0,04 <sup>f</sup>
ProE	ND	45,3±2,3 <sup>a</sup>	4,71±0,04 <sup>b</sup>	96,3±0,8 <sup>c</sup>	136±4 <sup>d</sup>	20,0±0,3 <sup>e</sup>	ND	ND	84,6±0,2 <sup>f</sup>	ND	ND
Res	ND	ND	9,37±0,05	14,8±0,3	56,2±0,2	40,4±0,1	ND	ND	ND	ND	ND
<i>trans</i> -Sko	ND	ND	ND	11,1±0,1 <sup>a</sup>	ND	10,1±0,1 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
Kae	ND	ND	ND	110±1 <sup>a</sup>	38,9±0,1 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Kve	ND	561±6 <sup>a</sup>	ND	ND	43,2±0,4 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Hodnoty v rádcích, které mají stejné malé písmenné indexy, mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl ( $P \geq 0,05$ ), hodnoty ve sloupcích, které mají odlišné malé písmenné indexy, se mezi sebou statisticky liší ( $P < 0,05$ ).

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes.

Gal – kyselina gallová, Pro – kyselina protokatechinová, Neo – kyselina neochlorogenová, 4-HB – 4-hydroxybenzoová kyselina, Epi – epigallokatechin, Kat – katechin, Van – kyselina vanilová, Chlo – kyselina chlorogenová, Kav – kyselina kávová, Syr – kyselina syringová, Epk – epikatechin, *trans-p*-Kum – *trans-p*-kumarová kyselina, Fer – kyselina ferulová, Sin – kyselina sinapová, Ela – kyselina elagová, Rut – rutin, *trans-2*-HSk – *trans-2*-hydroxyskořicová kyselina, ProE – etylester protokatechinu, Res – resveratrol, *trans*-Sko – *trans*-skořicová kyselina, Kae – kaempferol, Kve – kvercetin.

LOD: Gal, Pro, 4-HB, Van, Chlo, *trans-p*-Kum, Fer, Sin, *trans-2*-HSk, *trans*-Sko, Kae, Kve (0,01  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ); Epi, Kat, Kav, Syr, Epk, Ela, Rut, ProE, Res (0,02  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

## ZÁVĚR

Jedlé květy jsou novým, zajímavým a ne až tak obvyklým zdrojem nutrientů, které lze použít v mnoha různých potravinářských technologiích a gastronomii. Cílem práce bylo zkoumat vybrané nutriční hodnoty jedenácti různých druhů květů. Teoretická část diplomové práce je zaměřena na stručnou charakteristiku květů a taky popis role jedlých květů v lidské výživě. Dále byly popsány principy metodik, které byly použity v práci, a to zejména stanovení hrubé vlákniny, minerálních prvků, obsah celkových polyfenolů, polyfenolického profilu pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie, antioxidační aktivity. Byl sledován také účinek času louhování květů na obsah polyfenolů, antioxidační aktivity a minerálních prvků.

Ze všech vzorků nejvyšší obsah hrubé vlákniny měl vzorek levandule a naopak nejnižší množství vlákniny bylo naměřeno u ibišku. Z analyzovaných květů byl významně vyšší obsah prvků stanoven u ibišku, který obsahoval vysoké koncentrace Be, Al, Sc, Co, Ga, Y, Ba, Ce, Tb a Ho. Vyšší koncentrace výše zmiňovaných prvků v ibišku se projevily i při jeho vyluhování do vody. Jedlé květy obsahují relativně nízké koncentrace Na až na vzorek květu měsíčku, kde byl jeho obsah statisticky významně vyšší, v porovnání se všemi ostatními vzorky. Co se týká procentuálního vyjádření vyluhovatelnosti jednotlivých prvků z jedlých květů, nejvyšší koncentrace vyluhovatelnosti byly naměřeny u S, a to prakticky u všech vzorků. Obsah celkových polyfenolů u květů levandule, chmele, ibišku, chrpy červené, měsíčku a vřesu byl statisticky vyšší při louhování po dobu 10 min, v porovnání s obsahem celkových polyfenolů po 5 minutách a v porovnání s ostatními květy. Nejvyšší obsah celkových polyfenolů byl stanoven u květů růže, naopak nejnižší u květu bezu. Stanovení antioxidačních aktivit ukázalo vždy u dané metody na květ s nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotou. Vyšší AOA byla naměřena u květů jasmínu, ibišku a růže. U většiny květů doba louhování 10 min měla pozitivní vliv na zvýšení hodnot antioxidační aktivity. Při detekci fenolických sloučenin pomocí HPLC je vidět, že různé květy byly bohaté na kyselinu gallovou, katechin, rutin, kyselinu elagovou a *trans*-2-hydroxyškořicovou. Co se týká výluhů po 10 min, tyto kopírují zpravidla obsahy jednotlivých polyfenolů naměřené ve výluzích po 5 min louhování.

Jedlé květy se ukázaly být bohaté na polyfenolické látky a obsahy minerálních prvků a mohly by tak vhodně doplnit nutriční složení potravin.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- BANDARA A.M.T.S., SENANAYAKE G., (2018), *Dissolution of calcium, phosphate, fluoride and rare earth elements (REEs) from a disc of natural fluorapatite mineral (FAP) in perchloric, hydrochloric, nitric, sulphuric and phosphoric acid solutions: A kinetic model and comparative batch leaching of major and minor elements from FAP and REFAP concentrate*, Hydrometallurgy, 0304-386X
- BARROS R.G.C, ANDRADE J.K.S, PEREIRA U.C, OLIVEIRA C.S., REZENDE Y.R.R.S., SILVA T.O.M., NOGUEIRA J.P., GUALBERTO N.C., ARAUJO H.C.S., NARAIN N., (2020), *Phytochemicals screening, antioxidant capacity and chemometric characterization of four edible flowers from Brazil*, Food Research International, 0963-9969
- BEISER, R., *Jedlé rostliny v přírodě*. 1. vyd. Stuttgart, 2014, ISBN 978-80-242-4210-1
- BELLMANN, H., HENSEL, W., SPOHN, M., STEFFEN, S., *Atlas rostlin*. 1. vyd. Stuttgart, 2014, ISBN 978-80-242-5162-2
- Bez černý květ [online] [cit. 2020-1-27]. Dostupné na: <https://www.drpopov.cz/produkt/bez-cerny-kvet-40-g/>
- DAVIDA M., SERBAN A., RADULESCU C., DANET A.F., FLORESCU M., (2019), *Bioelectrochemical evaluation of plant extracts and gold nanozymebased sensors for total antioxidant capacity determination*, Bioelectrochemistry, 1567-5394
- ERDEMIR, U.S., (2018), *Contribution of tea (Camellia sinensis L.) to recommended daily intake of Mg, Mn, and Fe: An in vitro bioaccessibility assessment*, Journal of Food Composition and Analysis, 0889-1575
- ESMAIL A.A., (2018), *Pharmacology and medicinal properties of Jasminum officinale a review*, IAJPS, 2349-7750
- FERNANDES L., CASAL S., PEREIRA J.A., SARAIVA J.A., RAMALHOSA E., (2017), *Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health*, Journal of Food Composition and Ananlysis, 0889-1575
- FIGUEROA L.E., GENOVESEA D.B., (2019), *Fruit jellies enriched with dietary fibre: Development and characterization of a novel functional food product*, LWT - Food Science and Technology, 0023-6438
- GATO, M., *Kytičky kolem nás*. 1. vyd. Olomouc, 2016, ISBN 978-80-7346-2

- GOSTIN A., WAISUNDARA V.Y., (2019), *Edible flowers as functional food: A review on artichoke (Cynara cardunculus L.)*, Trends in Food Science & Technology, 0924-2244
- HAJAR E.W.I., SULAIMAN A.Z.B., SAKINAH A.M.M., (2014), *Assessment of Heavy Metals Tolerance in Leaves, Stems and Flowers of Stevia rebaudiana Plant*, Procedia Environmental Sciences, 1878-0296
- HE X., FANG J., GUOC Q., WANGB M., LID Y., MENGD Y., HUANGD L., (2019), *Advances in antiviral polysaccharides derived from edible and medicinal plants and mushrooms*, Carbohydrate polymers, 0144-8617
- Herbář Wendys [online] [cit. 2020-1-27]. Dostupné na: <http://botanika.wendys.cz/>
- CHAKRABORTY P., WITT T., HARRIS D., ASHTON J., STOKES J.R., SMYTH H.E., (2019), *Texture and mouthfeel perceptions of a model beverage system containing soluble and insoluble oat bran fibres*, Food Research International, 0963-9969
- CHITRAKARA B., ZHANGA M., BHANDARIC B., (2019), *Edible flowers with the common name "marigold": Their therapeutic values and processing*, Trends in Food Science & Technology, 0924-2244
- Chrpa červená [online] [cit. 2020-1-29]. Dostupné na: <https://www.bloem.cz/Chrpa-cervena-Centaurea-Cyanus-sametova-koule-d50.htm>
- Ibišek čínský [online] [cit. 2020-1-28]. Dostupné na: <https://botany.cz/cs/hibiscus-rosa-sinensis/>
- Ibišek čínský [online] [cit. 2020-1-28]. Dostupné na: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ibišek\\_čínský](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ibišek_čínský)
- Jasmín – *Jasminum officinale* [online] [cit. 2020-1-27]. Dostupné na: [https://www.salviaparadise.cz/herbar-rostlin-jasmin-jasminum-officinalec736\\_904.html](https://www.salviaparadise.cz/herbar-rostlin-jasmin-jasminum-officinalec736_904.html)
- Jasmín pravý versus nepravý [online] [cit. 2020-1-27]. Dostupné na: <https://sazenicka.cz/pestovani-jasmin/>
- GONZÁLEZ-BARRIO R., PERIAGO M.J., LUNA-RECIO C., JAVIER G.F., NAVARRO-GONZÁLEZ I., (2018), *Chemical composition of the edible flowers, pansy (Viola wittrockiana) and snapdragon (Antirrhinum majus) as new sources of bioactive compounds*, Food Chemistry, 0308-8146
- KABATA-PENDIAS A., *Trace Elements in Soils and Plants*, 4. vyd. New York, 2011, ISBN 33487-2742.

- KAISOON O., KONCZAK I., SIRIAMORNPUN S., (2011), *Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand*, Food Research International, 0963-9969
- KHAWORY M.H., SAIN A. A., 1 , ROSLI M.A.A., ISHAK M.S., NOORDIN M.I., WAHAB H., A., (2019) *Effects of gamma radiation treatment on three different medicinal plants: Microbial limit test, total phenolic content, in vitro cytotoxicity effect and antioxidant assay*, Applied Radiation and Isotopes, 0969-8043
- KALISZ S., OSZMIAŃSKIB J., KOLNIAK-OSTEK J., GROBELNA A., KIELISZEK M., CENDROWSKI A. (2019), *Effect of a variety of polyphenols compounds and antioxidant properties of rhubarb (Rheum rhabarbarum)*, LWT - Food Science and Technology, 0023-6438
- KOCH, W., KUKULA-KOCH, W., KOMSTA, Ł., MARZEC, Z., SZWERC, W., GŁOWNIAK, K., (2018), *Green tea quality evaluation based on its catechins and metals composition in combination with chemometric analysis*, Molecules 23, 1689–1708
- KOLBEK, J., VĚTVIČKA, V., *Rostliny na každém kroku*. 1. vyd. Praha, 2000, ISBN 80-85805-95-2
- KOSTKOVÁ L., *Diplomová práce*, UTB ve Zlíně, (2017), s. 39-40
- KUMAR V., SHARMA A., KOHLI S.K., BALI S., SHARMA M., KUMAR R., BHARDWAJ R., THUKRAL A.K., (2019), *Differential distribution of polyphenols in plants using multivariate techniques*, Biotechnology Research and Innovation, 2452-0721
- LANG, A., *Květoucí rostliny*, 1. vyd. München, 2016, ISBN 978-80-256-1723-6
- LÁNSKÁ, D., ŽILÁK, P., *Jedlé rostliny z přírody*. 1. vyd. Bratislava, 2006, ISBN-80-8858-13-8
- LENG L., BOGUSH A.A., ROY A., STEGEMANN J.A., (2019), *Characterisation of ashes from waste biomass power plants and phosphorus recovery*, Science of the Total Environment, 0048-9697
- MARICHAL M.J., TRUJILLO A.I., CADENAZZI M., ARIASS G., (2011), *Fiber analysis: Evaluation of screen printing fabric filters bags by three statistical approaches*, Animal Feed Science and Technology, 0377-8401
- MARTINKOVÁ, J., *Kapesní atlas*. 1. vyd. Brno, 2008, ISBN 978-80-7362-566-5
- MATYJASZCZYK E., ŚMIECHOWSKA M., (2019), *Edible flowers. Benefits and risks pertaining to their consumption*, Trends in Food Science & Technology, 0924-2244

MILANI, R.F., MORGANO, M.A., CADORE, S., (2016), *Trace elements in Camellia sinensis marketed in southeastern Brazil: Extraction from tea leaves to beverages and dietary exposure*, LWT-Food Sci. Technol., 491–498.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004. Dostupné také z: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=CS> [cit 2020-03-27]

ONDROUŠKOVÁ K., *Bakalářská práce*, UTB ve Zlíně, (2018), s. 21

ORSAVOVÁ J., HLAVÁČOVÁ I., MLČEK J., SNOPEK L., MIŠURCOVÁ L., (2019) *Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (Ribes L.) and gooseberry (Ribes uva-crispa L.) fruits*, Food Chemistry, 0308-8146

PINELA J., CARVALHO A.M., FERREIRA I.C.F.R., (2017), *Wild edible plants: Nutritional and toxicological characteristics, retrieval strategies and importance for today's society*, Food and Chemical Toxicology, 0278-6915

PIRES T., BARROSA L., SANTOS-BUELGAB C., FERREIRA I., (2019) *Edible flowers: Emerging components in the diet*, Trends in Food Science & Technology, 0924-2244

PIRES T., DIAS M.I., BARROS L., CALHELHA R.C., ALVES M.J., OLIVEIRA M.B.P.P., SANTOS-BUELGA C., FERREIRA I.C.F.R., (2017), *Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential*, Food Research International, 0963-9969

PREMUSOVÁ K., *Bakalářská práce*, Mendelova univerzita v Brně, (2015), s. 21-26

RENGARAJAN S., MELANATHURU V., GOVINDASAMY C., CHINNADURAI V., ELSADEK M.F., (2020), *Antioxidant activity of flavonoid compounds isolated from the petals of Hibiscus rosa sinensis*, Journal Pre-proofs, 1018-3647

Růže šípková [online] [cit. 2020-1-27]. Dostupné na: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ruže\\_šípková](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ruže_šípková)

- SANTOS A.M.P, SILVA E.F.R., SANTOS W.N.L , SILVA E.G.P, SANTOS L.O., SANTOS B.R, SAUTHIER M.C, SANTOS W.P.C, (2017), *Evaluation of minerals, toxic elements and bioactive compounds in rose petals (Rosa spp.) using chemometric tools and artificial neural networks*, Trends in Food Science & Technology, 0026-265X
- SHAHIDI F., AMBIGAIPALAN P., (2015), *Phenolic and polyphenolics in foods, beverages and spices: antioxidant activity and health effects – a review*, Journal of functional foods,1756-4646
- SHAHIDI F., ZHONG Y., (2015), *Measurement of antioxidant activity*, Journal of Functional Foods, 1756-4646
- Sléz maurský [online] [cit. 2020-2-6]. Dostupné na: <https://www.ireceptar.cz/zahrada/lecive-kvety-slezu-maurskeho-jak-pripraviv-hojivy-macerat.html>
- SPOHN, M., SPOHN R., *Plané rostliny*, 1.vyd. Stuttgart, 2007, ISBN 978-3-440-10795-9
- Studijní materiál, *Výživa a stravování člověka*
- Studijní materiál, *Vysokoučinná kapalinová chromatografie*
- SUMCZYNSKI, D., KOUBOVÁ, E., ŠENKÁROVÁ, L., ORSAVOVÁ, J. (2018), *Rice flakes produced from commercial wild rice: Chemical compositions, vitamin B compounds, mineral and trace element contents and their dietary intake evaluation*, Food Chemistry, 0308-8146
- TAKAHASHI J.A., REZENDE F.A.G.G., MOURA M.A.F., DOMINGUETE L.C.B., SANDE D., (2019), *Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development*, Food Research International, 0963-9969
- TARIQ S., WANI S., RASOOL W., SHAFI K., BHAT M.A., PRABHAKAR A., SHALLA A.H., RATHER M.A., (2019), *A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drugresistant microbial pathogens*, Microbial Pathogenesis, 0882-4010
- THI N., LEE Y., SEO K., KIM H., LEE D., BAEK N., (2019), *New furospirostane steroidal saponins from the flowers of Lilium Asiatic hybrids Nhan*, Carbohydrate Research, 0008-6215
- Atomová absorpční spektrometrie [online] [cit. 2020-2-6]. Dostupné na: <https://www.vscht.cz/files/uzel/0005766/AAS.pdf?redirected>



- YAP Y., LOH C., ONG B., (2008), *Regulation of flower development in Dendrobium crumenatum by changes in carbohydrate contents, water status and cell wall metabolism*, Scientia Horticulturae, 0304-4238
- ZANOLI P., ZAVATTI M., (2006), *Pharmacognostic and pharmacological profile of Humulus lupulus L.*, Journal of Ethnopharmacology, 0378-8741
- ZHAO L., FAN H., ZHANG M., CHITRAKAR B., BHANDARI B., WANG B., (2019), *Edible flowers: Review of flower processing and extraction of bioactive compounds by novel technologies*, Food Research International, 0963-9969
- ZHU Z., LI S., HE J., THIRUMDAS R., MONTESANO D., BARBA F.J., (2018), *Enzyme-assisted extraction of polyphenol from edible lotus (Nelumbo nucifera) rhizome knot: Ultra-filtration performance and HPLC-MS2 profile*, Food Research International, 0963-996

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AAE	Ascorbic acid equivalent – Ekvivalenty kyseliny askorbové
ABTS	2,2'-azinobis(3-etyl-2,3-dihydrobenzotiazol-6-sulfonová kyselina)
ACL	Antioxidant Capacity of Liposoluble substances
ACW	Antioxidant Capacity of Water soluble substances
AOA	Antioxidant activity – Antioxidační aktivita
CRM	Certified reference material
DPPH	2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl
EO	Esenciální oleje
FRS	Free Radical Scavengers
GAE	Gallic acid ekvivalent
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
IDF	Insoluble Dietary Fibre
ND	Not detected, Nebyla nalezena žádná koncentrace
PCL	Photochemiluminiscence assay
SD	Standard deviation, Směrodatná odchylka
SDF	Soluble Dietary Fibre
TAC	Total Antioxidant Capacity
TE	Trolox equivalent – Ekvivalenty troloxu
TPC	Total Phenolic Content

## SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA PI: Rovnice lineární regrese pro výpočet koncentrací polyfenolů

<b>Polyfenol</b>	<b>Rovnice</b>	<b><i>r</i></b>
Katechin	$y = 0,1076x$	0,9990
Epikatechin	$y = 0,1366x$	0,9987
Epigallokatechin	$y = 0,0221x$	0,9988
Kvercetin	$y = 0,2074x$	0,9967
Rutin	$y = 0,1653x$	0,9998
Vanilová kyselina	$y = 0,4383x$	0,9999
Gallová kyselina	$y = 0,5896x$	0,9996
Elagová kyselina	$y = 0,2005x$	0,9988
Syringová kyselina	$y = 0,4632x$	0,9994
Etylster kyseliny protokatechové	$y = 0,2618x$	0,9993
4-Hydroxybenzoová kyselina	$y = 0,5114x$	0,9998
3,4-Dihydroxybenzoová kyselina	$y = 0,2359x$	0,9998
Kávoová kyselina	$y = 0,4118x$	0,9995
Ferulová kyselina	$y = 0,3616x$	0,9990
Sinapová kyselina	$y = 0,1767x$	0,9994
Chlorogenová kyselina	$y = 0,2125x$	0,9989
Neochlorogenová kyselina	$y = 0,1559x$	0,9992
<i>trans-p</i> -Kumarová kyselina	$y = 0,6377x$	0,9995
<i>trans</i> -2-Hydroxyskořicová kyselina	$y = 1,2589x$	0,9997

*r* – korelační koeficient

## PŘÍLOHA PII: Certifikovaný referenční materiál (ICP-MS)

Referenční materiál	Prvek	Výsledek měření <sup>a</sup> (mg.kg <sup>-1</sup> )	Referenční hodnota <sup>a,b</sup> (mg.kg <sup>-1</sup> )	Výtěžnost (%)
Čajové listy INC-TL-1	Al	2250 ± 15	2290 ± 28	98,3
	K	1640 ± 80	1700 ± 120	96,4
	Mg	2160 ± 20	2240 ± 17	96,4
	Mn	1530 ± 10	1570 ± 11	97,4
	Ba	44,6 ± 1,2	43,2 ± 3,69	103
	Cr	1,85 ± 0,10	1,91 ± 0,22	96,9
	Cs	3,50 ± 0,14	3,61 ± 0,37	98,3
	Cu	20,6 ± 0,6	20,4 ± 1,5	101
	Ni	6,18 ± 0,27	6,12 ± 0,52	101
	Pb	1,75 ± 0,22	1,78 ± 0,24	98,3
	Sr	20,4 ± 0,9	20,8 ± 1,7	98,0
	Zn	34,4 ± 1,9	34,7 ± 2,7	99,1
	As	0,101 ± 0,017	0,106 ± 0,021	95,2
	Cd	0,0305 ± 0,0040	0,0302 ± 0,0040	101
	Co	0,390 ± 0,040	0,387 ± 0,042	101
	Hg	0,00488 ± 0,00055	0,00492 ± 0,00074	99,2

<sup>a</sup> Střední hodnota ± směrodatná odchylka, <sup>b</sup> Interval spolehlivosti 95 %

PŘÍLOHA PIII: Výsledky stanovení vyluhovatelnosti (%) minerálních a stopových prvků u jedlých květů

Vyluhování (%)	CHM	L	CH	R	B	J	I	CHČ	M	S	V
<sup>7</sup> Li	27	59	64	49	28	59	77	31	32	68	73
<sup>9</sup> Be	6	9	13	9	20	4	72	15	9	12	7
<sup>11</sup> B	11	42	30	20	32	7	74	28	7	24	22
<sup>23</sup> Na	15	40	28	13	34	20	19	12	23	8	34
<sup>24</sup> Mg	15	38	40	30	49	8	95	17	11	29	18
<sup>27</sup> Al	2	3	6	2	3	4	5	3	4	3	3
<sup>31</sup> P	43	44	43	42	65	10	42	26	16	44	16
<sup>32</sup> S	84	83	75	87	84	73	90	78	93	72	86
<sup>45</sup> Sc	22	45	45	28	34	43	65	32	38	32	25
<sup>48</sup> Ti	16	16	16	23	12	5	51	20	17	25	13
<sup>51</sup> V	12	16	15	5	21	12	14	10	14	10	5
<sup>52</sup> Cr	4	2	9	10	10	12	9	12	9	14	9
<sup>55</sup> Mn	13	20	21	22	47	5	62	9	14	17	9
<sup>57</sup> Fe	5	7	7	3	11	4	12	6	6	7	3
<sup>59</sup> Co	10	29	20	27	20	11	75	27	17	40	12
<sup>60</sup> Ni	30	43	38	48	57	16	68	32	21	54	20
<sup>63</sup> Cu	39	64	30	50	41	21	35	52	18	57	37
<sup>66</sup> Zn	23	13	32	38	54	10	80	26	15	35	13
<sup>71</sup> Ga	7	12	11	3	13	3	12	7	3	9	3
<sup>73</sup> Ge	10	15	15	11	29	8	41	11	8	14	5
<sup>75</sup> As	21	29	29	37	45	6	47	14	17	21	10
<sup>77</sup> Se	30	37	30	35	46	11	55	22	21	19	78
<sup>88</sup> Sr	69	40	19	67	54	20	66	48	35	36	33
<sup>89</sup> Y	9	10	10	6	20	4	47	10	14	8	5
<sup>90</sup> Zr	9	16	8	14	15	6	9	5	7	19	2
<sup>95</sup> Mo	13	15	17	16	15	7	39	9	6	12	13
<sup>103</sup> Rh	28	27	25	29	15	10	62	26	21	28	30
<sup>107</sup> Ag	23	34	22	11	37	31	33	9	21	23	9
<sup>111</sup> Cd	10	13	19	18	6	2	86	15	6	11	7
<sup>118</sup> Sn	4	2	4	2	2	3	21	4	6	1	3
<sup>121</sup> Sb	20	46	51	22	42	62	59	38	52	35	35
<sup>133</sup> Cs	16	36	47	12	17	13	80	39	15	16	22
<sup>137</sup> Ba	61	37	10	31	63	17	75	49	47	11	4
<sup>140</sup> Ce	4	5	5	2	6	1	52	5	3	3	1
<sup>159</sup> Tb	8	11	12	6	19	5	49	11	11	12	4
<sup>165</sup> Ho	10	9	12	8	21	4	57	13	16	8	4
<sup>181</sup> Ta	26	22	23	23	62	5	71	44	9	16	17
<sup>202</sup> Hg	38	72	73	58	52	78	44	54	72	76	19
<sup>205</sup> Tl	33	40	28	28	40	11	88	18	13	21	21
<sup>208</sup> Pb	37	49	44	55	42	31	62	27	32	52	51
<sup>209</sup> Bi	16	4	28	7	8	21	21	20	17	14	9
<sup>238</sup> U	18	67	69	26	25	59	86	42	52	61	24

CHM – chrpa modrá, L – levandule, CH – chmel, R – růže, B – bez, J – jasmín, I – ibišek, CHČ – chrpa červená, M – měsíček, S – sléz, V – vřes.