

# **Antioxidační vlastnosti naklíčených semen**

Bc. Silvie Zerzáňová, DiS.

---

Diplomová práce  
2011/2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Silvie ZERŽÁŇOVÁ, DIS.  
Osobní číslo: T10947  
Studijní program: N 2901 Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin  
  
Téma práce: Antioxidační vlastnosti naklíčených semen

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Charakterizujte význam naklíčených semen.
2. Popište vlastnosti semen olejnin a luštěnin.
3. Zpracujte poznatky o antioxidační aktivitě rostlin a o výskytu minerálních prvků.

### II. Praktická část

1. Provedte pěstování naklíčených semen vybraných olejnin a luštěnin.
  2. V napěstovaných vzorcích v časových intervalech stanovte obsah minerálních prvků a antioxidačních vlastností.
  3. Výsledky přehledně zpracujte a diskutujte s literaturou.
-

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1]IVELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin I., OSSIS, Tábor 2009.

[2]PROCHÁZKA, S. a kol. Botanika: morfologie a fyziologie rostlin, MZLU, Brno 2007.

[3]JABLONSKÝ, I. Pěstujeme klíčící osivo a výhonky, Grada Publishing, a.s., Praha 2005.

[4]KUBÁT, K. a kol. Botanika, Scientia, Praha 2003.

Vedoucí diplomové práce:

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

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**6. ledna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

*děkan*



  
doc. Ing. Miraslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: .....

Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

*1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:*

*(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.*

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

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

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

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

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělení svolení bez věcného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení škýblýjícího projevu jeho vůle u soudu. Usámerení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Nevl-li sjednala jinak máie autor školního díla své dílo užiti či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

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

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se v teoretické části zabývá charakteristikou a vlastnostmi luštěnin a olejnin. Mezi sledované plodiny byly zařazeny čočka, hrách, fazol, mungo, bob, řepka a slunečnice. Dále je v práci popsán postup při nakličování vybraných druhů semen. Praktická část se zabývá obsahem antioxidantů, jejich vlastnostmi, obsahem polyfenolů a minerálních látek sledovaných plodin v různých časových stádiích vývojového růstu při klíčení.

Klíčová slova: luštěniny, olejnin, čočka, hrách, fazol, mungo, bob, řepka, slunečnice, antioxidanty, polyfenoly, minerální látky

## **ABSTRACT**

This thesis in the theoretical part deals with the characteristics and properties of pulses and oilseeds. Among the crop were included lentils, peas, beans, mung, horse beans, canola, sunflower. Further there is described the germination proces of selected seeds. The practical part deals with the content of antioxidants, their properties, polyphenols and minerals studied crops at different stages of development growth during germination.

Keywords: pulses, oilseeds, lentils, peas, beans, mung, horse beans, canola, sunflower, antioxidants, polyphenols, minerals

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Otakaru Ropovi, Ph.D. za poskytnuté informace, odborné rady a za ochotu a čas, který mi věnoval při jejím sestavování. Další poděkování patří Ing. Lence Fojtíkové za odborné vedení a pomoc v laboratořích při provádění praktické části diplomové práce.

Ráda bych také poděkovala celé své rodině za podporu po celou dobu mého studia a především za trpělivost.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně, použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>12</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA LUŠTĚNIN</b> .....	<b>14</b>
1.1 Stavba a biologické vlastnosti luštěnin.....	15
1.1.1 Semeno.....	15
1.1.2 Plod.....	16
1.1.3 Listy.....	16
1.1.4 Květy.....	16
1.1.5 Lodyha.....	16
1.1.6 Kořen.....	16
1.2 Přehled vybraných druhů luštěnin.....	17
1.2.1 Čočka.....	17
1.2.2 Hrách.....	18
1.2.3 Fazol.....	19
1.2.4 Mungo.....	20
<b>2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA OLEJNIN</b> .....	<b>22</b>
2.1 Stavba a biologické vlastnosti sledovaných olejin.....	23
2.1.1 Semeno.....	23
2.1.2 Plod.....	24
2.1.3 Listy a ochlupení.....	24
2.1.4 Květy.....	24
2.1.5 Kořen.....	25
2.2 Přehled vybraných druhů olejin.....	25
2.2.1 Bob.....	25
2.2.2 Řepka.....	26
2.2.3 Slunečnice.....	27
<b>3 KLÍČENÍ</b> .....	<b>30</b>
3.1 Faktory ovlivňující klíčení.....	30
3.1.1 Teplota.....	30
3.1.2 Voda.....	31
3.1.3 Kyslík.....	31
3.1.4 Světlo.....	31
3.1.5 Chemické látky.....	31
3.2 Význam naklíčených semen.....	32
<b>4 ANTIOXIDANTY</b> .....	<b>34</b>
4.1 Antioxidanty.....	34
4.1.1 Volné radikály.....	34
4.1.2 Výskyt antioxidantů.....	35
4.1.3 Vliv antioxidantů na zdraví.....	38
4.1.4 Antioxidační kapacita.....	38
<b>5 POLYFENOLY</b> .....	<b>40</b>



5.1	Fenolické kyseliny.....	40
5.2	Flavonoidy .....	41
5.2.1	Flavonoly .....	41
5.2.2	Flavanoly.....	41
5.2.3	Antokyanidy .....	41
5.2.4	Proantokyanidy.....	41
5.2.5	Flavanony.....	42
5.2.6	Isoflavonoidy.....	42
5.2.7	Stilbeny .....	42
5.2.8	Lignany .....	42
<b>6</b>	<b>MINERÁLNÍ LÁTKY .....</b>	<b>43</b>
6.1	Minerální látky v potravinách.....	43
6.1.1	Fosfor.....	43
6.1.2	Draslík.....	43
6.1.3	Vápník.....	44
6.1.4	Hořčík .....	44
6.1.5	Sodík .....	45
6.1.6	Železo.....	45
6.1.7	Síra.....	45
6.1.8	Chlór .....	46
6.1.9	Mangan .....	46
6.1.10	Zinek .....	46
6.1.11	Měď .....	47
6.1.12	Jód.....	47
6.1.13	Fluór.....	47
6.1.14	Selen .....	48
<b>7</b>	<b>METODY STANOVENÍ .....</b>	<b>49</b>
7.1	Stanovení antioxidační kapacity .....	49
7.1.1	Metoda DPPH .....	49
7.1.2	Metoda TEAC (používající ABTS).....	49
7.1.3	Metoda FRAP.....	49
7.1.4	Lipidově peroxidační metody.....	49
7.1.5	Metoda ORAC.....	50
7.2	Stanovení celkového obsahu polyfenolických sloučenin .....	50
7.2.1	Metoda FCM .....	50
7.2.2	Metoda PBM (Price, Butler metoda).....	50
7.3	Stanovení obsahu minerálních látek.....	50
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>	<b>52</b>
<b>9</b>	<b>METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>53</b>
9.1	Charakteristika pěstovaných vzorků .....	53
9.1.1	Skládování a uchovávání jednotlivých vzorků.....	53
9.2	Materiál a postup pro nakličování jednotlivých druhů semen .....	53
9.2.1	Klíčidlo .....	53
9.2.2	Postup při nakličování jednotlivých druhů semen .....	54

9.3	Stanovení celkového obsahu polyfenolů .....	58
9.3.1	Princip metody .....	58
9.3.2	Pracovní postup .....	58
9.3.3	Standardní roztoky a kalibrace .....	59
9.3.4	Kalibrace .....	59
9.4	Stanovení antioxidační kapacity .....	60
9.4.1	Princip metody .....	60
9.4.2	Pracovní postup .....	60
9.4.3	Standardní roztoky a kalibrace .....	60
9.5	Stanovení obsahu minerálních prvků .....	61
9.5.1	Předsoušení .....	61
9.5.2	Výpočet sušiny .....	62
9.5.3	Princip metody stanovení obsahu minerálních prvků.....	62
9.5.4	Pracovní postup .....	62
9.5.5	Princip metody stanovení fosforu.....	63
9.5.6	Pracovní postup .....	63
9.5.7	Standardní roztoky.....	63
<b>10</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>64</b>
10.1	Stanovení celkového obsahu polyfenolů .....	64
10.1.1	Obsah celkových polyfenolů u všech sledovaných vzorků .....	64
10.1.2	Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků čočky .....	65
10.1.3	Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků hrachu .....	66
10.1.4	Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků fazolu .....	67
10.1.5	Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků munga .....	67
10.1.6	Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků bobu.....	68
10.1.7	Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků řepky.....	69
10.1.8	Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků slunečnice .....	69
10.2	Stanovení antioxidační kapacity .....	70
10.2.1	Antioxidační kapacita u všech sledovaných vzorků.....	70
10.2.2	Antioxidační kapacita čočky .....	72
10.2.3	Antioxidační kapacita hrachu.....	72
10.2.4	Antioxidační kapacita fazolu.....	73
10.2.5	Antioxidační kapacita munga.....	74
10.2.6	Antioxidační kapacita bobu .....	74
10.2.7	Antioxidační kapacita řepky .....	75
10.2.8	Antioxidační kapacita slunečnice .....	76
10.2.9	Antioxidační kapacita vs. celkové polyfenoly .....	77
10.3	Stanovení minerálních látek.....	78
10.3.1	Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků .....	78
	<i>Tab. 5 Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků v % totální sušiny .....</i>	<i>78</i>
10.3.2	Výsledky stanovení fosforu u sledovaných vzorků.....	80
10.3.3	Výsledky stanovení draslíku u sledovaných vzorků.....	81
10.3.4	Výsledky stanovení vápníku u sledovaných vzorků.....	82
10.3.5	Výsledky stanovení hořčíku u sledovaných vzorků .....	83
10.3.6	Výsledky stanovení sodíku u sledovaných vzorků.....	84
<b>11</b>	<b>DISKUSE .....</b>	<b>85</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>91</b>

<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>93</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>101</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>103</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>104</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>105</b>

## ÚVOD

Potraviny rostlinného původu jsou velmi důležitou součástí života, neboť obsahují velké množství nutričně významných látek, které pozitivně působí na lidský organismus. Mezi hlavní kvalitativní znaky, které mají pozitivní dopad na lidské zdraví, jsou – nízká energetická hodnota, nízký obsah tuků, které obsahují především mono- a vícenenasycené mastné kyseliny, vysoké množství vitaminů, minerálů a stopových prvků, nepřítomnost cholesterolu, velké množství vlákniny a řadu dalších látek působících preventivně proti různým chorobám a se zdravotně ochrannými účinky na organismus včetně antioxidační aktivity.

Antioxidantům v potravě se v současné době věnuje velká pozornost, především se zkoumá jejich vliv na zdraví a výskyt v jednotlivých potravinách rostlinného původu. Jedním ze zdrojů, které jsou nositeli antioxidantů, jsou naklíčená semena rostlin. Naklíčená semena jsou vhodným doplňkem stravy, protože splňují všechny výše uvedené zdraví prospěšné vlastnosti. Řada látek zjištěných v klíčcích má ochranné nebo léčivé účinky podílející se na prevenci a snížení rizika různých onemocnění, především srdečně cévních onemocnění, také zpomalují vznik a vývoj chronických onemocnění, mají protinádorový účinek.

Cílem diplomové práce bylo stanovit antioxidační kapacitu, obsah celkových polyfenolů a minerálních látek u vybraných druhů luštěnin a olejnin. V teoretické části práce je popsána obecná charakteristika luštěnin, olejnin a jejich semen. Dále byla popsána antioxidační aktivita rostlin, celkové polyfenoly a výskyt minerálních prvků v rostlinách. V praktické části bylo provedeno naklíčení jednotlivých semen a odběr klíčků v časových intervalech pro stanovení jednotlivých chemických analýz. Zjištěné výsledky byly zpracovány a následně porovnány s dostupnými literárními zdroji.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA LUŠTĚNIN

Luštěniny jsou zralá suchá semena některých motýlokvetých rostlin – luskovin. Obsahují sacharidy, bílkoviny avšak málo tuků, výjimkou je sója a cizrna. Mezi nejdůležitější minerální látky patří především vápník, železo a fosfor [1]. Luštěniny jsou dobrým zdrojem vitaminů, zejména vitaminů B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub> a kyseliny listové. Luštěniny obsahují tzv. balastní látky – stachiosy a rafinosy, s nimiž si trávicí trakt neví rady. Tyto polysacharidy se dostávají do střev nestrávené, vážou na sebe vodu. K jejich odbourávání dochází pomocí střevních bakterií za vzniku oxidu uhličitého, který způsobuje nadýmání.

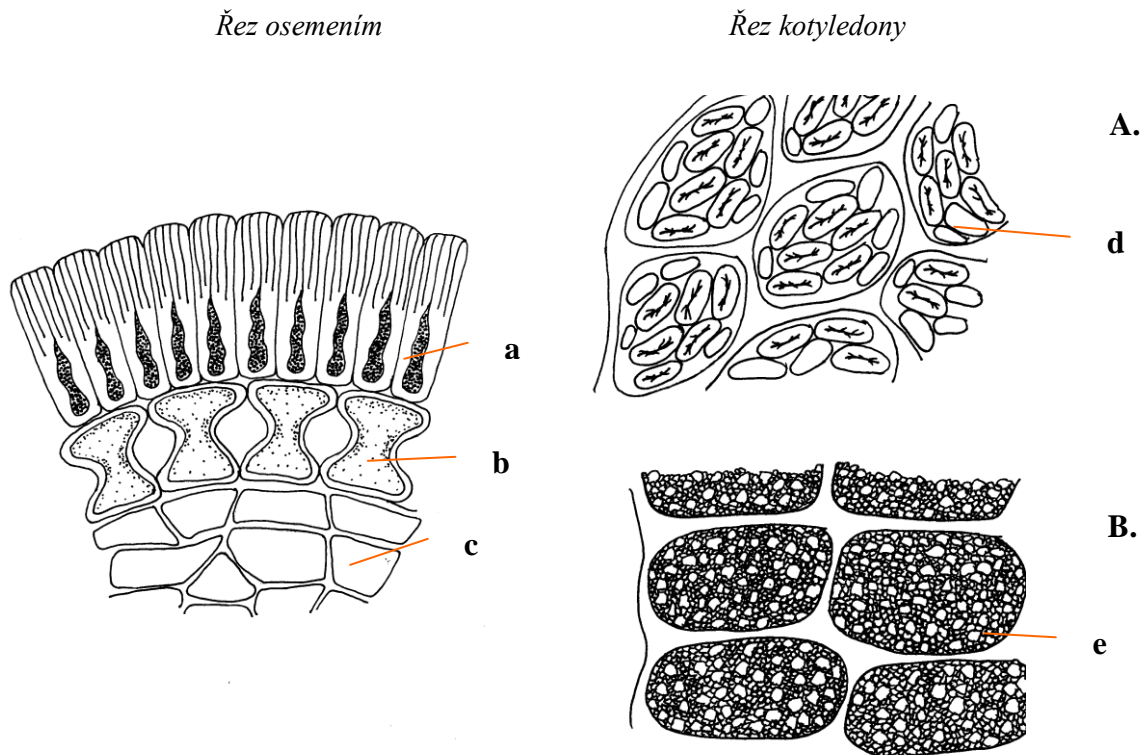
Luštěniny také obsahují zdraví škodlivé látky – lektiny [2]. Lektiny patří mezi antinutrienty, které inhibují působení amylázy a dalších enzymů [3]. Mohou zapříčinit zpomalení růstu organismu, tím, že ovlivňují chování červených krvinek, snižují hladinu inzulínu v krvi, mohou způsobovat nedostatečné využívání vitaminů, glukózy, tuků a aminokyselin, může docházet také k trávicím poruchám a k hubnutí. Lektiny jsou rozpustné ve vodě, proto je vhodné luštěniny před varem namáčet. Tyto látky přestávají být nebezpečné u namočených luštěnin již po 10 ti minutách varu, na rozdíl od nenamáčených luštěnin, kde se tyto látky zničí až po 90 ti minutách varu [1].

Luštěniny jsou významné především tím, že jsou velkým zdrojem bílkovin rostlinného původu, využívají se pro výživu lidí a hospodářských zvířat. Konzumace luštěnin v různých státech světa je rozdílná od 2-20 kg/osobu/rok (v ČR asi 2 kg/osobu/rok). Je to dáno vlastní dostupností, cenovou politikou, ale také náboženským vyznáním. V některých náboženstvích je zakázáno jíst určitý druh masa nebo je úplně zakázáno a luštěniny se pro obyvatele stávají hlavním zdrojem bílkovin.

Mezi zvláštní vlastnosti luštěnin patří jejich pěstitelská hodnota, která zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy a půdní úrodnost. Luštěniny mají schopnost symbiózy s hlízkovitými bakteriemi, které regulují (vylučují nebo snižují) spotřebu dusíkatých hnojiv. Pokud dojde k poškození životního prostředí a podzemních vod nitráty, podřizuje se pěstování luštěnin právním normám tzv. nitrátové směrnici. Hlavní luštěninou pěstovanou v ČR je hrách. Celosvětově došlo k významnému poklesu pěstování luštěnin, výjimky tvoří sója, čočka a cizrna [4].

## 1.1 Stavba a biologické vlastnosti luštěnin

Obr. 1: Řez osemením a kotyledony škrobnatých a bílkovinných luštěnin [5]



### A škrobnaté luštěniny

### B. bílkovinné luštěniny

- a. palisádové buňky
- b. pohárkové buňky
- c. tenkostěnný parenchym
- d. buňky kotyledonů vyplněné škrobovými zrny
- e. buňky kotyledonů vyplněné bílkovinami

#### 1.1.1 SEMENŮ

Semena jsou typická svým tvarem, velikostí a zbarvením pro jednotlivé druhy luskovin. Semeno je tvořeno osemením a embryi s mohutnými dělohami, ve kterých se ukládají zásobní látky. Endosperm se v semeni většinou nenachází. Osemení je tvořeno palisádovou vrstvou buněk obsahující pigmenty, které ovlivňují barvu semene. Anatomická stavba osemení má vliv na tvrdost semene [6].

### 1.1.2 Plod

Plodem se rozumí lusk. Lusk je rozdělen na dvě chlopně, ve hřbetní části jsou s nimi pomocí semenných provazců spojena semena. Anatomická stavba chlopně způsobuje pukařnost lusků, která je považována za negativní vlastnost luskovin. Pletivo chlopní se nazývá mezokarp, vnitřní vrstvu tvoří pergamenová membrána – endokarp, která je nežádoucí u luskovin, u kterých se konzumují celé nezralé lusky – zahradní fazol a cukrový hrách [6].

### 1.1.3 Listy

U většiny u nás pěstovaných kulturních druhů luskovin se vyskytují listy sudozpeřené (hrách, čočka, bob, vikev, hrachor), dále se vyskytují listy lichozpeřené (cizrna, některé genotypy hrachu), trojčetné (hrachor, sója) a dlanitěmnohočetné (lupina). Šlechtěním některých odrůd hrachu došlo k přeměně listů na úponky. Společným znakem vikvovitých luskovin jsou palisty, které jsou přirostlé k lodyze, výrazně vyvinuté je má hrách [6].

### 1.1.4 Květy

Květenství luskovin jsou nejčastěji hroznovitého tvaru, který vyrůstá na různě dlouhé stopce v úžlabí horních listů, označované jako generativní sféra rostliny. Vrcholové květenství mají pouze lupiny. Květy jsou souměrné, tvar koruny je motýlovitý. Květ je tvořen z koruny a kalicha. Koruna je rozčleněna v pavézu, dvě křídla a člunek, kde jsou uloženy pohlavní orgány. Tyčinek je deset. Mohou být buď volné, nebo jsou srostlé v trubku. Trubkou prochází čnělka s bliznou a semeníkem. Semeník je svrchní a má různý počet vajíček [6].

### 1.1.5 Lodyha

Jednotlivé druhy luskovin se vyznačují různými typy lodyh. Typ lodyhy má vliv na pěstitelské postupy a sklizeň. Vzpřímenou, nepoléhavou lodyhu mají – bob obecný, bob vlčí, keříčkové fazole, sója. Vzpřímenou lodyhu, náchylnou k polehnutí má čočka a cizrna. Intermediární odrůdy hrachu setého mají vystoupavou lodyhu, u níž je generativní část rostliny vzpřímená a na bázi poléhá. Největší potíže při sklizni působí poléhavá lodyha. Sem řadíme hrách, pelušku, vikve, hrachor. Fazol šarlatový a fazol měsíční mají ovíjivou lodyhu. A poslední je popínavý typ, kam patří některé genotypy fazolu obecného [6].

### 1.1.6 Kořen

Luskoviny mají kulový kořen, z něhož vyrůstají boční kořínky. Luskoviny dělíme dle kořenové soustavy do tří skupin. Do první skupiny patří plodiny s mohutným, tlustým, málo



rozvětveným, hluboko rostoucím kořenem (lupina). Do druhé skupiny patří rostliny s kořenem méně mohutným, ale značně rozvětveným (bob obecný, vikev, hrách, čočka, cizrna). Do třetí skupiny řadíme plodiny mělce kořenící, které mají málo vyvinutý kulový kořen, ale mají četné boční kořínky (fazol, sója). Kořeny luskovin jsou charakteristické tvorbou hlízek, které jsou způsobeny infekcí bakteriemi rodu *Rhizobium* [6].

## 1.2 Přehled vybraných druhů luštěnin

### 1.2.1 Čočka

Čočka, původem z Přední Asie je známá již od 3. tisíciletí před naším letopočtem, oblibu měla i ve starém Egyptě. Čočku řadíme do čeledi bobovitých (*Viciaceae*), rodu *Lens* Tourn., kromě kulturní formy zahrnuje ještě 4 planě rostoucí variety. U nás se pěstuje pro potravinářské účely čočka jedlá (*Lens culinaris*) [1, 4].

Čočka je jednoletá rostlina, její květy mají různě zbarvená soukvětí po 1-4 drobných květech, má slabý kořenový systém. Barva květů může být bílá, růžová nebo fialovomodrá. Rostlina je samosprašná. Čočka patří mezi teplomilné, suchovzdorné rostliny [7]. Mezi důležité látky, které obsahuje, se řadí vitaminy A a B, vápník, železo, zinek, bílkoviny, sacharidy. Na trhu lze najít čočku hnědou, zelenou, žlutou a červenou (nejlépe stravitelná). Hojně se pěstuje v Indii, kde jí je známo až na 50 druhů [1]. U nás se pěstovala ve 3 oblastech – Poohří, Polabí a Třebíčsko. Nyní se již nepěstuje v množství, které je významné pro lidskou výživu, převážila konkurence zahraničního importu a dalším z důvodů proč ji nepěstovat, byly nízké výnosy a obtížná sklizeň [4].

### Semena a obsah důležitých látek

V semenech čočky lze najít 24 % bílkovin, 56 % sacharidů, 1,4 % tuků a vitaminy A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, niacin, B<sub>12</sub>, C a E. Z minerálních látek semena obsahují fosfor, železo, zinek, mangan, hořčík, vápník, sodík, měď a draslík [8].

Obr. 2: Semena čočky jedlé [9]



### Postup klíčení

Před klíčením semena předmáčíme 8-14 hodin. Klíčíme buď v klíčidle, na tácku nebo ve sklenici. Během klíčení proplachujeme 2-3 x denně, sklízíme po 1-3 dnech. Z 1 dílu suchých semen lze získat až 6 dílu naklíčených semen. Výhonky připravujeme stejně, proplachujeme 2-3 x denně. Vrstva semen se postupně zvedá, až po 4-5 ti dnech vyplní celé klíčidlo [8].

### 1.2.2 Hrách

Hrách se řadí k nejstarším kulturním plodinám [7]. Archeologické nálezy dokazují, že hrách byl v kultuře již v době kamenné a bronzové [10]. V 6. století n. l. patřil mezi nejběžněji konzumovanou stravu, byl rozšířen téměř po celé Evropě. Rozlišujeme buď suchá dozralá semena hrachu setého, nebo se také často konzumuje zelený hrášek. Jsou to sladká nezralá semena v lusku. Zralý hrách obsahuje mnohem více výživných látek, bílkovin, tuků sacharidů, vitaminů, minerálních látek (draslík, sodík, hořčík, vápník, fosfor, měď a zinek) a také vlákniny. Je asi pětikrát energeticky vydatnější. Jsou v něm také obsaženy látky způsobující nadýmání – lektiny, proto je vhodné je před tepelnou úpravou namáčet [Jarolímková, 2002]. Hrách patří do čeledi bobovitých, botanický druh *Pisum sativum* se vyskytuje v mnoha poddruzích a varietách. V našich podmínkách jsou z druhu *Pisum sativum* (Hrách setý) pěstovány 2 poddruhy – *Pisum sativum*, subsp. *sativum* (Hrách setý) a *Pisum sativum*, subsp. *arvense* (Hrách rolní – peluška). Pro účely konzervářské a mrazírenské se pěstuje „zelený hrášek“ – *Pisum sativum* var. *saccharatum* Ser. (Hrách dřevňový zahradní) [4]. Hrách je samosprašný. Soukvětí má nejméně 2 květy v květenství. Květy mají nejčastěji barvu bílou nebo jsou celé barevné. Mezi šlechtitelsky významné znaky patří lodyha, list, plod (lusk) a semeno [7]. Plodem je lusk, kde bývá 7-8 semen. Zrna jsou středně až tmavě zelená, semena mají kulatý nebo svraštělý tvar. Kořenová síť je tvořena silným kořenem se slabými bočními kořeny [11].

### Semena a obsah důležitých látek

Semena hrachu obsahují 25% bílkovin, všech 8 esenciálních aminokyselin, vitaminy A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> a C. Z minerálních látek obsahují vápník, fosfor, hořčík, měď, mangan, zinek, železo, síru a sodík. Obsahují také hormony a enzymy [8].

Obr. 3 Semena hrachu setého [12]



### Postup klíčení

Semena se před klíčením předmáčejí 12-14 hodin. Klíčí se v klíčidle nebo na tácech se zvlněným povrchem. Semena lze klíčit i na miskách se savým povrchem nebo s malou vrstvou zeminy. Klíčíme po dobu 1,5-3 dnů. Během klíčení proplachujeme 2 x denně. Z 3 dílů suchých semen získáme 4 díly naklíčených semen. V prvních dnech klíčení přikrýváme misku tkaninou nebo ji přikryjeme plastovým sáčkem. Výhonky vyžadují během klíčení jen minimum světla [8].

### 1.2.3 Fazol

Fazol původem pochází z tropických a subtropických oblastí Střední a Jižní Ameriky. Do Evropy ho dovezli mořeplavci začátkem 16. století [11]. Fazol patří po sóji mezi nejrozšířenější luskovinu na světě. V ČR se velkovýrobně přestal pěstovat, jeho potřeba je kryta dovozem. Je to jarní luskovina pěstovaná v teplejších oblastech. Obsahuje všechny složky nezbytné pro lidskou výživu (bílkoviny až 23-25 %, glycidy, tuky, vitaminy, popeloviny aj.) [13]. Pěstuje se nejen pro suchá semena, ale i pro nezralé lusky – odrůdy fazolu zahradního, který se převážně zpracovává konzervářsky a mražením. *Phaseolus vulgaris* (Fazol obecný) má dvě variety – *Phaseolus vulgaris* var. *nanus* (Fazol keříčkový) a *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* (Fazol popínavý) [14]. Fazol je jednoletá, samosprašná rostlina.

Květy má uspořádané po 2-6 v květenství na dlouhých květních osách v úžlabí listů. Listy jsou trojčetné, lusky se liší tvarem a délkou [6]. Tvar semene může být kulovitý, oválný nebo ledvinovitý. Barvy semen jsou rozmanité [7].

### Semena a obsah důležitých látek

V semenech je obsaženo 25 % bílkovin. Zahrnují všechny esenciální aminokyseliny s výjimkou tryptofanu, nejvíce jsou bohatá na lysin. Z vitaminů se v semenech nachází B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> a niacin. Z minerálních látek obsahují zvýšený podíl železa a vápníku, dále hořčík, fosfor a draslík [8].

Obr. 4 Semena fazolu obecného [15]



### Postup klíčení

Semena se před klíčením předmáčejí 8-14 hodin. Klíčí se v klíčidle, keramické misce nebo ve sklenici, pokud možno při co nejnižší teplotě (kolem 18°C). Semena se musí pravidelně proplachovat a to 2-3 x denně. Z 1 dílu suchých semen získáme 4 díly naklíčených semen [8].

#### 1.2.4 Mungo

Druh *mungo* patří do rodu *Vigna*, který je úzce příbuzný s rodem *Phaseolus*. V minulosti byla *Vigna* vedena jako fazol zlatý. V praxi jsou tyto dva pojmy často zaměňovány. Zelená sója – mungo, *Vigna radiata* syn. *Phaseolus radiatus*, také *Phaseolus mungo* a *Phaseolus aureus* patří mezi nejvýznamnější jedlou luskovinu tropických oblastí Asie, Afriky, střední a severní Ameriky a jižní Evropy. Využívá se k potravinářským účelům ve formě zeleniny k přípravě zeleninových salátů z naklíčených semen [4, 8]. Jednoleté rostliny jsou buď pnoucí, nebo nepopínavé. Tvoří drobná, lesklá zelená nebo černá semena [8]. Suchá seme-

na využíváme k přípravě pokrmů vařením podobně jako fazol, používají se do různých asijských pokrmů, připravují se z nich kaše nebo polévky. Také se z nich vyrábí mouka [4, 8]. V průběhu růstu výhonků prudce narůstá obsah vitaminů, zejména vitaminu E [8].

### **Semena a obsah důležitých látek**

Semena mají vysoký obsah bílkovin (24 %) a sacharidů (46,5 %), proto vykazují vysokou energetickou hodnotu. Z dalších látek obsahují 1,1 % tuků, vitaminy A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacin, B<sub>12</sub>, C a E. Z minerálních látek obsahují draslík, fosfor, vápník, železo a hořčík.

Výhonky mají menší obsah energie než semena, jsou vhodné jako součást dietních pokrmů. Čerstvé výhonky mají více vitaminu C než semena. Výhonky obsahují až 20 % bílkovin.

### **Postup klíčení**

Semena se namáčí 12 hodin. Klíčí se na klíčidle, ve sklenici nebo v klíčícím váčku. Semena se proplachují 2-3 x denně. Výhonky se pěstují stejným způsobem, pouze se nechají déle klíčit. Výhonky lze pěstovat i v PET láhvi [8].

*Obr. 5: Mungo*



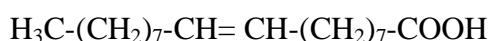
## 2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA OLEJNIN

Již ve starověku byly tuky a oleje používány ve výživě, kosmetice, v lékařství i k technickým účelům. Nejdříve u nás převažoval konzum živočišných tuků. Obrat nastal během druhé světové války a v poválečném období rozšířením a pěstováním olejin v důsledku nedostatečného dovozu ze zámorí [16].

V poslední době je ve světě zaznamenán dynamický růst pěstování olejin. Došlo ke změně stravovacích návyků, je vyšší konzumace rostlinných olejů na úkor živočišných tuků ze zdravotních důvodů, ale také z finančních, protože produkce olejů z rostlin je levnější, než získávání tuku chovem zvířat [17]. Tukový průmysl zasahuje i do jiných odvětví než je potravinářství. Jde především o výrobu detergentů, kam patří prací a čisticí prostředky, smáčečí a odmašťovací prostředky. Upravený řepkový olej se využívá jako příměs do pohonných hmot a jako mazadlo [16].

Mezi nejvíce pěstované olejininy u nás patří řepka olejná, mák setý, slunečnice roční, hořčice bílá, sója luštinatá, len setý olejní aj. Nejvýznamnější olejininy u nás z hlediska získávání oleje jsou řepka ozimá a slunečnice. Další významné olejininy, které se nepěstují přímo k získávání oleje, jsou mák a hořčice bílá používaná pro výrobu pochutiny a k exportu do zahraničí [17]. Nejvýznamnějším a nejpočetnějším zdrojem olejin je čeled' brukvovitých.

Hlavní složkou lipidů jsou mastné kyseliny, které dělíme na nasycené a nenasycené. Nejběžnější nasycenou mastnou kyselinou přítomnou téměř ve všech tucích je kyselina palmitová (16 C) a kyselina stearová (18 C). Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou nazýváme monoenové a s více dvojnými vazbami polyenové. Téměř ve všech tucích a olejích se vyskytuje monoenová – kyselina olejová (18:1).



Nejběžnější z polyenových mastných kyselin je kyselina linolová (18:2).



V přírodě jsou mastné kyseliny většinou vázány na glycerol, který průmyslově získáváme jejich hydrolýzou. Podstatnou část tuků a olejů, až kolem 99 % tvoří triacylglyceroly (estery mastným kyselin s glycerolem). Téměř 70 % všech rostlinných glyceridů tvoří tři mastné kyseliny – kyselina palmitová (nasycená), kyselina olejová a linolová (nenasycené). Složení některých rostlinných olejů je uvedeno v tabulce č. 1 [16].

Tab. 1 Složení některých rostlinných olejů

Druh oleje	Převládající mastné kyseliny
Řepkový tradiční	40-50 % kyseliny erukové
Řepkový bezerukový	50-60 % kyseliny olejové, < 5 % kyseliny erukové
Sójový	linolová, olejová, linolenová
Slunečnicový	linolová, olejová
Olivový	olejová, linolová
Palmový	palmitová, olejová
Kokosový, palmojádrový	laurová, myristová
Lněný	linoleová, linolová
Ořechový, makový	linolová

Oleje ze severních olejin jsou tekuté, protože obsahují vysoký podíl nenasycených mastných kyselin. Z jižních olejin mají oleje vysoký podíl nasycených mastných kyselin, proto nejsou za běžných teplot do 50°C tekuté. Oleje lze dělit na vysychavé, polovysychavé a nevysychavé. Je to dáno podílem nenasycených mastných kyselin. Tam, kde je jich málo, se jedná o nevysychavé oleje.

Olejiny hromadí tuky a oleje v různých částech rostliny, např. v semeni (řepka, sója, mák, sezam, len), v nažce (bavlník, slunečnice, konopí), v lusku se semenem (podzemnice olejná), v šesuli se semenem (krambe), v ořechu (palma kokosová), v dužnaté peckovici (palma olejná, oliva evropská), v hlíze (šáchor jedlý) aj. [6].

## 2.1 Stavba a biologické vlastnosti sledovaných olejin

### 2.1.1 Semeno

Stavba semene má významný vliv na složení zásobních látek a technologickou hodnotu semene. Semeno tvoří vnější a vnitřní osemení. Vnější osemení se skládá z vnější pokožky a podpokožkového parenchymu a palisádových buněk s hnědým pigmentem. Vlastní jádro semene je obaleno vnitřním osemením a uloženo pod vnějším osemením. Jádro je tvořeno dvěma dělohami, které jsou vyplněné endospermem s aleuronovými a tukovými zrny. Roz-

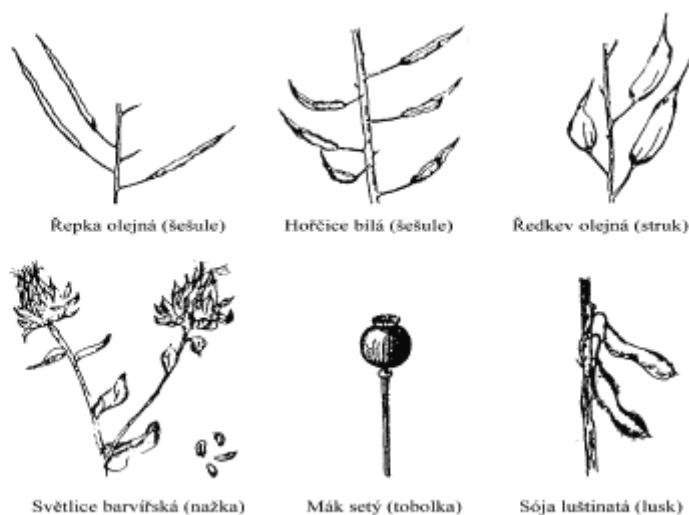


lišování semen nečiní potíže, výjimku tvoří čeled' brukvovitých, které se projevují zvláště výraznou chutí (spolehlivě rozlišíme hořčice od ostatních druhů). Na povrchu semen brukvovitých olejnin je charakteristická kresba tzv. retikulace osemení [18].

### 2.1.2 Plod

Plody olejnin jsou šesule, mohou být jednosemenné (krambe) a vícesemenné (ostatní brukvovité, řepka, hořčice), struk (ředkev olejná), nažka (saflor, slunečnice), tobolka (mák, skočec), lusk (sója) [18].

Obr. 6: Plody olejnin [19]



### 2.1.3 Listy a ochlupení

Olejnininy mají těžko zaměnitelný vzhled, výjimku tvoří brukvovité. Zde se určují rostliny od fáze 2 pravých listů do zralosti. Brukvovité určujeme podle barvy listů a ochlupení. Řepka má modrozelené, holé listy, řepice světlezelené až zelené na rubu ochlupené listy, hořčice bílá – celá rostlina je silně ochlupacená, hořčice sareptská – ochlupacení střední, jiný tvar listů, ředkev olejná – slabě ochlupacená [18].

### 2.1.4 Květy

Brukvovité (křížaté) – mají květ podle čísla čtyři – čtyři korunní plátky (řepka olejná, hořčice, řepice, ředkev) [20].

Hvězdicovité (složnokvěté) – mají typické květenství, květy jsou drobné, uspořádané v mnohokvětém útvaru tzv. úboru. Trubkovité jsou obvykle pravidelné s korunou trubkovitou a tvoří ve střední části úboru terč (slunečnice) [21].



Bobovité (motýlokvěté) – mají charakteristické květy s pětičetným kalichem i korunou, rozlišenou na pavězu, křídla a člunek (sojový bob) [Novák, Skalický 2008].

### 2.1.5 Kořen

Významné jsou zejména bobovité pro svou symbiózu s hlízkovitými bakteriemi rodu *Rhizobium*, které tvoří ve speciálních hlízkách svých kořenů. Symbiotické bakterie mají schopnost přijímat dusík z atmosféry a přeměnit jej na využitelnou formu dusíku pro hostitelské rostliny [22].

## 2.2 Přehled vybraných druhů olejin

### 2.2.1 Bob

Bob obecný patří k nejstarším kulturním plodinám. Byl znám již ve starém Egyptě, do Evropy byl rozšířen až v 17. století. V současné době se u nás příliš nepěstuje, hojně je pěstován v Itálii. Bob je využíván zejména jako krmivo a to jako zelená hmota nebo jako semeno. Bob obecný je jednoletá rostlina, samosprašná i cizosprašná [11]. Květy jsou velké, uspořádané po 2-5 v hroznech, vyrůstající v listovém úžlabí [7].

Květy jsou barevné, což bývá většinou spojeno s vysokým podílem taninů a jiných antinutričních a hořkých látek v semenech. Délka lusků je 3-20 cm, jsou široké a zploštělé, obsahují 3-8 semen. Semena mají různou barvu – šedobílou, zelenou, hnědou, fialovou, černou včetně žíhání. Dělení bobu je různé. Velmi časté je dělení bobu podle velikosti semen, kde je dělen do 3 skupin na bob zahradní (svinský) – *Vicia faba* var. *major*, bob polní (koňský) – *Vicia faba* var. *equina*, bob drobnosemenný (holubí) – *Vicia faba* var. *minor* [4].

### Semena a obsah důležitých látek

Semena obsahují velké množství bílkovin (až 30 %) s vysokým zastoupením esenciálních mastných kyselin. Z minerálních látek obsahují především fosfor, vápník a železo a také vitaminy skupiny B [11]. Z antinutričních látek obsahuje tanin, kyanidy, glykosidy (vicin a konvicin), lektiny. Tanin snižuje stravitelnost a způsobuje svíravou chuť. Vicin a konvicin způsobují onemocnění zvané favismus, což je geneticky podmíněný nedostatek enzymů [23].

*Obr. č. 7: Bob obecný [24]*

### **Postup klíčení**

Bob je nenáročný na teplotu, snese i mrazy do  $-7^{\circ}\text{C}$ . Optimální teplota pro klíčení je  $20^{\circ}\text{C}$  [11]. Klíčí se v klíčidle, v skleněné nádobě nebo hrnci. Semena se předmáčí 12 hodin. Výhonky vyrostou obvykle za 3-5 dnů. Když je kořen dlouhý 2 cm, jsou vhodné ke konzumaci [25].

### **2.2.2 Řepka**

Řepka olejná patří mezi naši nejvýznamnější olejninu a její podíl na produkci v ČR je asi 95 %. Využívá se jako zdroj pro výrobu margarínů, ztužených pokrmových tuků a hlavně pro výrobu kvalitního jedlého oleje. Extrahované šroty nebo pokrutiny se přidávají do krmných směsí [17]. Řepkový olej je významný také pro chemický průmysl a jako zdroj obnovitelné energie tzv. bionafta, příp. ekomazadla. Řepka patří mezi významný zdroj obživy pro volně žijící faunu, je včelomilná. Brání erozi půdy, zabraňuje splavování dusíkatých látek do spodních vod, snižuje znečištění půdy a vodních zdrojů a v neposlední řadě je pro svou výraznou barvu významným krajinným prvkem [6].

Patří do čeledi brukvovitých. Je to jednoletá, samosprašná rostlina. Má mohutný kulový kořen, lodyha je vysoká 120-220 cm. Květ je stavěn podle čísla 4, zpravidla má jasně žlutou barvu. Plodem je dvouřadá šešule obsahující 15-20 tmavě zbarvených semen. Téměř veškerá řepka pěstovaná u nás spadá do kategorie dvounulových řepok, které se vyznačují nízkým obsahem kyseliny erukové a nízkým obsahem antinutričních látek – glukosinolátů v semenech [17].

### Semena a obsah důležitých látek

Ze semen se lisuje olej, jehož množství se pohybuje okolo 45 %. Je složen zejména z glycerolu kyseliny linolové, linoleové a erukové. Obsah dusíkatých látek je okolo 20 %. Obsah minerálních látek se pohybuje okolo 3 %. Z antinutričních látek obsahuje glukosinoláty, které představují významnou skupinu sirných sekundárních metabolitů s toxickými nebo odpudivými účinky [26].

Obr. 8: Semena řepky olejně [27]



### Postup klíčení

Optimální teplota pro klíčení je 20°C. Klíčí se v klíčidle. Semena se předmáčí 12 hodin. Výhonky vyrostou obvykle za 3-5 dnů.

### 2.2.3 Slunečnice

Slunečnice patří mezi další významnou olejinu u nás. Ve světové produkci se řadí na čtvrté místo. Význam spočívá především v produkci dieteticky kvalitního oleje. Méně kvalitní olej se používá pro výrobu fermeží, barev, mazadel a mýdel [6]. Okrajově se pěstuje i cukrářská, silážní slunečnice a slunečnice pro ptačí zob. Pokrutiny a extrahované šroty se přidávají do krmných směsí. Semeno obsahuje 45-64 % oleje, 20-30 % bílkovin a 7-10 % glycidů. Olej obsahuje mastné kyseliny, z nichž převládá kyselina linolová (75-80 %), pěstují se také hybridy, kde převládá kyselina olejová (70-80 %). Obě mastné kyseliny se uplatňují v prevenci proti vzniku rakoviny a aterosklerózy. Slunečnice je teplomilná, suchovzdorná rostlina. Patří do čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*) [17]. Rod *Helianthus* má až 264 druhů. Pěstují se tři typy odrůd – stolní, olejně a odrůdy středního typu [8]. Má mohutný kořenový systém, hlavní kulový kořen proniká do hloubky 2-3 m. Její výška je zhru-

ba 1,2-2 m. Listy jsou drsné, elipsovité, srdcovité s pilkovým okrajem. Květenství slunečnice má přibližně 150-500 mm. Jsou v něm dva typy květů – po obvodě se nachází jazykové květy, které jsou žlutě zbarvené a uvnitř vyplňují celé lůžko trubkovité oboupohlavní květy. Plod je jednosemenná nažka, která je tvořena kožovitým oplodím a semenem. Barvy nažky mohou být bílé, černé, fialové nebo jsou pruhované [6].

### **Semena a obsah důležitých látek**

Semena obsahují 28 % bílkovin, všechny esenciální aminokyseliny a 24-40 % oleje, dle pěstované odrůdy. V oleji se nachází vysoký podíl nenasycených mastných kyselin, zejména kyselina linoleová a lecitin. Z dalších významných látek semena obsahují 10 % sacharidů, vitaminy B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, D, K a E. Z minerálních látek jsou v semenech obsaženy fosfor, chlor, kobalt, mangan, hořčík, jód, vápník, fluor, draslík, zinek, železo a měď. Semena slunečnice jsou významná také obsahem cholinu, betainu, tříslovin a éterických olejů [8].

*Obr. 9: Semena slunečnice roční [28]*



### **Postup klíčení**

Ke klíčení se volí vyloupaná semena, která se předmáčí po dobu 5 hodin. Klíčí se na klíčidle nebo ve sklenici. Během klíčení se musí semena důkladně propírat (2 x denně), aby se odstranily tenké obaly ulpívající na jádrech semen. Nejvhodnější teplota pro klíčení je 20°C. Naklíčená semena se mohou konzumovat po 18-20 hodinách, po delším klíčení semena hořknou. Z 1 dílu suchých semen můžeme získat 1,5 dílu naklíčených semen.

Pro pěstování výhonků se používají pouze neloupaná semena, která se předmáčí 48 hodin. Mohou se pěstovat na misce s vrstvou zeminy, písku nebo na navlhčené látce. Všechna semena mají být dostatečně namočena. Zpočátku má být miska umístěna do fóliového sáčku. Jakmile jsou výhonky velké 3-4 cm, sáček se odstraní a výhonky rostou volně. Výhonky se sklízí 8-12. den [8].

### 3 KLÍČENÍ

Během klíčení semen dochází k růstu zárodku a jeho přeměně v autotrofní rostlinu. Výživa zárodku je zajišťována z děloh nebo jiných zásobních pletiv semene. Nejdříve začíná růst kořínek. Pokud prorazí osemením, semeno je naklíčené. Poté proráží osemením pířko (základ prýtu), mluvíme o klíčící rostlině [21].

Klíčení začíná příjmem vody, bobtnáním. V průběhu klíčení se zvyšuje obsah vody z 12-15 % až na 114 %. Je pozorována zesílená činnost hydrolytických a oxidačních procesů. Po nabobtnání semene se zvyšuje intenzita dýchání, dochází k velké spotřebě energie a snižuje se obsah sušiny v semenu. Dochází k rozpadu polymerních sloučenin bílkovin, polysacharidů a tuků, kterou jsou později využity k biosyntéze při tvorbě buněk klíčků a později kořínků. Ke změnám dochází také v syntéze nukleových kyselin, hlavně RNA – kyseliny ribonukleové.

V literatuře se uvádí rozdíl mezi naklíčeným semenem a výhonkem. Naklíčené semeno má krátký klíček a klíčilo cca 1-3 dny. Během klíčení dochází k přeměně škrobů na jednoduché cukry a zvyšuje se enzymová aktivita. Výhonkem rozumíme mladou rostlinu ve stáří 4-12 dnů. Po této době dochází k vyčerpání zásobních látek ze semene, probíhají četné procesy doprovázené zvýšenou enzymatickou aktivitou a rychlým růstem. Ve výhoncích se vyskytují kromě cukrů také bílkoviny, vláknina, chlorofyl a četné enzymy. Jsou snadno stravitelné [8].

#### 3.1 Faktory ovlivňující klíčení

Ke klíčení semen dochází pouze při vytvoření příznivých podmínek, mezi které patří teplota, dostatek vody a kyslíku a u některých světlo [Jablonský, 2005].

##### 3.1.1 Teplota

Klíčení jednotlivých semen probíhá při různých teplotách. U teploty rozlišujeme teplotní minimum, optimum a maximum. Na teplotě klíčení závisí délka trvání klíčení [8]. Minimální teploty pro klíčení umožňují zahájit biochemické a fyziologické pochody klíčení. Semena hrachu nebo bobu mohou klíčit při nízkých teplotách těsně nad 0°C, zatímco minimální teplota pro klíčení sóji a fazolu je kolem 7-10°C [4].

### 3.1.2 Voda

Vlivem vody dochází k bobtnání a semena přecházejí z období klidu do aktivity, aktivní jsou i enzymy. Zvýšení obsahu vody v semenech je provázáno zvýšením aktivity dýchání a naopak [8].

### 3.1.3 Kyslík

Jednou z nezbytných podmínek pro klíčení je kyslík, bez něhož by semena nevyklíčila. Při zvýšeném hromadění oxidu uhličitého v prostředí dochází k brzdění klíčení. Pokud je jeho obsah nad 35 % - semena hynou. To je jeden z důvodů, proč nemá být semeno během klíčení trvale namočeno ve vodě [8].

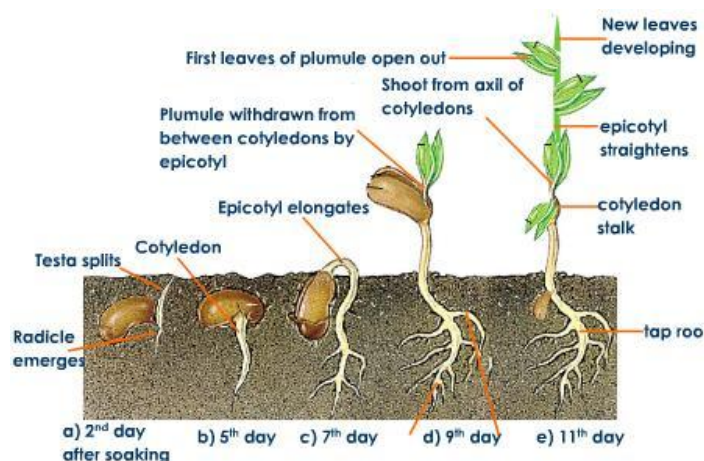
### 3.1.4 Světlo

Obvykle není podmínkou pro klíčení, ale v některých případech klíčení urychluje, zatímco tma působí inhibičně. U některých druhů je to naopak, světlo klíčení zpomaluje. Vliv na klíčení může mít i vlnová délka světla [8].

### 3.1.5 Chemické látky

Vliv na klíčení semen mohou mít i různé chemické látky. Působení chemických látek v nižších koncentracích semena podráždí a ve vyšších koncentracích je vždy poškodí. Proto musí být zachována opatrnost při desinfekci semen. Nepříznivý účinek má zvýšený obsah solí ve vodě. Pro snížení počtu bakterií při začátku klíčení se doporučuje přidat do vody malé množství kyseliny citrónové [8].

Obr. 10: Obecné schéma klíčení [29]



### 3.2 Význam naklíčených semen

Naklíčená semena jsou zdrojem vitaminů, kterého lze využít především v zimním období a na jaře, kdy se potýkáme s nedostatkem čerstvé zeleniny. Řada látek zjištěných v klíčcích má ochranné nebo i léčivé účinky, některé snižují riziko různých onemocnění. Mezi nejdůležitější řadíme látky s antioxidačním účinkem, dále nukleové kyseliny, enzymy, vitaminy a látky podporující imunitu. Klíčky a výhonky je vhodné konzumovat v syrovém stavu, neboť některé z výše jmenovaných látek jsou tepelně nestabilní [8]. Enzymy jsou ničeny při teplotách vyšších než 40°C, většina vitaminů také [30].

V 18. století byly klíčky hlavním zdrojem vitaminu C na lodích, kterým se námořníci chránili před skorbutem. V dnešní době je potřeba zvýšeného množství vitaminů především u osob s vyšší stresovou zátěží. Přirozeně se vitaminy vyskytují v klíčcích a výhoncích ve vyšším množství (tab. 2).

Tab. 2. Výskyt vitaminů ve vybraných rostlinách

Vitamin	Výskyt
A	obiloviny, klíčky
B <sub>1</sub>	otruby obilovin, pšeničné klíčky
B <sub>2</sub>	všechny obiloviny
B <sub>3</sub> (niacin)	obiloviny, luštěniny, klíčky, zdrojem – semena slunečnice, fazole a hrachu
B <sub>6</sub> (pyridoxin)	fazole, ořechy, cizrnové, čočkové, pšeničné klíčky
B <sub>12</sub> (kobalamin)	sójové výhonky, klíčky čočky, cizrny a zahradního hrášku
B <sub>17</sub> (laetрил)	klíčky prosa
H (biotin)	výhonky četných rostlin
C	výhonky vojtěšky
Inositol	sója, pohanka, adzuki, cizrna

Význam výhonků opět roste, neboť se neustále zvyšuje spotřeba nutričně chudých výrobků z vymílané bílé mouky [8]. Rostlinné bílkoviny jsou nejkvalitnější dostupné proteiny, kterými jsou klíčky doslova nabity. Na rozdíl od potravin živočišného původu, neprodukují při trávicím procesu tolik toxických látek. Mezi naklíčenými rostlinami je nejbohatším



zdrojem bílkovin čočka. Naklíčená semena, luštěniny, obilí i ořechy obsahují všech 8 esenciálních mastných aminokyselin. Jejich účinky jsou nezbytné pro správné trávení a správnou funkci jater, obnovování buněk, imunitu, rychlé hojení ran, zvyšují zásobu energie a vitalitu. Další důležitou látkou obsaženou v klíčcích jsou vitaminy. Regulují chemické reakce, pomáhají uvolňovat energii z potravy. Uměle připravené vitaminy mají jen zlomek biologické aktivity přírodních vitaminů. Klíčky obsahují také minerály, které jsou nezbytné pro metabolické procesy důležité pro správné fungování těla. Ionty minerálních prvků udržují přiměřenou elektrickou rovnováhu na membránách buněk nutnou pro správný průběh membránových transportů.

Naklíčené rostliny se mohou uplatnit také jako ideální potrava při redukční dietě. Dodávají tělu velké množství nízkokalorické potravy, která je lehce stravitelná a dodává tělu energii. Tělesný metabolismus je urychlen, není zpomalován těžce stravitelným jídlem. Dochází k vylučování škodlivých látek. Největší pročišťující účinky potřebné pro hubnutí mají především naklíčené ředkvičky, zelí, vojtěška, jetel a pískavice řecké seno [30].

## 4 ANTIOXIDANTY

### 4.1 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky chránící naše tělo před oxidačním procesem. Buď zamezí vzniku radikálu, nebo vstoupí do reakce s volným radikálem a zneškodní ho nebo opraví změnu, kterou radikál způsobil [31]. Antioxidanty prodlužují údržnost potravin, chrání je před znehodnocením, které způsobuje oxidace tj. žluknutí tuků, dochází k dalším chemickým změnám, které negativně ovlivňují jejich výživovou, senzoricou (vůni, chuť, barvu) a hygienicko – toxikologickou hodnotu. Lidský organismus některé antioxidanty produkuje – endogenní antioxidanty a některé musí přijmout potravou – exogenní antioxidanty. Mezi nejvýznamnější endogenní antioxidanty patří enzymy, koenzymy a sloučeniny obsahující síru např. glutation. Mezi exogenní antioxidanty patří vitaminy, hlavně vitaminy E a C, karotenoidy, bioflavonoidy a několik sloučenin obsahujících síru [32].

Antioxidanty, jež reagují s volnými radikály, nazýváme primární a antioxidanty, jež redukují vzniklé hyperperoxy jsou sekundární. Dle původu rozeznáváme antioxidanty přírodní a syntetické [33].

#### 4.1.1 Volné radikály

Volné radikály jsou látky, které mohou nekontrolovaně poškozovat živé buňky a mohou škodit našemu zdraví. Jsou to nepárové elektrony, které se při chemické reakci odtrhly od mateřské molekuly. Jsou velmi nestálé a reaktivní, stále vyhledávají další elektron, aby vytvořily nový pár. Mají tendenci se neustále slučovat a tím vytvářejí stále další radikály. Škodí tím, že „vytrhávají“ elektrony z normálních tělesných buněk [32]. Rovnováha mezi protikladnými ději, volnými radikály a antioxidanty pomáhá udržovat zdraví. Volné radikály mají i své fyziologické funkce např. při průniku spermie do vajíčka pomáhají rozrušovat membránu. Ve fagocytujících buňkách mají baktericidní účinek, dokážou zabíjet i nádorové buňky. Volné radikály vznikají v nadměrné míře při zánětech, traumatech a dalších onemocněních. O oxidačním stresu hovoříme, pokud dojde k akutnímu poškození tkáně [34]. Za normálních okolností je naše tělo schopné poškození volnými radikály kompenzovat pomocí látek tělu vlastních – antioxidanty. Problém nastává v případě, že se hladina volných radikálů natolik zvýší, že se naše tělo nestačí bránit. Oxidační stres je nerovnováha mezi volnými radikály a antioxidanty. K udržení zdraví, kondice a dlouhověkosti je nezbytná balance mezi volnými radikály a antioxidanty [35].

#### 4.1.2 Výskyt antioxidantů

##### ➤ Přírodní antioxidanty

Přirozené chemické sloučeniny vyskytující se v rostlinách a mající vysoký antioxidační účinek se nazývají fytochemikálie. Mezi významné fytochemikálie patří především karotenoidy, flavonoidy, isoflavony, vitaminy, minerály a superoxid dismutáza [36]. Již po staletí se k prodloužení trvanlivosti potravin používají také různé byliny a koření. Obzvláště účinné jsou rozmarýn, šalvěj, oregano, tymián, hřebíček, kurkuma, ovesná mouka aj. Přírodní extrakty z rostlin ale mají velmi často omezené využití, protože mohou vykazovat vůni nebo hořkost po použitých rostlinách. Mezi přírodní antioxidanty, které jsou povoleny jako aditiva, patří tokoferoly, fenolové antioxidanty, galláty a endioly, které z povolených látek zahrnují kyselinu askorbovou a kyselinu erythorbovou a jejich soli [33].

##### **Karotenoidy**

Karotenoidy jsou ve vodě rozpustná barviva vyskytující se v červeném, oranžovém a zeleném ovoci a v zelenině. Jako antioxidanty chrání proti vlivu UV paprsků ve slunečním světle, působí proti rakovině, posilují imunitu, snižují riziko srdečně cévních onemocnění a očního zákalu, chrání kůži, oči, játra a plicní tkáň před volnými radikály. Mezi nejdůležitější zástupce patří alfa-karoten, jehož nejbohatším zdrojem je vařená mrkev a dýně; Beta-karoten vyskytující se hlavně v barevně zbarveném ovoci a zelenině, ve sladkých bramborách, dýni, mungu a špenátu; Kryptoxantin, který můžeme získat z broskví, papáji, mandarinek a pomerančů; Lykopen – rozpustný v tuku a proto se lépe získává z teplých pokrmů nebo z menšího množství tuku; Lutein – dostatek ho najdeme ve špenátu a v listové zelenině; Zeaxantin – v řeřichách, špenátu, listech čekanky a ibišku [36].

##### **Flavonoidy**

Flavonoidy se vyskytují jako barviva v zelenině, ovoci, zrninách, v listech a kůře stromů. Bylo zjištěno, že flavonoidy mají mnohonásobně vyšší antioxidační aktivitu než vitaminy C a E, snižují hladinu LDL cholesterolu, mají antikancerogenní efekt, snižují riziko infarktu a cévní mozkové příhody, zabraňují tvorbě krevních sraženin. Mezi nejdůležitější zdroje patří katechiny – ve velkém množství jsou obsaženy v zeleném čaji, v hroznech a v červeném víně; Resveratrol – nachází se ve slupce a jádrech vinných hroznů, dává barvu červenému vínu. Je vysvětlením tzv. *francouzského paradoxu*, kdy bylo zjištěno, že je ve Francii nízký počet úmrtí na ischemickou chorobu srdeční i přesto, že francouzská kuchyně obsahuje velké množství tuku a cholesterolu. Je to vysvětleno pravidelným pitím červe-

ného vína při hlavním jídle; Protokyanidy a antokyanidiny – lze je získat z jader vinných hroznů a z kůry ananasového melounu [36].

### **Isoflavony**

Isoflavony jsou látky příbuzné flavonoidům, mají také podobné účinky na organismus. V těle jsou měněny na fytoestrogeny, látky rostlinné povahy, které jsou chemickým složením podobné hormonům. Potlačují růst rakovinových buněk, snižují hladinu cholesterolu a triglyceridů v krvi a tím působí preventivně proti vzniku ischemické choroby srdeční. Mezi nejvýznamnější druhy patří genistein, který se nachází výhradně v sóji a sójových výrobcích a daidzen, který se rovněž nachází v sóji [36].

### **Vitaminy**

Vitaminy potlačují produkci kancerogenních látek, zvyšují aktivitu imunitního systému, brání proti infekcím, snižují hladinu LDL cholesterolu, snižují riziko srdečně cévních onemocnění. Mezi významné antioxidanty z řady vitaminů patří vitaminy A, C a E [36]. V řadě prospektivních studií ale bylo prokázáno, že příjem vitaminů cestou farmaceutických přípravků neprokázalo žádný efekt, v mnoha případech se objevil efekt opačný. Např. přidávání beta karotenu do stravy zvýšilo významně výskyt nádorů plic u kuřáků. Zde se projevil zřejmě efekt interakce s kouřením. Z toho plyne, že je zásadní rozdíl mezi příjmem vitaminů ve farmaceutické podobě nebo ve formě jejich přírodních zdrojů, neboť sledované vitaminy jsou doprovázeny řadou dalších látek, které mohou mít efekt výraznější než samotný vitamin a mohou se uplatňovat ve vzájemných interakcích a vazbách [37].

#### Vitamin A

Vyskytuje v rybím tuku, žluté a listové zelenině, vejcích, mléku, margarínu, v žlutém ovoci. V mrkvi se vitamin A nevyskytuje. Mrkev obsahuje karotenoidy (prekurzory), které naše tělo přeměňuje na vitamin A [36]. Dobrým zdrojem vitaminu A jsou klíčky vojtěšky, zelí, jetele, hrachu a hořčice [30].

#### Vitamin C

Nalezneme ho v citrusových plodech, jahodách, listové a brukvovité zelenině, rajčatech, melounu, bramborách, paprice a kvěťáku [36]. Nenaklíčená semena čočky neobsahují prakticky žádný vitamin C, ale po naklíčení jsou jedním z nejbohatších zdrojů tohoto vitaminu. Čerstvé klíčky čočky, zelí, fazolí nebo mungo jsou rovněž velkým zdrojem vitaminu C [30]. Většina zvířat si vitamin C dokáže vytvořit sama, člověk a pár živočichů nikoliv [32].

### Vitamin E

Vitamin E (tokoferol) je obsažen v obilných klíčcích, v klíčcích vojtěšky, sezamu, slunečnice a mandlích, sojových bobech, rostlinných olejích, ořechích, růžičkové kapustě, listové zelenině, špenátu, plnozrnných obilninách, luštěninách a vejcích [30, 36].

### **Minerály**

Minerály působí antioxidačně, ale vzhledem k tomu, že nelze žádný v organismu vytvořit, musí se všechny přijímat potravou. Mezi nejvýznamnější antioxidanty působící proti volným radikálům patří selen a zinek. Zvyšují aktivitu imunitního systému, potlačují vznik nádorů, brání vzniku krevních sraženin [36]. Dobrým zdrojem snadno využitelných minerálů jsou klíčky rostlin. Naklíčená semena absorbují i velké množství minerálů a stopových prvků z vody, kterou je zaléváme. Sezamové klíčky, klíčky mandlí, slunečnice, vojtěšky a cizrny jsou dobrým zdrojem vápníku. Zdrojem draslíku jsou klíčky mandlí, sezamu, slunečnice, fazolí mungo a vigny. Naklíčená vojtěška, pískavice řecké seno, čočka nebo fazole a mungo jsou dobrým zdrojem železa. Obecně jsou klíčky dobrým zdrojem stopových prvků, jako je jod, zinek, selen, chrom, kobalt a křemík [30].

### **Superoxid dismutáza**

Superoxid dismutáza je enzym se silným antioxidačním účinkem. Pomáhá v ochraně kůže před zářením, zpomaluje projevy stárnutí, je lékem u sklerodermie, zhrubění a zjizvování kůže. Hlavním zdrojem tohoto enzymu je hluchý oves, brokolice, kapusta, zelí a pýr plazivý [36].

#### ➤ **Syntetické antioxidanty**

Mezi nejvýznamnější syntetické antioxidanty patří butylhydroxyanisol (BHA), butylhydroxytoluen (BHT), 2-terc. butylhydrochinon (TBHQ), galláty a estery kyseliny gallové. Méně často se v některých zemích používají antioxidanty s dusíkatým heterocyklem, důvodem je vyšší toxicita. Příkladem může být santokin, který se používá v krmivářství [33]. Problémem při užívání BHA je asi vznik lézí zjištěný u pokusných zvířat. BHT může při vysokých dávkách způsobovat vnitřní krvácení. TBHQ vzhledem k nedostatku informací o toxicitě není povolen v zemích EU, Kanadě některých dalších státech [38].

### **Butylhydroxyanisol (BHA)**

Butylhydroxyanisol je směsí 2 isomerů, z 90 % je tvořen 3-terc. butyl-4-hydroxyanisolem a z 10 % jeho isomerem 2-terc. butyl-4-hydroxyanisolem. Je účinný zejména pro ochranu

tuků s kratším řetězcem, dále pro ochranu aróma a barvy silic. Používá se v obalových materiálech, odkud může přecházet do potravin. Může se projevat pachem připomínající fenoly. Ve srovnání s BHT má vyšší tzv. *carry-through* efekt, tzn., že je účinný jako antioxidant i po konečném tepelném zpracování potravin. Během oxidace lipidů dochází k jeho degradaci [33].

### **Butylhydroxytoluen (BHT)**

Butylhydroxytoluen je 3,5-di-terc. butyl-4hydroxytoluen. Ve srovnání s BHA je účinnější antioxidant živočišných tuků. Stejně jako BHA se používá v obalových materiálech [33].

### **2-terc. butylhydrochinon (TBHQ)**

TBHQ, 2-terc. butylhydrochinon je jako jediný antioxidant difenolem. Patří mezi nejlepší antioxidanty tuků určených na smažení. Má srovnatelný *carry-through* efekt s BHA. Jeho antioxidační aktivitu je možné zvýšit v kombinaci s chelatačními činidly [33].

### **Galláty, estery kyseliny gallové**

Galláty jsou estery kyseliny gallové. Kyselina gallová se v malém množství nachází v potravinách rostlinného původu. Účinnost gallátů je vyšší v bezvodých tucích, jsou proto vhodné pro stabilizaci živočišných tuků (sádla, loje aj.). Propylgallát není vhodný pro tuky určené ke smažení, vykazuje slabý *carry-through* efekt. Vždy se používá v kombinaci s chelatačními činidly (kyselina citronová), protože s ionty železa tvoří modročerné komplexy [39].

#### **4.1.3 Vliv antioxidantů na zdraví**

Mezi všeobecné účinky antioxidantů můžeme zahrnout, že zpomalují stárnutí, snižují riziko nádorů a potlačují jejich růst, pomáhají při detoxifikaci organismu protinádorovými léky, snižují hladinu LDL cholesterolu a s ním spojené riziko arteriosklerózy a srdečně cévních onemocnění, zpomalují průběh Alzheimerovy choroby, chrání zrak před degenerativními změnami, snižují následky kouření (kuřáci potřebují 3 x větší dávky vitamínu C než nekuřáci), chrání před plicními nemocemi- chronická bronchitida, astma, rozedma plic, pomáhají při znečištění ovzduší prachem, smogem, kouřem, pyly [32, 36].

#### **4.1.4 Antioxidační kapacita**

Antioxidační kapacita je schopnost sloučeniny inhibovat oxidační degradaci různých látek. Rozlišujeme antioxidační kapacitu a antioxidační reaktivitu. Antioxidační kapacita nám

dává informace o délce trvání antioxidačního účinku. Počáteční dynamiku průběhu antioxidačního procesu při určité koncentraci antioxidantu nám charakterizuje antioxidační reaktivita. Celkovou antioxidační kapacitu – TAC (Total Antioxidant Capacity) lze stanovit pomocí různých chemických analytických metod, které jsou navzájem odlišné a postupně se vyvíjejí jejich různé modifikace [40]. Epidemiologické studie prokázaly vztah mezi konzumací ovoce a zeleniny a nemocností a úmrtností na degenerativní onemocnění. Spotřeba ovoce a zeleniny je nepřímo spojena s nemocností a úmrtností na degenerativní onemocnění. Není známo, které složky potravy jsou za to zodpovědné, ale antioxidanty hrají významnou roli v ochranném účinku rostlinných potravin. Proto je důležitá dostupnost úplných údajů o složení potravin. Antioxidanty obsažené v ovoci a v zelenině mohou přispět k ochraně před těmito onemocněními. Vzhledem k tomu, že rostlinné potraviny obsahují mnoho různých druhů antioxidantů, je znalost jejich celkové antioxidační kapacity (TAC), což je kumulativní objem složek potravin schopné „uklízet“ volné radikály, užitečná pro epidemiologické účely. Z důvodu chemické rozmanitosti antioxidačních látek obsažených v potravinách nejsou ještě kompletní databáze o obsahu antioxidantů v potravinách k dispozici [41].

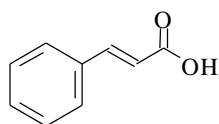
## 5 POLYFENOLY

Fenolických sloučenin existuje okolo 5000. Rostlinné fenoly dodávají rostlinným potravinám charakteristickou vůni, chuť a barvu [42]. Celkový příjem rostlinných polyfenolů činí přibližně asi 1 g na den. Největší část tvoří flavonoidy a fenolové kyseliny. Mezi hlavní potravinové zdroje patří nápoje – čaj, káva, víno, pivo, džusy a ovoce. Většina polyfenolů podléhá v trávicím traktu hydrolytickým reakcím. V tlustém střevě jsou metabolizovány střevními bakteriemi zejména na fenolové kyseliny, které se mohou také vstřebávat z trávicího traktu. Tyto přeměny vedou k velkému počtu metabolitů, u některých však zůstává zachována jejich antioxidační aktivita [43]. Nejdůležitější skupinou, která pozitivně ovlivňuje zdraví člověka, jsou stilbeny. Z nich je nejdůležitější resveratrol, který má vliv na protinádorovou prevenci, působí pozitivně na Alzheimerovu chorobu a také jako regulátor imunitního systému. Fenoly působí preventivně proti civilizačním nemocem, zlepšují imunitu organismu, mají antimikrobiální a antivirové účinky. Koncentraci fenolických látek v rostlinách ovlivňuje především stanoviště, působení slunečního záření, teplota, vlhkost, obsah živin a vody v rostlině [44].

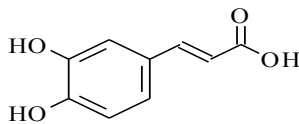
### 5.1 Fenolické kyseliny

Fenolické kyseliny jsou přítomné v řadě potravin rostlinného původu. Tvoří přibližně jednu třetinu polyfenolů v potravě. Ve stravě jsou zastoupeny především hydroxyskořicovými kyselinami, zejména ve formě esterů. Nejčastějšími zástupci jsou kyselina kávová a její estery, dále pak kyselina ferulová. Jedním z hlavních zdrojů kyseliny ferulové jsou např. pšeničné otruby ( $5\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Nejběžnějším esterem kávové kyseliny je kyselina chlorogenová, která je přítomná v různých druzích ovoce a zeleniny a v kávě (šálek kávy obsahuje 50-150 mg kyseliny chlorogenové). Bohatým zdrojem jsou také brambory, jablka, hrušky, meruňky, broskve a artyčok [45].

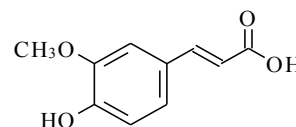
Obr. 11: Schéma fenolických kyselin [46].



kyselina skořicová



kyselina kávová



kyselina ferulová



Mezi další fenolické deriváty se řadí kondenzované taniny. Fenolickými kyselinami jsou kyselina gallová v galotaninech (mango) a ostatní fenolické kyseliny odvozené oxidací galoylových zbytků v ellagotaninech (borůvky, maliny, rybíz). Vysoké hladiny kondenzovaných taninů jsou obsaženy v červeném vínu [47].

## 5.2 Flavonoidy

Patří mezi rostlinné polyfenoly, které se nejčastěji vyskytují v hroznech révy vinné, v zeleném čaji, ořechách, některých bobulovinách a v červeně a žlutě zbarvených částech zeleniny (nejvíce ve slupkách cibule). Mají protinádorový účinek. Přímá souvislost mezi snížením rizika karcinomu proximálního a distálního tračníku a pitím zeleného čaje byla prokázána v Číně [48]. Mezi hlavní skupiny flavonoidů ve výživě člověka patří flavonoly, flavanoly, antokyanidy, proantokyanidiny, flavanony, izoflavonoidy, stilbeny a lignany [49].

### 5.2.1 Flavonoly

Jedním z hlavních flavonoidů ve výživě člověka je flavonol kvercetin. Kvercetin se nachází ve vysokých koncentracích v běžně přijímaných potravinách jako je cibule ( $300 \text{ mg.kg}^{-1}$  čerstvé váhy), jablka ( $21\text{-}72 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), kapusta ( $100 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), červené víno ( $4\text{-}16 \text{ mg.l}^{-1}$ ), zelený a černý čaj ( $10\text{-}25 \text{ mg.l}^{-1}$ ). V těchto zdrojích se nachází buď ve formě volné, nebo je vázán s cukernými jednotkami [45].

### 5.2.2 Flavanoly

Mezi hlavní flavanoly patří katechiny. Řadí se sem např. katechin, epikatechin, epigallokatechin a jejich estery s kyselinou galovou. Jsou přítomné zejména v čaji. V nálevu ze zeleného čaje je ho obsaženo kolem  $1 \text{ g/l}$  katechinů. V černém čaji je ho asi poloviční množství, což je způsobeno oxidací na komplexnější polyfenoly během fermentace. Dalšími zdroji jsou červené víno ( $270 \text{ mg/l}$ ) a čokoláda [45].

### 5.2.3 Antokyanidy

Antokyanidiny jsou červená barviva, která se vyskytují především v třešních, švestkách, rybízu, v tmavém hroznovém víně, v borůvkách [42].

### 5.2.4 Proantokyanidy

Proantokyanidiny jsou polymerní flavanoly, které jsou přítomny v rostlinách jako komplexní směsi polymerů s průměrným stupněm polymerace 4-11. Mohou se vyskytovat jako

vázané esterově s kyselinou gallovou nebo ve formě dvojitě spojených dimerů. Rostlinnými zdroji jsou jablka, hrušky, hrozny, červené víno, čaj, čokoláda, kakao [39].

### 5.2.5 Flavanony

Flavanony jsou bezbarvé až světle žluté pigmenty, v potravinách se vyskytují jen ve velmi malém množství [Davídek a kol. 1983]. Ve větším množství se vyskytují pouze v citrusových plodech, proto jsou také nazývány „citrusové“ flavonoidy. Typicky se vyskytují v pomerančích a grapefruitech. K hlavním zástupcům se řadí naringenin, hesperetin a jejich glykosidy [45].

### 5.2.6 Isoflavonoidy

Patří k nejdůležitějším zástupcům tzv. fytoestrogenů, nejznámější jsou především isoflavony daidzein a genistein. Při nízké hladině estrogenů v krvi, např. u žen v klimakteriu, působí isoflavony stejně jako estrogeny. Příjem isoflavonů působí preventivně proti osteoporóze, neboť zvyšuje kostní denzitu. Nachází se hlavně v luštěninách, především v sóji a jejích produktech [42].

### 5.2.7 Stilbeny

Mezi nejdůležitějšího zástupce stilbenů patří bezesporu resveratrol, který se nachází ve slupkách hroznového vína. Jeho obsah ve víně (nápoji) je různý. Vína, která pochází z jižních oblastí, mají větší zastoupení resveratrolu v červených odrůdách révy vinné, naopak u nás je větší zastoupení v bílých odrůdách (nejvíce odrůdy Veltlínské zelené). Antioxidační účinek resveratrolu byl popsán v souvislosti s tzv. Francouzským paradoxem (byla zjištěna nižší úmrtnost na srdečně cévní onemocnění u lidí žijících v zemích s tradicí pití vína) [42].

### 5.2.8 Lignany

Jsou to látky, které se nejvíce vyskytují v čaji, jahodách, celých zrnech a především ve lněném semínku. Během technologické úpravy dochází k odstranění slupek společně s lignany, proto je vhodné konzumovat celozrnné pečivo s obsahem lněného semínka [42].

## 6 MINERÁLNÍ LÁTKY

Nejlepším zdrojem minerálních látek a stopových prvků jsou výhonky společně s mořskými řasami. Jsou nejvíce bohaté na vápník, fosfor a hořčík. Ve všech semenech a klíčcích jsou obsaženy základní biogenní prvky, mezi které patří železo, vápník, draslík, hořčík, sodík, fosfor a stopové prvky, které zahrnují měď, mangan a zinek [8]. Z lékařského hlediska dělíme minerální látky podle denní potřeby do tří skupin na makroelementy, jejichž denní potřeba je nad 100 mg, mikroelementy, jejichž denní potřeba je do 100 mg a stopové prvky, u nichž denní potřeba nebyla pro většinu prvků dosud stanovena, řádově se pohybuje v µg. Některé z minerálních prvků jsou pro organismus nezbytné a některé mohou být pro organismus toxické. Je důležité zajistit, aby příjem jednotlivých prvků byl vyvážený, bezpečný a adekvátní [50].

### 6.1 Minerální látky v potravinách

#### 6.1.1 Fosfor

Fosfor existuje v přírodě jako trojmocný a pětímocný, v organismu se nachází běžně jako pětímocný (fosforečnan). Fosfor se podílí na metabolismu a umožňuje střídat v buňkách energii ve formě fosfátových vazeb, dále umožňuje svalovou kontrakci, také se podílí na vedení nervového vzruchu periferními nervy, účastní se na výstavbě kostí a zubů, zajišťuje acidobazickou rovnováhu v krvi, potřebný pro normální funkci ledvin [51].

V potravinách rostlinného původu se fosfor vyskytuje především ve formě kyseliny fytové, jeho absorpce proto vyžaduje ve střevech přítomnost enzymu fytázy. Více je využitelný v potravinách živočišného původu [50].

Nejvíce je fosfor zastoupen v následujících potravinách - mléko, mléčné produkty, ryby, drůbež, maso, celozrnné obilniny, vejčička, luštěniny, ořechy, semena, ale také v některých nápojích jako např. coca-cola [36].

#### 6.1.2 Draslík

Draslík patří mezi nejrozšířenější prvky v těle, uvnitř buněk je ho až 98 %. Sodíkovo-draslíková pumpa se podílí na hospodaření vodou v těle. Mezi jeho nejdůležitější funkce patří vedení nervového vzruchu, účast na svalovém stahu, získávání energie z živin, podílí se na odstraňování odpadních látek, snižuje krevní tlak, používáme ho jako lék při alergii. Draslík je velmi dobře dostupný z potravin, vstřebává se ho až 90-95 % díky tomu, že jeho

soli jsou velmi dobře rozpustné a plně ionizovány [51]. Vstřebávání draslíku ovlivňují některé složky diety (např. olivový olej vstřebávání zvyšuje a hrubá vláknina vstřebávání snižuje). Nadměrná konzumace kávy, cukru a alkoholu může vést k deficitu draslíku a k únavě. Káva působí diureticky, a i když je káva bohatá na draslík, úbytek draslíku je často vyšší než příjem [50].

Zdrojem draslíku v potravě jsou brambory, sušené ovoce, banány, meruňky, kiwi, citrusové plody, rajčata, meloun, listová zeleniny, slunečnicová semena [36].

### 6.1.3 Vápník

Vápník plní v organismu důležitou úlohu, má podíl na zvyšování mechanické odolnosti tkání, dodává kostem a zubům jejich tvrdost, působí jako regulátor svalového stahu a je důležitým iontem při vedení vzruchu tkáněmi. Výskyt vápníku v přírodě je velmi vysoký, je pátým prvkem v množství a obsahu v živých organismech [51].

Dostupnost vápníku z potravy je závislá na tom, v jaké formě se v potravinách vyskytuje a na přítomnosti ostatních složek potravy. Vláknina a přítomnost fyátů v potravě mají vliv na snižování vstřebávání vápníku a jeho dostupnosti z potravin. Nejlépe se vápník vstřebává z mléka, mléčných výrobků a nízkooxalátové zeleniny.

Hlavní zdroje vápníku z potravy jsou mléko, mléčné výrobky, sýry, sójové boby, tofu, sardinky, losos, arašídy, slunečnicová semena, fazole, brokolice, obilniny, ovoce a zelenina [36].

### 6.1.4 Hořčík

Patří mezi nejrozšířenější a nejdůležitější prvky na zemi. Hořčík je nepostradatelný pro strukturu nukleových kyselin a tím přenosu genetické informace. Je to prvek důležitý pro asimilaci vápníku, vitamínu C, fosforu, draslíku a sodíku. Podílí se na fotosyntéze rostlin, pomáhá při spalování tuků a uvolňuje energii, působí preventivně proti křečím, je důležitý pro funkci svalů, přenos vzruchu, pro funkci nervové tkáně, tvorbu tuku a bílkovin v těle, je důležitý pro činnost srdce a celkový oběhový systém, zamezuje zvyšování krevního tlaku. Při jeho nedostatku může docházet k depresi, závratím, svalové slabosti, křečím, psychické a fyzické únavě [50, 51].

Mezi hlavní zdroje hořčíku v potravě patří nemleté obilí, fíky, mandle, ořechy, tmavá listová zelenina, banány. Mezi další zdroje patří minerální vody obohacené hořčíkem [36, 51].

### 6.1.5 Sodík

V dietních studiích bylo zjištěno, že sodík přijímaný do organismu je z 80-90 % k potravinám přidáván a pouze 10 % sodíku je obsaženo přírodně [51].

Sodík společně s draslíkem jsou prvky nutné pro normální růst a vývoj, sodík je nutný pro správnou funkci nervů a svalů [50].

Nejběžněji přijímáme sůl v potravinách jako chléb, margarín, máslo, uzeniny, sýry, mléko. Z přírodních zdrojů jsou to především stolní sůl, slaneček, mrkev, řepa, artyčoky, fazole, ledviny, slanina. Sodík je dále obsažen v řadě potravinářských aditiv, které se používají při výrobě potravin. Je prokázáno, že zvýšený příjem sodíku vede k vysokému krevnímu tlaku – hypertenzi. Na druhé straně zvýšený přívod sodíku je nezbytný při velkých ztrátách např. potem při těžké práci v horkém prostředí, u sportovců, v letních měsících [36].

### 6.1.6 Železo

Železo je součástí červeného krevního barviva hemoglobinu, který přenáší kyslík a proto je nezbytným minerálem nutným pro život. Železo obsahuje také červené svalové barvivo, které uchovává kyslík a některé enzymy. Z potravy jsme schopni resorbovat pouze 8 % obsahu železa [36]. Vstřebávání železa ovlivňuje žaludeční acidita, vitamin C, kyselina citronová, kyselina mléčná a některé aminokyseliny (aspartová a glutamová), tím, že pomáhají převést železo z trojmocného na dvojmocné. Na zhoršeném vstřebávání železa se podílí nedostatek kyseliny solné v žaludku, vysoký přívod vápníku a fosforu, vysoký obsah manganu, mědi a zinku, přítomnost polyfenolů (v kávě, čaji, čokoládě) – tvoří s železem nerozpustné komplexy. Nedostatek železa se projevuje anemií, mezi jejíž příznaky patří bledost, únava, snížená výkonnost, mentální poruchy. Mezi další projevy nedostatku železa patří narušená termoregulace, zánět jazyka, zánět ústních koutků, modré oční bělmo, časté infekce a snížená obranyschopnost. Příliš vysoká hladina železa v těle může stimulovat tvorbu volných radikálů [51].

Hlavním zdrojem železa jsou červené maso, játra, listová zelenina, mořští korýši, žloutky, broskve, celozrnná mouka, ořechy, boby, chřest, melasa [36].

### 6.1.7 Síra

Síra je potřebná pro zdravou kůži, vlasy, nehty, působí proti bakteriálním infekcím, pomáhá udržovat činnost centrální nervové soustavy, společně s vitamíny skupiny B reguluje bazální metabolismus, vytváří některé aminokyseliny.

Mezi hlavní zdroje patří libové hovězí maso, ryb, vajíčka, fazole, zelí, kapusta, česnek, cibule [36].

### 6.1.8 Chlór

Vyskytuje se nejčastěji ve sloučeninách s draslíkem a sodíkem (jako jedlá sůl). Z těla pomáhá odstraňovat odpadní látky a účastní se na práci jater. Při nedostatku chloru dochází k vypadávání vlasů, zubů a k defektům na nehtech [36].

### 6.1.9 Mangan

Mangan je součástí důležitých enzymů, které jsou důležité pro produkci energie z masných kyselin, uvolnění tuků nahromaděných v játrech a pro syntézu cholesterolu. Podílí se na ukládání vápníku a fosforu do kostí, je nutný pro tvorbu hormonu štítné žlázy – tyroxinu. Pomáhá odstraňovat únavu, zlepšuje paměť, působí preventivně proti osteoporóze, je potřebný pro normální průběh svalových reflexů [36].

Mangan je obsažen v celozrnných obilninách a luštěninách, v ořeších, listové zelenině, hrachu, řepě a také v čaji [36, 51].

Mangan přijatý ve stravě narušuje absorpci železa. Dále je obsažen ve vzduchu především ve velkých městech, jeho příjem se zvyšuje inhalací, neboť je součástí motorového paliva pro snížení hlučnosti [50].

### 6.1.10 Zinek

Zinek je nepostradatelný stopový prvek. Existuje více než 200 enzymů, které ho potřebují pro svou funkci. Patří sem například enzym - alkohol dehydrogenáza, která se účastní při oxidaci alkoholu [51]. V lidském organismu je ho asi 60 % ve svalech a 30 % v kostech. Je to prvek důležitý pro syntézu bílkovin, podílí se na tvorbě inzulínu, je významný pro svalovou kontrakci, udržuje hladinu vitamínu E, podílí se také na udržování stálé acidobazické rovnováhy, podporuje růst a psychickou výkonnost, zamezuje ukládání cholesterolu, zlepšuje chuť k jídlu, zkracuje dobu hojení zevních a vnitřních poranění, zabraňuje vzniku bílých skvrn pod nehty, pomáhá při léčbě neplodnosti [52].

Hlavní potravinové zdroje zinku jsou maso, játra, ústřice a ostatní mořské plody, obilné klíčky, vejce, sušené mléko, sýr (čedar), pivovarské kvasnice, hořčice, semena dýně [36]. Obsah zinku v potravinách závisí na obsahu jejich bílkovin. Tmavá masa mají vyšší obsah

zinku než bílá masa nebo ryby. Bohaté na zinek jsou také obilniny a výrobky z obilí, především celozrnné výrobky [51].

#### **6.1.11 Měď**

Je to prvek, který je potřebný při vazbě železa na hemoglobin [36]. Enzym obsahující měď je cytochromoxidáza, která přenáší kyslík v buňkách. Dalším enzymem je superoxididismutáza. Měď se uplatňuje při tvorbě a formování vazivové tkáně, účastní se metabolismu železa a cholesterolu, metabolismu glukózy a podílí se na tvorbě hnědého kožního pigmentu – melaninu [51]. Podílí se jako antioxidant v imunitním systému. Dále zajišťuje plné vstřebávání železa a tím brání chudokrevnosti [50].

Mezi potravinové zdroje mědi patří celozrnné pečivo, luštěniny, švestky, játra, ořechy, ústřice, mořské plody, sušené ovoce, čokoláda, zelená zelenina, vnitřnosti. Vyšší obsah mědi je také v tvrdé vodě [36, 51].

#### **6.1.12 Jód**

Z celkového množství jodu obsaženého v těle jsou dvě třetiny jodu obsažené ve štítné žláze, podílí se na její nerušené funkci a tím se podílí na ovlivňování duševní aktivity, váhových přírůstků nebo úbytků, podporuje tělesný růst, reguluje proud přijímané a vydávané energie, udržuje dobrý zdravotní stav kůže, vlasů, nehtů, zubů [36]. Nedostatek jodu v potravě vede ke vzniku strumy. Při nedostatku jodu během vývoje plodu v těhotenství může dojít k postižení zvanému kretenismus [50].

Hlavní zdroje jódu jsou zelenina a zrniny pěstované na půdě bohaté na jód, cibule, ryby, korýši a chaluhy [36].

Ze zeleniny jako syrové zelí a kapusta se jód nevstřebává. Přiměřená dávka jodu se většinou přidává do stolní soli. Obsah jodu v potravinách závisí především na jeho obsahu v půdě. Půdy bohaté na jod se vyskytují v přímořských oblastech, půdy s nízkým obsahem jodu se vyskytují v horských oblastech [50].

#### **6.1.13 Fluór**

Fluor se podílí na ochraně proti demineralizaci tkání, které obsahují vápník (kosti, zuby), snižuje kazivost zubů, posiluje kosti. Při předávkování dochází ke změnám zubní skloviny (skvrnitost).

Mezi hlavní zdroje patří pitná voda, čaj, mořské ryby v případě konzumace i s měkkými kostmi, škeble, humr, garnát, krab [36, 50].

#### 6.1.14 Selen

Selen má antioxidační účinky, zpomaluje stárnutí tím, že brání tkáni proti nadměrnému působení volných radikálů. Selen společně s vitamínem E, vitamínem C a glutationem spolupracuje v obranném antioxidačním systému. U mužů je větší potřeba selenu než u žen, více než polovina celkového množství v těle je u mužů obsažena ve varlatech a v prostatě. Selen pomáhá v ochraně proti srdečním onemocněním, mozkovým příhodám, zamezuje vzniku krevních sraženin, inhibuje poškození chromozomů, vznik mutací a rakoviny, neutralizuje škodlivé účinky těžkých kovů a jiných toxických látek, udržuje pružnost vazivových tkání, brání návalům horka v menopauze, pomáhá v léčení a padání vlasů, zvyšuje počet spermií a jejich aktivitu [50].

Mezi projevy deficitu patří dvě nemoci pozorované v Číně – Ceshan's Disease charakterizovaná kardiomyopatií a Cashin – Beck Disease – jedná se o degenerativní onemocnění páteře a kloubů [51].

Obsah selenu v potravinách je závislý na geografickém původu výrobku, který závisí na obsahu selenu v půdě a na tom jak jej rostliny využívají. Dobrým zdrojem selenu jsou obilniny, obilné klíčky, maso, mléčné produkty, ryby, mořské plody, ledviny, játra, rajčata, brokolice, česnek, hnědá rýže [36, 51].



## 7 METODY STANOVENÍ

### 7.1 Stanovení antioxidační kapacity

#### 7.1.1 Metoda DPPH

Metoda spočívá v reakci testované látky s DPPH· (stabilní volný radikál 1,1-difeny-2-pikrylhydrazyl). V metanolovém roztoku je v barevné radikálové formě DPPH· a vykazuje silnou absorpci v UV/VIS spektru. Redukce DPPH· antioxidantem se projevuje odbarvením roztoku, které se měří spektrofotometricky při  $\lambda = 515$  nm [53].

#### 7.1.2 Metoda TEAC (používající ABTS)

Metoda TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) patří mezi základní a nejpoužívanější metody stanovení antioxidační aktivity. Testuje schopnost vzorku zhášet kationradikál ABTS<sup>+</sup> antioxidantem, který je donorem vodíku. Výsledná antiradikálová aktivita vzorku je srovnávána s antiradikálovou aktivitou syntetické látky Troloxu. Zhášení radikálu ABTS<sup>+</sup> antioxidanty se sleduje spektrofotometricky na základě změn absorpčního spektra ABTS<sup>+</sup>. Absorbance vzniklého radikálového kationtu ABTS<sup>+</sup> se měří při vlnové délce 734 nm [53].

#### 7.1.3 Metoda FRAP

Metoda FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Potential) je založena na principu redoxních reakcí. Antioxidanty redukují ze vzorku železitý komplex Fe<sup>3+</sup>-TPTZ. Nárůst absorbance při  $\lambda = 593$  nm odpovídající množství komplexu Fe<sup>2+</sup>-TPTZ je mírou antioxidační aktivity vzorku [53].

#### 7.1.4 Lipidově peroxidační metody

Provádějí se v pufovaných modelových systémech, které obsahují nenasycené mastné kyseliny a testovaný vzorek. Často se přidává homogenát živočišné tkáně, např. jater nebo mozku. Lipidová peroxidace se iniciuje pomocí tetrachlormetanu nebo peroxidu. Mohou se použít separované mikrosomy a iniciace lipoperoxidačních alterací směsí NADPH a železnaté soli nebo pomocí jiných systémů [54].

### 7.1.5 Metoda ORAC

Metoda ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) je založena na tom, že se v testovaném systému generují kyslíkové radikály a hodnotí se schopnost testované látky zpomalit nebo zastavit radikálovou reakci. Detekce je založena na sledování úbytku fluorescence  $\beta$ -fykoerytrinu po ataku radikály [53].

## 7.2 Stanovení celkového obsahu polyfenolických sloučenin

### 7.2.1 Metoda FCM

Metoda FCM (s Folin-Ciocalteu činidlem) je založena na oxidačně redukční reakci, při níž jsou v alkalickém prostředí oxidovány fenoly za produkce  $O_2$ , který reaguje s molybdenem za vzniku  $MoO_4$ . Vznikne modré zbarvení, jehož intenzita se změří spektrofotometricky [55].

### 7.2.2 Metoda PBM (Price, Butler metoda)

Principem metody je, že dochází k oxidaci anionu fenolátu na radikál fenolátu a současně dochází k redukci hexakvanoželezitanu na hexakvanoželeznatan za tvorby pruské modře  $K_x(Fe_n^{3+} + [Fe^{2+}(CN)_6]_3)$  [56].

## 7.3 Stanovení obsahu minerálních látek

Pro stanovení minerálních látek v rostlinách je potřeba vědět jaký druh analyzovaného vzorku se bude zkoumat (kov, metaloid, nekov), jeho předpokládaný obsah ve vzorku a dle toho se zvolí vhodná metoda pro stanovení daného prvku. Mezi metody stanovení obsahu minerálních látek řadíme atomovou absorpční spektrofotometrii (AAS), elektrotermickou atomovou absorpční spektrofotometrii (GF-AAS), plamenovou atomovou absorpční spektrofotometrii (F-AAS), optickou emisní spektrofotometrii s indukčně vázaným plazmatem (ICP-AES), hmotnostní spektrofotometrii s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS), diferenční pulzní polarografii (DPP), diferenční pulzní anodickou rozpouštěcí voltametrii (DPASV), iontově selektivní elektrody (ISE) [57].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 8 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Naklíčená semena jsou velmi vhodným doplňkem stravy, neboť obsahují řadu nutričně významných látek, zejména antioxidantů. Cílem diplomové práce bylo stanovit antioxidační kapacitu, obsah celkových polyfenolů a minerálních látek u vybraných druhů luštěnin a olejnin. Pro naplnění cíle byla v teoretické části práce vypracována rešerše týkající se obecné charakteristiky luštěnin, olejnin a jejich semen. Dále byla popsána antioxidační aktivita rostlin, celkové polyfenoly a výskyt minerálních prvků v rostlinách. V praktické části bylo provedeno naklíčení jednotlivých semen a odběr klíčků v časových intervalech pro stanovení jednotlivých analýz. Zjištěné výsledky byly zpracovány a diskutovány s dostupnými literárními zdroji.

## 9 METODIKA PRÁCE

### 9.1 Charakteristika pěstovaných vzorků

Pro stanovení analýzy celkového obsahu polyfenolů, antioxidační aktivity a minerálních látek byla použita semena čočky jedlé (*Lens culinaris*), hrachu setého (*Pisum sativum*), fazolu zahradního (*Phaseolus vulgaris*), munga (*Vigna radiata*), bobu obecného (*Faba vulgaris*), řepky olejné (*Brassica napus*) a slunečnice roční (*Helianthus annuus*). Semena čočky, bobu, munga a slunečnice byla zakoupena v prodejně Manna v Brně a semena hrachu, fazolu a řepky v baumarktu Hornbach v Brně.

#### 9.1.1 Skladování a uchovávání jednotlivých vzorků

Veškeré klíčky získané po vypěstování na klíčidle (popis a obrázky viz. níže) byly v časových intervalech odebírány a vloženy do polypropylenových neprodyšných sáčků, které byly označeny datem a časem odběru, názvem naklíčené rostliny a dnem klíčení. Vzorky byly uchovávány při chladírenských teplotách. Před analýzou byly vzorky převezeny do laboratoře v chladírenském boxu a použity k laboratorní analýze. Všechny vzorky byly analyzovány do 2 dnů od dne sběru.

### 9.2 Materiál a postup pro nakličování jednotlivých druhů semen

#### 9.2.1 Klíčidlo

Pro nakličování vybraných druhů semen jsem použila nakličovací vícepatrovou misku od firmy VEGA PROVITA s.r.o. (ČR) zakoupenou v prodejně Manna v Brně. Misky jsou zhotoveny z ekologicky nezávadného materiálu - akrylového skla, které je odolné proti rozbití a škrábancům. Horní misky mají vlnité dno. Každá z misek je opatřena odtokovým otvorem, který zajišťuje stupňovitý průtok vody z jedné misky do druhé. Shora se může nalévat voda, která se zachytává až v nejspodnější tzv. zásobní misce, která má hladké dno bez perforace a jímá proplachovou vodu z jednotlivých misek. Horní miska je opatřena průhledným víkem, které zajišťuje stále vlhké klima a zabraňuje přístupu nečistot z okolí. Pokud, výhonky přesahují výšku horní misky, může se poklop odstranit.

Obr. 12: Nakličovací vícepatrová miska



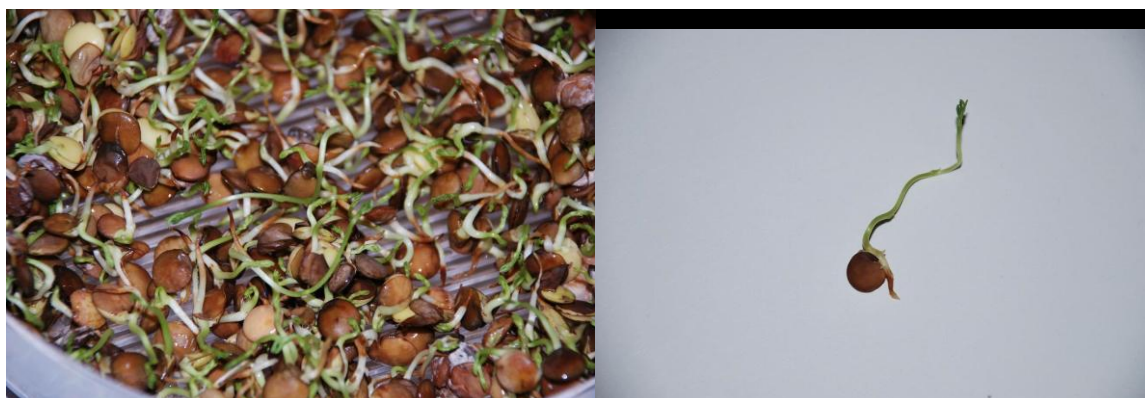
### 9.2.2 Postup při nakličování jednotlivých druhů semen

Postup při nakličování jednotlivých druhů semen byl prováděn modifikovanou metodou podle Kopce a Balíka (2008) [58].

- Čočka jedlá (*Lens culinaris*)

Před klíčením jsem semena nechala předmáčet 12 hodin v nakličovací spodní misce klíčidla. Po uplynutí doby jsem semena přemístila do misek klíčidla a rovnoměrně rozprostřela. Klíčení probíhalo při pokojové teplotě 23°C. Během klíčení jsem semena prolévala 3 x denně vodou. Odběr klíčků jsem prováděla v časovém rozmezí 2 dnů - 4. den, 6. den, 8. den, 10. den.

Obr. 13 a 14: Nakličovaná semena čočky



- Hrách setý (*Pisum sativum*)

Semena hrachu jsem před klíčením nechala předmáčet 12 hodin v nakličovací spodní misce klíčidla. Po uplynutí doby jsem semena přemístila do misek klíčidla a rovnoměrně roz-

prostřela. Klíčení probíhalo při pokojové teplotě 23°C. Během klíčení jsem semena prolévala 2 x denně vodou. Odběr klíčků jsem prováděla v časovém rozmezí 2 dnů - 4. den, 6. den, 8. den, 10. den.

Obr. 15 a 16: Naklíčená semena hrachu



- Fazol zahradní (*Phaseolus vulgaris*)

Semena fazolu jsem před klíčením nechala předmáčet 10 hodin. Nechala jsem je klíčit v nakličovací misce na navlhčené vatě a proplachovala 2 x denně. Klíčení probíhalo při pokojové teplotě 23°C. Odběr klíčků jsem prováděla v časovém rozmezí 2 dnů - 4. den, 6. den, 8. den, 10. den.

Obr. 17 a 18: Naklíčená semena fazolu



- Mungo (*Vigna radiata*)

Semena jsem před klíčením namáčela 12 hodin. Klíčení probíhalo v nakličovací misce. Proplachovala jsem je 2-3 x denně. Klíčení probíhalo při pokojové teplotě 23°C. Mungo



vyklíčilo a rostlo velmi rychle, proto jsem odběr klíčků prováděla o den dříve než u jiných plodin, opět v časovém rozmezí 2 dnů - 3. den, 5. den, 7. den, 9. den.

*Obr. 19 a 20: Výhonky munga*



- Bob obecný (*Faba vulgaris*)

Semena bobu jsem nechala předmáčet po dobu 12 hodin v nakličovací spodní misce klíči-  
dla. Poté jsem semena bobu rovnoměrně rozprostřela do misek klíči-  
dla a nechala klíčit při pokojové teplotě 23°C. Odběr klíčků jsem prováděla v časovém intervalu 2 dnů - 3. den, 5. den, 7. den, 9. den.

*Obr. 21: Naklíčená semena a výhonky bobu*





- Řepka olejná (*Brassica napus*)

Semena řepky jsem před klíčením nechala předmáčet 24 hodin. Klíčení probíhalo při pokojové teplotě 23°C v klíčidle. Misky se semeny jsem umístila do fóliového sáčku, který jsem po 2 dnech odstranila. Odběr klíčků jsem prováděla v časovém intervalu 2 dnů - 5. den, 7. den, 9. den, 11. den.

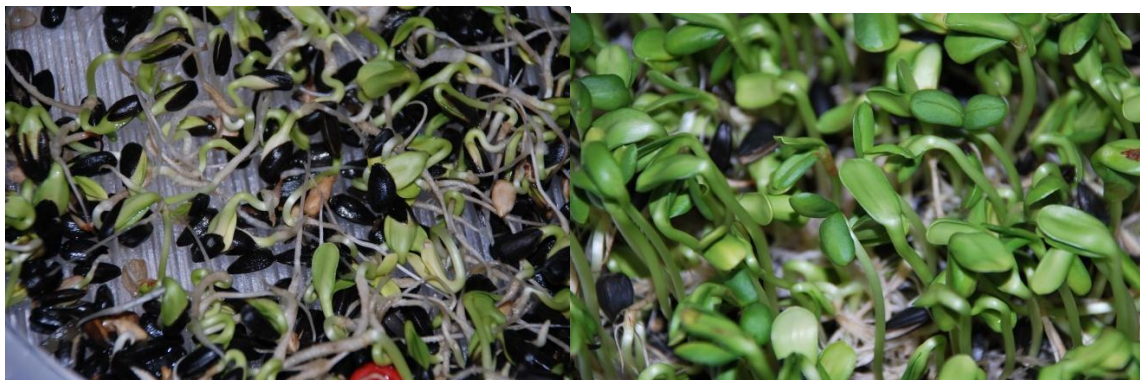
*Obr. 22: Naklíčená semena a výhonky řepky*



- Slunečnice roční (*Helianthus annuus*)

Ke klíčení jsem použila neloupaná semena, která jsem nechala předmáčet 48 hodin. Semena, která plavala nebo byla poškozená, jsem odstranila. Klíčení probíhalo při pokojové teplotě 23°C v klíčidle. Misky se semeny jsem umístila do fóliového sáčku, který jsem po 2 dnech odstranila. Odběr klíčků jsem prováděla v časovém intervalu 2 dnů - 4. den, 6. den, 8. den, 10. den.

*Obr. 23 a 24: Naklíčená semena slunečnice*



### 9.3 Stanovení celkového obsahu polyfenolů

Celkový obsah polyfenolů byl sledován u sedmi druhů semen v různém časovém stadiu klíčení. Z luštěnin byly na celkový obsah polyfenolů analyzovány vzorky čočky, hrachu, fazolu a munga a z olejnin vzorky bobu, řepky a slunečnice. Po odběru jednotlivých vzorků, byly vzorky uloženy do předem označených polypropylenových sáčků a uchovány při chladírenské teplotě. Obsah celkových polyfenolů byl stanoven Folinovou metodou. Absorbance jednotlivých vzorků byla změřena spektrofotometricky. Byla provedena kalibrace, jako standard byla použita kyselina gallová. Výsledky z provedené analýzy byly dosaženy do regresní rovnice kalibrační křivky. Výsledky celkového obsahu polyfenolů u sledovaných vzorků jsou vyjádřeny jako ekvivalenty standardu, v tomto případě jako ekvivalenty kyseliny gallové ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty).

#### 9.3.1 Princip metody

Fenoly (neselektivně mono- i polyfenoly) jsou oxidovány v alkalickém prostředí za produkce  $\text{O}_2$ , který reaguje s molybdenem (obsaženým ve Folin-Ciocalteu činidle) za vzniku  $\text{MoO}_4$ , který silně absorbuje při  $\lambda = 765 \text{ nm}$  [55].

#### 9.3.2 Pracovní postup

Před samotným měřením byl nejdříve připraven extrakt ze syrových vzorků naklíčených semen. Vzorek se nejdříve roztřel v třecí misce a poté bylo naváženo 1,5-2 g vzorku (dle výtěžnosti klíčků) na analytických vahách. Takto připravené vzorky, byly extrahovány v předem označených Erlenmayerových baňkách 15-20 ml metanolu dle hmotnosti jednotlivých vzorků. Extrakce probíhala ve vodní lázni  $25^\circ\text{C}$  po dobu 24 hodin. Po uplynutí stanovené doby byly vzorky zfiltrány přes papírový filtr Filtrak 390 modrý (Filtrak-VEB-Specialfilterfabrik) s porézností  $1,1 \mu\text{m}$ .

Do 10 ml odměrné baňky bylo přeneseno 0,1 ml extraktu vzorku (filtrátu), 0,5 ml Folin-Ciocalteu činidla, 1,5 ml 20 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a doplněno po risku destilovanou vodou. Každý vzorek byl připraven do 2 odměrných baněk. Vzorky se nechaly 30 minut stát při pokojové teplotě. Absorbance byla změřena na spektrofotometru (Libra S6, Biochrom Ltd, Cambridge, Velká Británie) při vlnové délce  $\lambda=765 \text{ nm}$  proti slepému vzorku. Slepý vzorek obsahoval destilovanou vodu, Folin-Ciocalteu činidlo, 20 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (bez extraktu vzorku) [59]. Vzorky byly před vložením do spektrofotometru nality do skleněné kyvety.

Vše bylo proměřeno 3 x a výsledky byly zprůměrovány. V případě, že byl vzorek zakalený, byl přefiltrován do kyvety přes LUT Syringe Filter Nylon 13 mm, 0,45  $\mu\text{m}$ , pk/100.

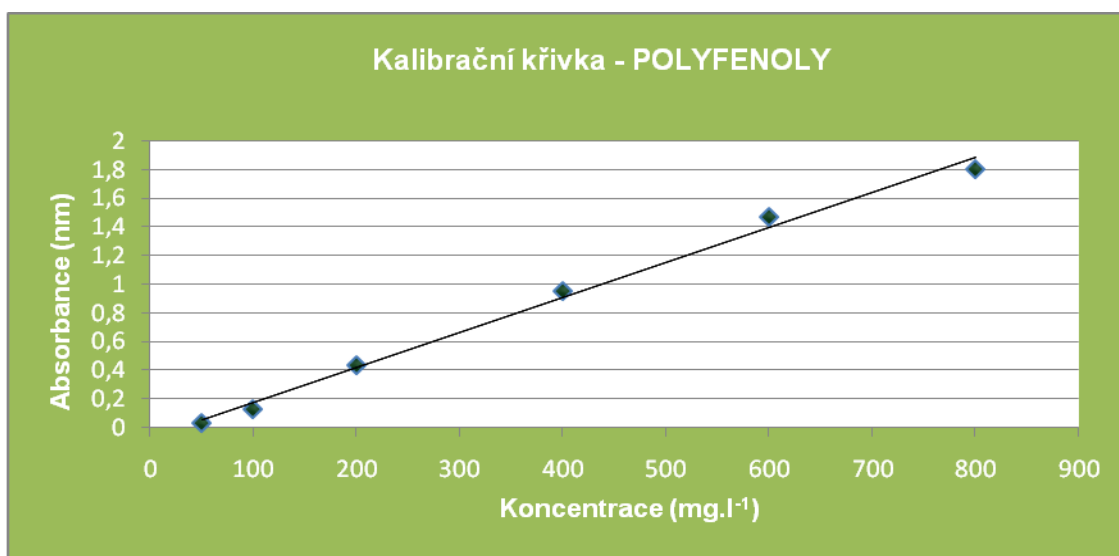
### 9.3.3 Standardní roztoky a kalibrace

Ze zásobního roztoku kyseliny gallové o koncentraci 4000  $\text{mg.l}^{-1}$  byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích 50, 100, 200, 400, 600 a 800  $\text{mg.l}^{-1}$ . Kyselina gallová byla rozpuštěna v destilované vodě. Výsledky jsou udávány v ekvivalentech kyseliny gallové (GAE - Gallic Acid Equivalents) [60].

### 9.3.4 Kalibrace

Provádí se stejným postupem jako stanovení vzorků, jen se namísto vzorku použijí jednotlivé koncentrace standardu. Absorbance jednotlivých koncentrací standardů byly změřeny na spektrofotometru při vlnové délce  $\lambda=765 \text{ nm}$  a byla sestrojena kalibrační křivka v závislosti absorbance (nm) na koncentraci kyseliny gallové ( $\text{mg.l}^{-1}$ ).

Graf 1: Kalibrační křivka – celkové polyfenoly



Rovnice regrese:  $y = kx - q$

$$y = 0,0024 x - 0,0711$$

$$R^2 = 0,9938$$

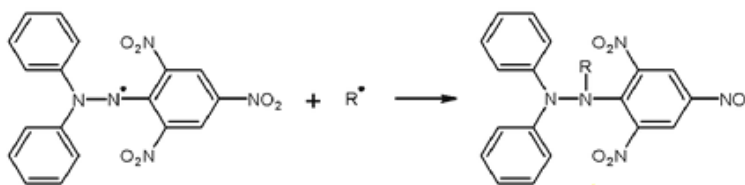
## 9.4 Stanovení antioxidační kapacity

Antioxidační kapacita byla sledována u sedmi druhů semen v různém časovém stadiu klíčení. K analýze byla vybrána semena luštěnin a olejnin (čočka, hrách, fazol, mungo, bob, řepka a slunečnice). Po odběru jednotlivých vzorků, byly vzorky uloženy do předem označených odběrových sáčků a skladovány při chladírenské teplotě. Antioxidační kapacita byla stanovena spektrofotometricky pomocí metody DPPH. Byla provedena kalibrace, jako standard byla použita kyselina askorbová. Výsledky z provedené analýzy byly dosazeny do regresní rovnice kalibrační křivky. Výsledky antioxidační kapacity u sledovaných vzorků jsou vyjádřeny v ekvivalentech kyseliny askorbové ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty).

### 9.4.1 Princip metody

Metoda spočívá v reakci testované látky s DPPH• (stabilní volný radikál 1,1-difenyyl-2-pikrylhydrazyl). V metanolovém roztoku je v barevné radikálové formě DPPH• a vykazuje silnou absorpci v UV/VIS spektru. Redukce DPPH• antioxidantem se projevuje odbarvením roztoku, které se měří spektrofotometricky při  $\lambda = 515 \text{ nm}$  [61].

Obr. 25: DPPH• [62]



### 9.4.2 Pracovní postup

Zásobní roztok byl připraven navážením 0,024 g DPPH• a smícháním v 100 ml odměrné baňce s metanolem. Pracovní roztok byl připraven ze zásobního roztoku tak, že se odebralo 60 ml zásobního roztoku a smíchalo se 270 ml metanolu. Byla změřena absorbance směsi oproti metanolu spektrofotometricky při vlnové délce  $\lambda = 515 \text{ nm}$ . Pro analýzu bylo pipetováno do předem označených kádínek 450  $\mu\text{l}$  extraktu vzorku a 8,55 ml pracovního roztoku. Připravené směsi se nechaly 60 minut reagovat ve tmě. Po uplynutí stanovené doby byl změřen úbytek absorbance na spektrofotometru při vlnové délce  $\lambda = 515 \text{ nm}$  [63].

### 9.4.3 Standardní roztoky a kalibrace

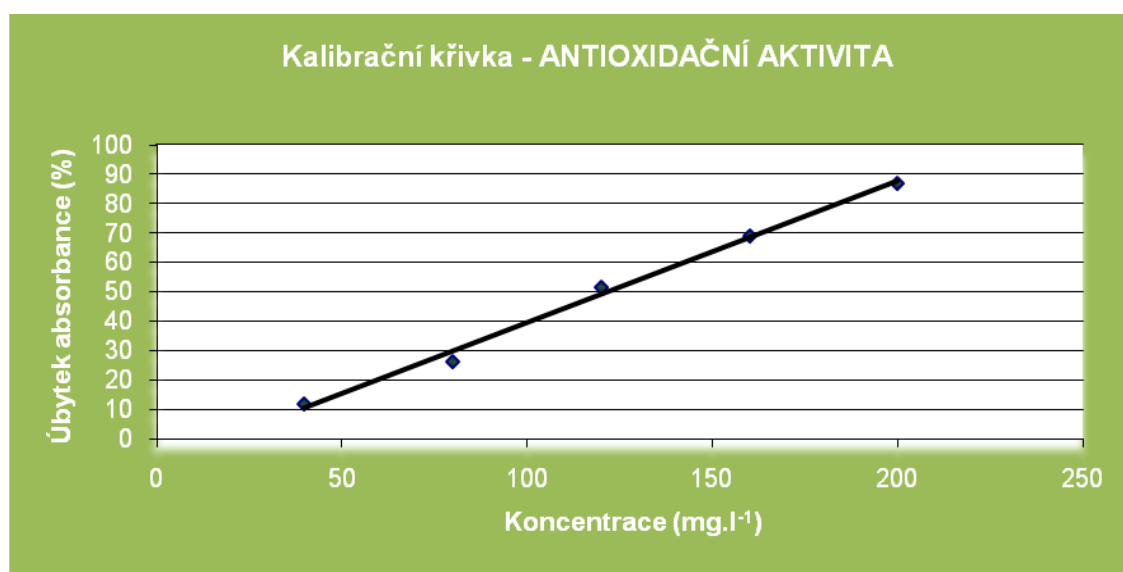
Ze zásobního roztoku kyseliny askorbové o koncentraci 800  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  byla vytvořena kalibrační řada o koncentracích 10, 20, 40, 80, 120  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Kyselina askorbová byla rozpuštěna

v destilované vodě. Procento úbytku absorbance (nedeaktivovaného radikálu DPPH·) bylo vypočteno podle vztahu:

$$\text{Úbytek absorbance (\%)}: \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100$$

- $A_0$  = pracovní roztok
- $A_1$  = vzorek

Graf 2: Kalibrační křivka – antioxidační aktivita



Rovnice regrese:  $y = kx + q$

$$y = 0,6111 x + 0,8329$$

$$R^2 = 0,9988$$

Výsledky byly stanoveny ze dvou paralelních vyšetření, ze kterých byl vypočítán průměr. Výsledná absorbance byla přepočtena pomocí kalibrační křivky standardu a vyjádřena jako ekvivalentní výsledek množství kyseliny askorbové (AAE – Ascorbic Acid Equivalents). Pomocí kalibrační křivky jsme získali regresní rovnici [60].

## 9.5 Stanovení obsahu minerálních prvků

### 9.5.1 Předsoušení

Nejdříve byly připraveny hliníkové misky s víčkem. Misky byly umyty a vysušeny v sušárně při 103°C a následně byly umístěny do exikátoru (hermeticky uzavřený box). Po vychladnutí na pokojovou teplotu byly misky i s víčkem zváženy na analytických vahách

s přesností na 0,0001 g. Do takto připravených misek byly naváženy jednotlivé vzorky a hmotnost byla zaznamenána. Vzorky byly rovnoměrně rozloženy po celé misce asi do výše 10 mm, aby došlo k dokonalému vysušení. Následovně byly označené misky s připravenými vzorky vloženy do předem vyhřáté sušárny. Misky měly odklopená víčka. Vysoušení probíhalo při teplotě  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  po dobu 24 hodin. Po vyjmutí ze sušárny byly misky ponechány při pokojové teplotě cca 12 hodin pro vyrovnání vlhkosti s okolní atmosférou. Poté byly misky s víčkem a se vzorky opět zváženy na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Po zvážení byly vzorky převedeny do označených nádobek pro ochranu před rozptýlením a zaprášením.

### 9.5.2 Výpočet sušiny

Sušina ze vzorku byla vypočítána podle vztahu:  $x = (m_2 - m_1) \times 100$

$x$  = sušina

$m_1$  = hmotnost navážky před sušením v g

$m_2$  = hmotnost navážky po sušení v g

Výsledky zkoumaných minerálních látek byly udány v % totální sušiny [57].

### 9.5.3 Princip metody stanovení obsahu minerálních prvků

Minerální látky byly stanovovány metodou atomové absorpční spektrofotometrie. Jedná se o optickou analytickou metodu, kterou můžeme stanovit více než 60 prvků. Volné atomy v plynném stavu jsou schopny emitovat takové záření, které samy emitují. Zdrojem záření je obvykle výbojka poskytující emisní atomové spektrum daného prvku s intenzivními rezonančními čarami charakteristickými pro stanovovaný prvek. Prochází-li záření výbojky optickým prostředím, které obsahuje volné atomy, lze na výstupu z plamene nebo atomizátoru (optické prostředí) pozorovat úbytek intenzity záření způsobený absorpcí. Neabsorbované záření prochází monochromátorem na fotonásobič, kde se signál registruje jako absorbance. Naměřená hodnota je úměrná koncentraci stanovovaného prvku [64].

### 9.5.4 Pracovní postup

Analýzy byly prováděny v jednotlivých fázích růstu zkoumaných plodin mineralizací rostlinné hmoty. Z minerálních látek byly analyzovány fosfor, draslík, vápník, hořčík, sodík. 1 g mineralizátu byl rozložen ve směsi koncentrované  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 30 % peroxidu vodíku. Mineralizát byl následně převeden do 250 ml odměrné baňky a doplněn po risku destilova-

nou vodou. Zkoumané vzorky byly změřeny pomocí atomové absorpční spektrofotometrie na přístroji Philips PU 9200X (Philips, Eindhoven, Holandsko) [65]. Pro stanovení fosforu, byl použit jiný pracovní postup než u stanovení ostatních minerálů.

#### **9.5.5 Princip metody stanovení fosforu**

Fosfor ve výluhu tvoří se směsným činidlem, které je tvořeno z kyseliny sírové, molybdenanu amonného, kyseliny askorbové, a vinanu antimonylodraselného, modré zbarvení. Intenzita zbarvení byla přímo úměrná koncentraci fosforu v roztoku a byla stanovena spektrofotometricky.

#### **9.5.6 Pracovní postup**

Do 50 ml odměrné baňky byl odpipetován 1 ml výluhu, který se zředil na objem asi 30 ml, destilovanou vodou. Do směsi bylo přidáno 5 ml směsného činidla, doplněno destilovanou vodou po risku a promícháno. Vzniklý roztok se nechal 30 minut stát. Vzniklo modré zbarvení, jehož intenzita byla proměřena na spektrofotometru při vlnové délce 690 nm. Zbarvení vzorků bylo stabilní cca 1 hodinu.

#### **9.5.7 Standardní roztoky**

Ze zásobního standardu, který obsahoval v 1 ml 0,005 mg fosforu, bylo postupně odpipetováno do 50 ml odměrných baněk 0,5 ml; 1 ml; 1,5 ml; 2 ml; 3 ml; 4 ml; 5 ml. Poté byl přidán 1 ml extrakčního činidla Mehlich III. Další postup byl stejný jako u přípravy vzorků. Vzorky byly změřeny spektrofotometricky oproti slepému vzorku, který byl připraven stejně jako zkoumané vzorky, ovšem bez přidání vylouhovaného vzorku. Výsledky byly vyjádřeny v % totální sušiny [66].

## 10 VÝSLEDKY

Uvedené výsledky byly statisticky zpracovány v programu MICROSOFT EXCEL, směrodatné odchylky byly vypočítány programem SMOTCH. VÝBĚR.

### 10.1 Stanovení celkového obsahu polyfenolů

#### 10.1.1 Obsah celkových polyfenolů u všech sledovaných vzorků

Obsah celkových polyfenolů u všech sledovaných vzorků je uveden v tabulce 3 a grafu 3. Komentáře k jednotlivým plodinám jsou uvedeny v kapitolách 10.1.2 – 10.1.8.

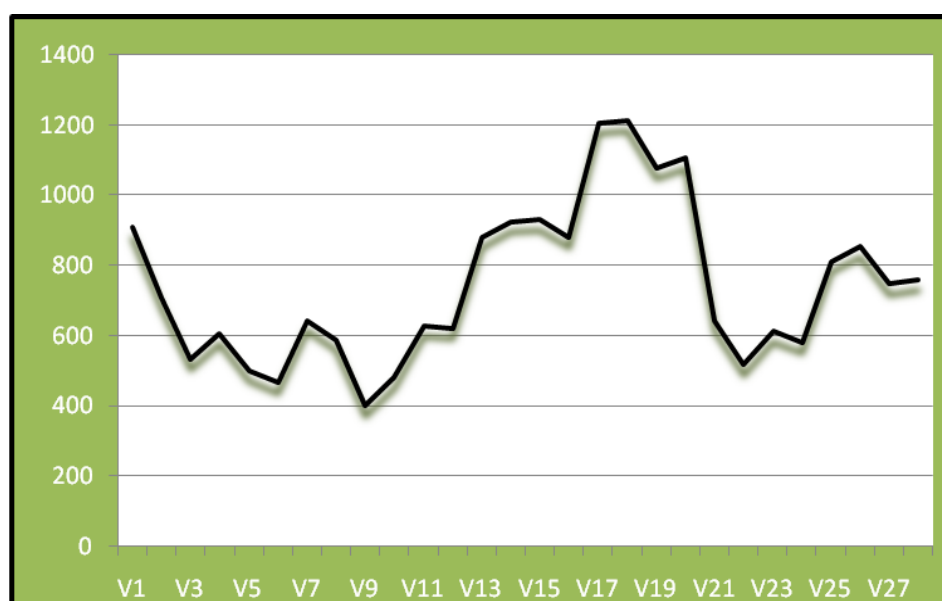
Tab. 3: Obsah celkových polyfenolů u všech sledovaných vzorků (V1-V28 zn. číslo vzorku)

Vzorek	Celkový obsah polyfenolů v mg.kg <sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty Aritmetický průměr ±S.D.
Čočka 4. den (V1)	907,92 ± 1,04
Čočka 6. den (V2)	706,67 ± 0,21
Čočka 8. den (V3)	533,75 ± 0,88
Čočka 10. den (V4)	605,94 ± 0,49
Hrách 4. den (V5)	500,42 ± 0,42
Hrách 6. den (V6)	465,69 ± 0,24
Hrách 8. den (V7)	643,33 ± 1,00
Hrách 10. den (V8)	587,92 ± 0,83
Fazol 4. den (V9)	400,42 ± 0,80
Fazol 6. den (V10)	479,58 ± 0,83
Fazol 8. den (V11)	627,45 ± 0,21
Fazol 10. den (V12)	621,70 ± 0,96
Mungo 3. den (V13)	879,58 ± 1,66
Mungo 5. den (V14)	925,42 ± 1,08
Mungo 7. den (V15)	929,58 ± 0,24
Mungo 9. den (V16)	881,67 ± 0,21
Bob 3. den (V17)	1206,67 ± 0,21
Bob 5. den (V18)	1212,93 ± 0,83
Bob 7. den (V19)	1077,50 ± 1,04
Bob 9. den (V20)	1105,10 ± 0,76
Řepka 5. den (V21)	642,08 ± 0,80



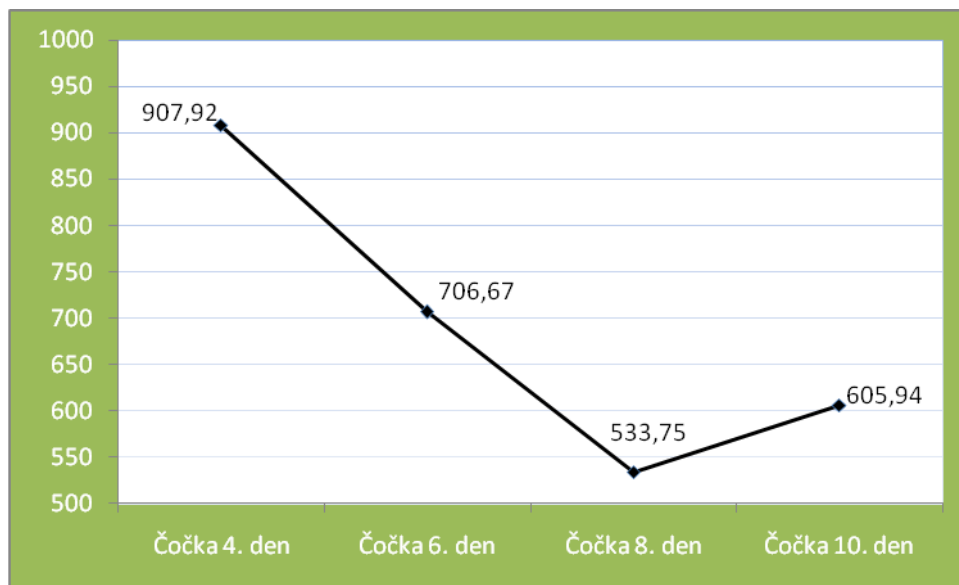
Řepka 7. den (V22)	517,08 ± 0,42
Řepka 9. den (V23)	610,83 ± 0,61
Řepka 11. den (V24)	580,83 ± 0,69
Slunečnice 4. den (V25)	810,83 ± 1,04
Slunečnice 6. den (V26)	852,50 ± 0,63
Slunečnice 8. den (V27)	746,32 ± 0,51
Slunečnice 10. den (V28)	758,75 ± 1,08

Graf 3: Obsah celkových polyfenolů sledovaných vzorků v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty

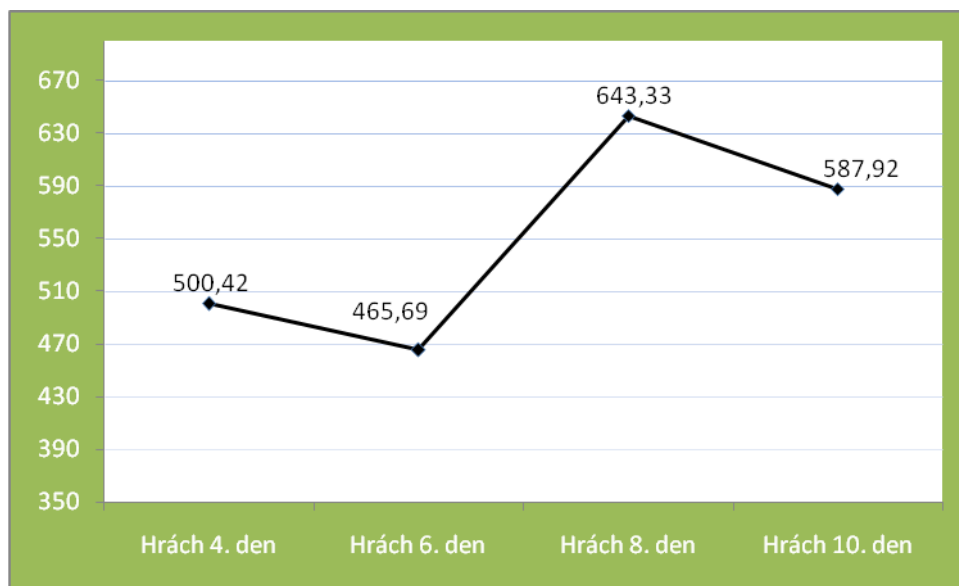


### 10.1.2 Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků čočky

Během měření byla zjištěna klesající hladina celkových polyfenolů sledovaných u jednotlivých vzorků čočky. Nejvyšší obsah celkových polyfenolů,  $907,92 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty byl naměřen ve vzorku čočky odebrané v 4. den klíčení. Postupně hladina celkových polyfenolů klesala. Ve vzorku čočky odebraném 6. den po naklíčení bylo naměřeno  $706,67 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Ve vzorku čočky odebraném 8. den po naklíčení, hodnota polyfenolů poklesla na  $533,75 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Mírný vzestup hladiny celkových polyfenolů byl zaznamenán u klíčků odebraných v 10. den klíčení a to  $605,94 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty.

Graf 4: Obsah celkových polyfenolů čočky v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty

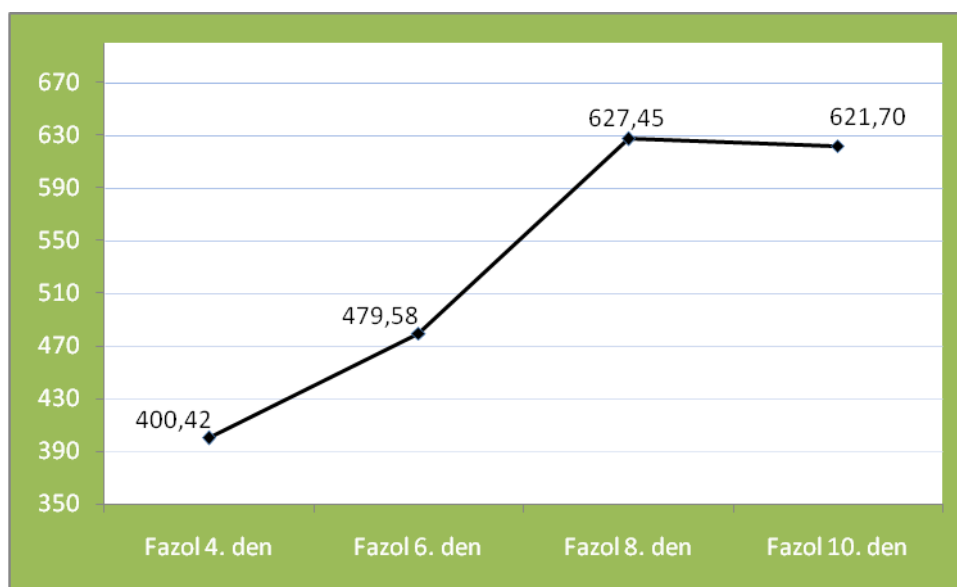
### 10.1.3 Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků hrachu

Graf 5: Obsah celkových polyfenolů hrachu v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty

Semena hrachu byla nakličována celkem 10 dnů. U vzorku hrachu odebraného v 4. den klíčení byla naměřena hodnota celkových polyfenolů  $500,42 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. V 6. den klíčení došlo k nepatrnému poklesu hladiny polyfenolů na  $465,69 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Nejvyšší obsah polyfenolů byl naměřen u vzorku hrachu odebraného v 8. den klíčení a to  $643,33 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty, poté hladina polyfenolů opět začala mírně klesat na  $587,92 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty.

#### 10.1.4 Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků fazolu

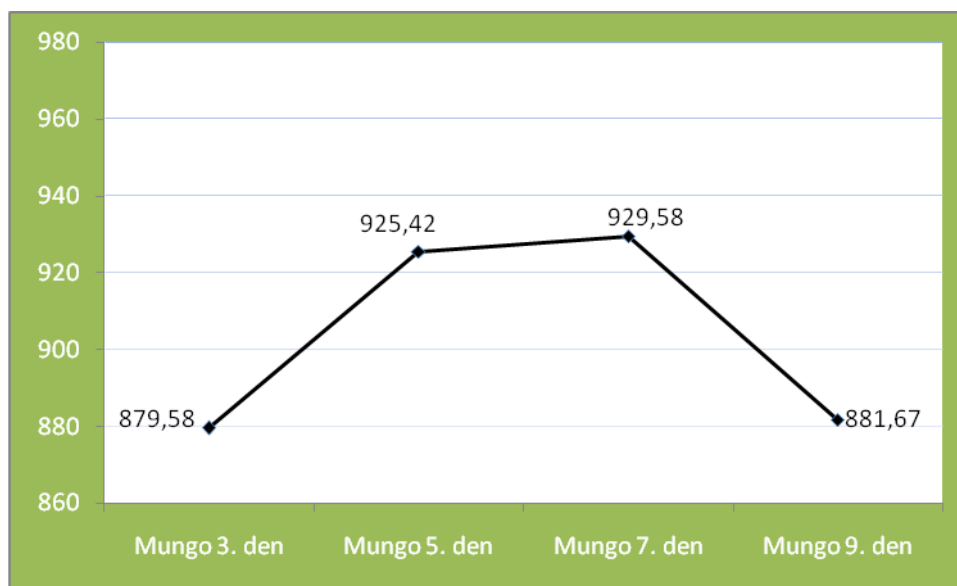
Graf 6: Obsah celkových polyfenolů fazolu v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty



Semena fazolu byla stejně jako hrách nakličována 10 dnů a odběry vzorků byly prováděny po dvou dnech od 4. dne klíčení. Nejnižší naměřená hodnota polyfenolů  $400,42 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty byla zjištěna u vzorku odebraného v 4. den klíčení. Hladina polyfenolů se postupně zvyšovala. Ve vzorku odebraném v 6. den klíčení byla naměřena hladina celkových polyfenolů  $479,58 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. V 8. den klíčení byla naměřena nejvyšší hodnota a to  $627,45 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. V 10. den byla naměřena téměř shodná hodnota polyfenolů jako v 8. den klíčení a to  $621,70 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty.

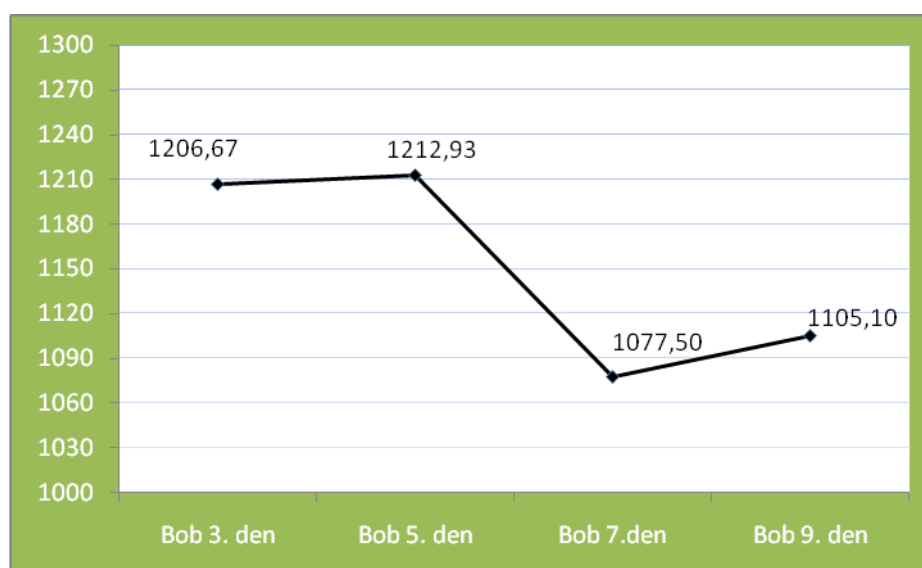
#### 10.1.5 Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků munga

Oproti předchozím luštěninám byl v mungu zaznamenán stabilně vysoký obsah polyfenolů v jednotlivých vývojových stádiích rostliny. Vzorky byly odebírány po dvou dnech od 3. do 9. dne klíčení. Obsah celkových polyfenolů se pohyboval od  $879,58$  do  $929,58 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Nejnižší hladina polyfenolů byla naměřena u vzorku odebraného v 3. den klíčení,  $879,58 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Nejvyšší hodnota celkových polyfenolů byla zaznamenána ve vzorku odebraném v 7. den klíčení,  $929,58 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Poté začala hladina celkových polyfenolů klesat. Ve vzorku odebraném v 9. den klíčení byla naměřena hodnota celkových polyfenolů  $881,67 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty.

*Graf 7: Obsah celkových polyfenolů munga v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty*

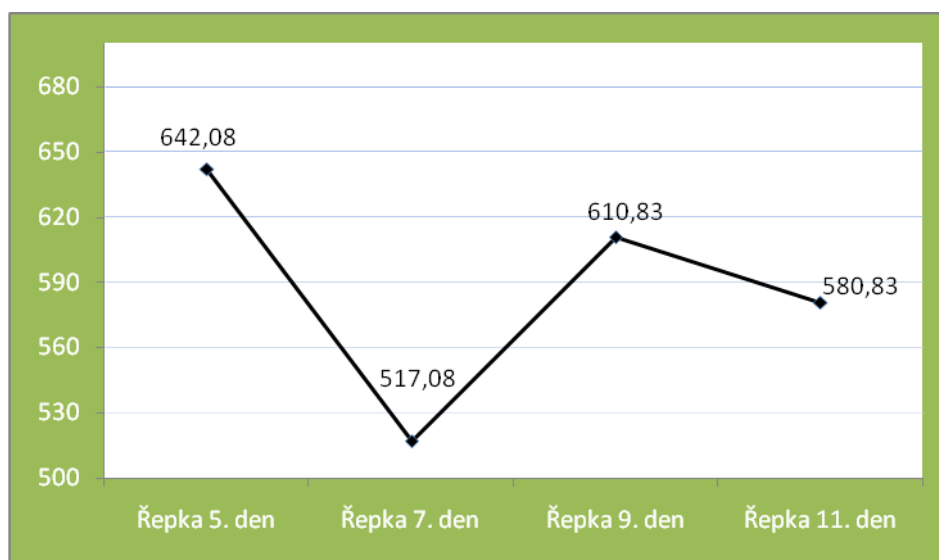
#### 10.1.6 Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků bobu

Vzorky bobu byly odebrány již od 3. dne klíčení po dvou dnech až do 9. dne klíčení. Ze všech sledovaných vzorků byla naměřena nejvyšší hladina celkových polyfenolů právě u bobu. U vzorků odebraných v prvních dnech klíčení byly naměřeny hodnoty celkových polyfenolů  $1206,67 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty a  $1212,93 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Poté začala hladina celkových polyfenolů postupně klesat. V 7. den klíčení dosahovala hladina hodnoty  $1077,50 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. K nepatrnému zvýšení hladiny celkových polyfenolů na  $1105,10 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty došlo v 9. den klíčení.

*Graf 8: Obsah celkových polyfenolů bobu v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty*

### 10.1.7 Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků řepky

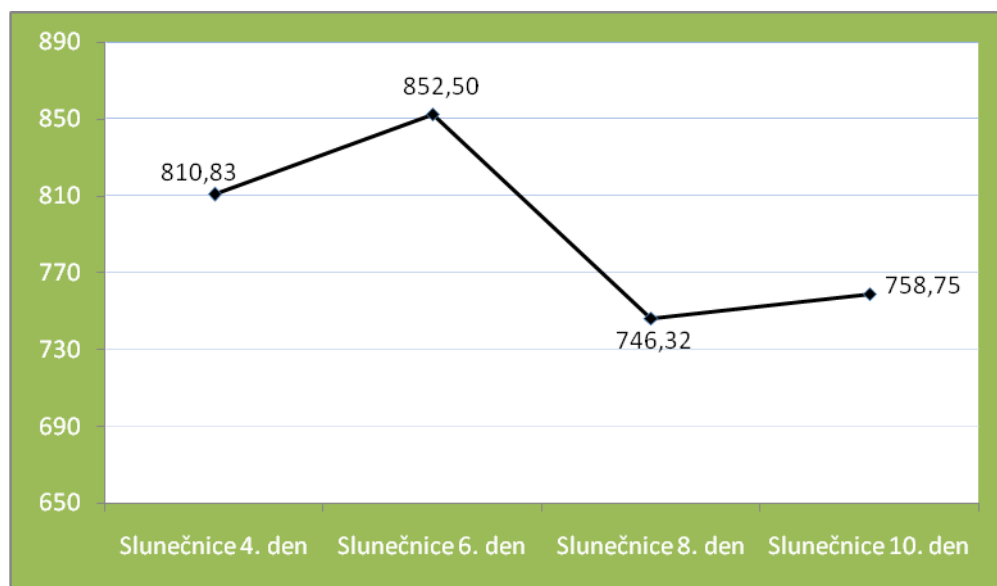
Graf 9: Obsah celkových polyfenolů řepky v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty



Semena řepky se nechala naklíčovat po dobu 11- ti dnů. Odběry vzorků byly prováděny od 5. dne po 2 dnech. Nejvyšší naměřená hodnota celkových polyfenolů  $642,08 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty byla zaznamenána u prvního odběru vzorku, odebraného v 5. den klíčení. U vzorku řepky odebraného v 7. den klíčení došlo k poklesu hladiny polyfenolů na nejnižší hodnotu naměřenou u řepky a to na  $517,08 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. V 9. den odběru hladina vystoupala hladina polyfenolů na  $610,83 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. V 11. den odběru došlo opět k poklesu hladiny celkových polyfenolů na  $580,83 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty.

### 10.1.8 Celkový obsah polyfenolů stanovený u vzorků slunečnice

Semena slunečnice se nechala naklíčovat 10 dnů. U vzorku odebraného v 4. den klíčení byla zjištěna hladina polyfenolů –  $810,83 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. V 6. den klíčení došlo k vzestupu hladiny celkových polyfenolů na  $852,50 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. Hladina celkových polyfenolů se v 8. den klíčení snížila na  $746,32 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty. V 10. den klíčení byla zjištěna hladina polyfenolů  $758,75 \text{ mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty.

Graf 10: Obsah celkových polyfenolů slunečnice v  $\text{mg.kg}^{-1}$  GAE čerstvé hmoty

## 10.2 Stanovení antioxidační kapacity

### 10.2.1 Antioxidační kapacita u všech sledovaných vzorků

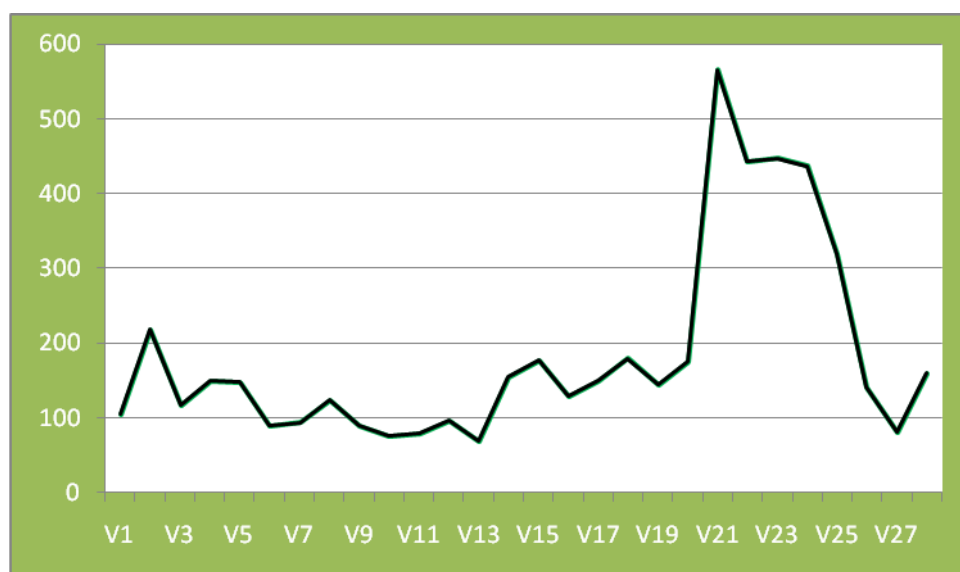
Antioxidační aktivita u všech sledovaných vzorků je uvedena v tabulce 4 a grafu 11. Komentáře k jednotlivým plodinám jsou uvedeny v kapitolách 10.2.2. – 10.2.8.

Tab. 4 Antioxidační kapacita u všech sledovaných vzorků (V1-V28 zn. číslo vzorku)

Vzorek (označení)	Antioxidační kapacita v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty
	Aritmetický průměr $\pm$ SD
Čočka 4. den (V1)	104,79 $\pm$ 4,24
Čočka 6. den (V2)	218,46 $\pm$ 3,03
Čočka 8. den (V3)	116,84 $\pm$ 4,45
Čočka 10. den (V4)	149,46 $\pm$ 4,52
Hrách 4. den (V5)	147,28 $\pm$ 3,47
Hrách 6. den (V6)	89,46 $\pm$ 4,69
Hrách 8. den (V7)	93,94 $\pm$ 4,25
Hrách 10. den (V8)	124,12 $\pm$ 2,21
Fazol 4. den (V9)	90,06 $\pm$ 2,30
Fazol 6. den (V10)	76,48 $\pm$ 1,55

Fazol 8. den (V11)	78,55 ± 1,88
Fazol 10. den (V12)	97,20 ± 3,63
Mungo 3. den (V13)	69,10 ± 2,70
Mungo 5. den (V14)	154,97 ± 2,65
Mungo 7. den (V15)	177,18 ± 3,61
Mungo 9. den (V16)	129,30 ± 2,98
Bob 3. den (V17)	149,52 ± 4,68
Bob 5. den (V18)	179,85 ± 2,79
Bob 7. den (V19)	143,87 ± 0,12
Bob 9. den (V20)	175,86 ± 3,97
Řepka 5. den (V21)	565,33 ± 2,95
Řepka 7. den (V22)	442,76 ± 4,80
Řepka 9. den (V23)	446,69 ± 3,93
Řepka 11. den (V24)	436,54 ± 3,93
Slunečnice 4. den (V25)	319,31 ± 4,40
Slunečnice 6. den (V26)	140,68 ± 0,82
Slunečnice 8. den (V27)	81,66 ± 1,48
Slunečnice 10. den (V28)	159,50 ± 2,06

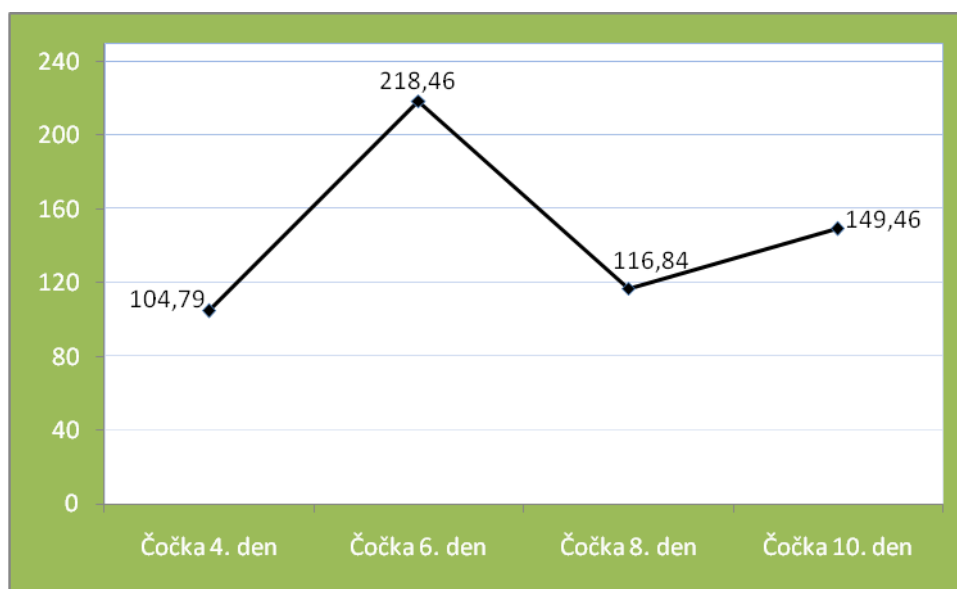
Graf 11: Antioxidační kapacita sledovaných vzorků v  $\text{mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty



### 10.2.2 Antioxidační kapacita čočky

Semena čočky byla nakličována po dobu 10- ti dnů. Odběry jednotlivých vzorků byly prováděny po dvou dnech od 4. dne klíčení. Nejnižší hodnota antioxidační kapacity 104,79 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty byla naměřena u vzorku odebraného v 4. den klíčení. Nejvyšší hodnota antioxidační kapacity 218,46 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty byla dosažena v 6. den klíčení. K poklesu antioxidační kapacity na 116,84 mg.kg AAE čerstvé hmoty došlo v 8. den klíčení. V 10. den klíčení antioxidační kapacita opět stoupla na 149,46 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty.

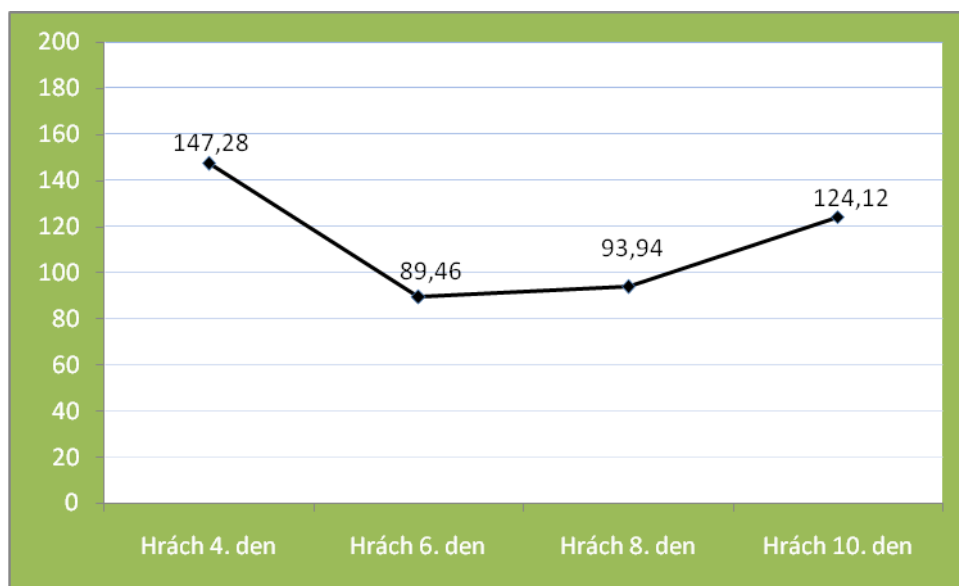
Graf 12: Antioxidační kapacita čočky v mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty



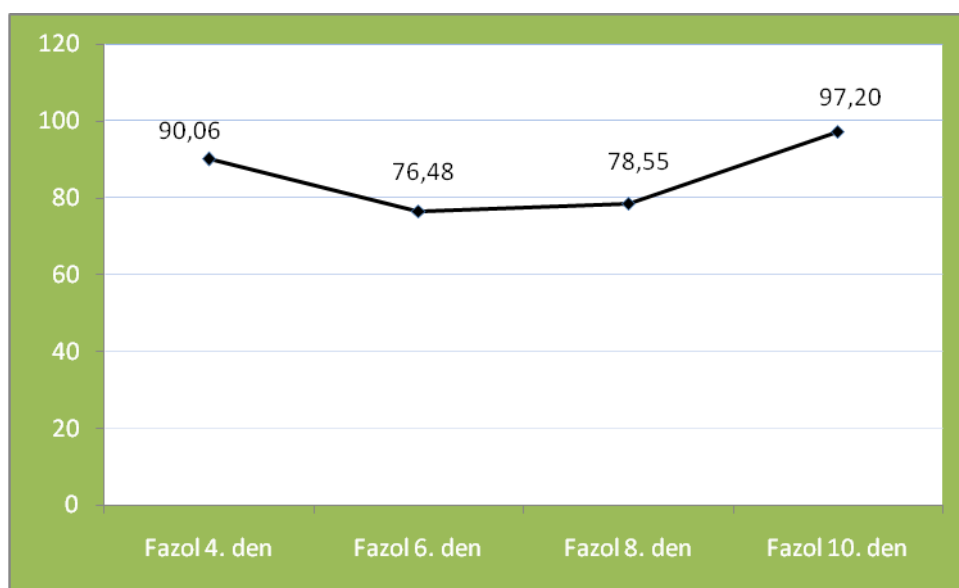
### 10.2.3 Antioxidační kapacita hrachu

Semena hrachu byla nakličována 10 dnů. Antioxidační kapacita byla zjišťována u vzorků hrachu odebraného v 4., 6., 8. a 10. den klíčení. Nejvyšší hladina antioxidační kapacity 147,28 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty byla zjištěna u vzorku odebraného v 4. den klíčení. Poté hladina antioxidační kapacity klesla na nejnižší naměřenou hodnotu zjištěnou u hrachu odebraného v 6. den klíčení na 89,46 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. V 8. den odběru hladina antioxidační kapacity pomalu stoupala nahoru, naměřená hodnota byla 93,94 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. V 10. den klíčení hrachu hladina antioxidační kapacity vystoupala na 124,12 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty.



Graf 13: Antioxidační kapacita hrachu v  $\text{mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty

#### 10.2.4 Antioxidační kapacita fazolu

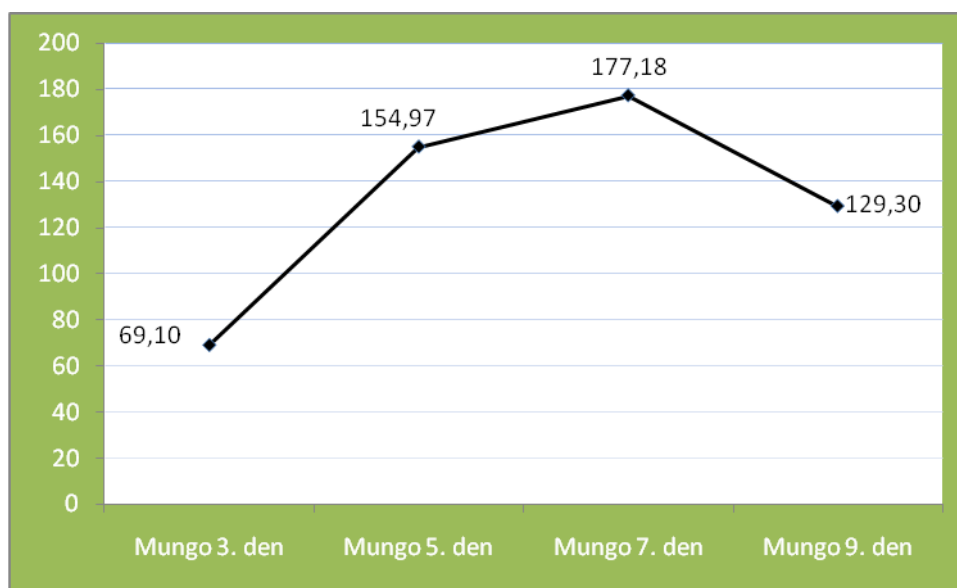
Graf 14: Antioxidační kapacita fazolu v  $\text{mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty

Stejně jako hrách byl fazol nakličován 10 dnů. Vzorky byly odebrány po dvou dnech od 4. dne klíčení. Ve vzorku fazolu odebraném v 4. den klíčení byla naměřena antioxidační kapacita  $90,06 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty. V 6. a v 8. den klíčení poklesla antioxidační kapacita na  $76,48$  a  $78,55 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty. Nejvyšší hodnoty antioxidační kapacity  $97,2 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty byly naměřeny ve vzorku odebraném v 10. den klíčení.

### 10.2.5 Antioxidační kapacita munga

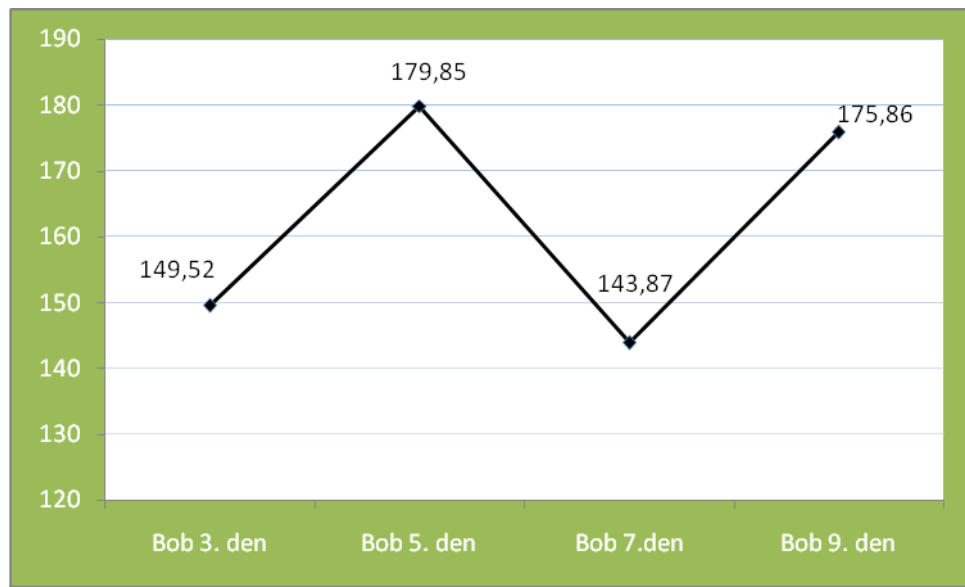
Semena munga se nechala naklíčovat 9 dnů. Odběry se prováděly od 3. dne klíčení po 2 dnech. Nejnižší antioxidační kapacita byla zjištěna v prvním odběru vzorku munga v 4. den klíčení, zjištěná hodnota byla  $69,10 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty. Postupně hladina antioxidační kapacity začala stoupat, v 5. den klíčení byla  $154,97 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty a v 7. den klíčení byla  $177,18 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty. V 9. den klíčení došlo k poklesu antioxidační kapacity na  $129,30 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty.

Graf 15: Antioxidační kapacita munga v  $\text{mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty

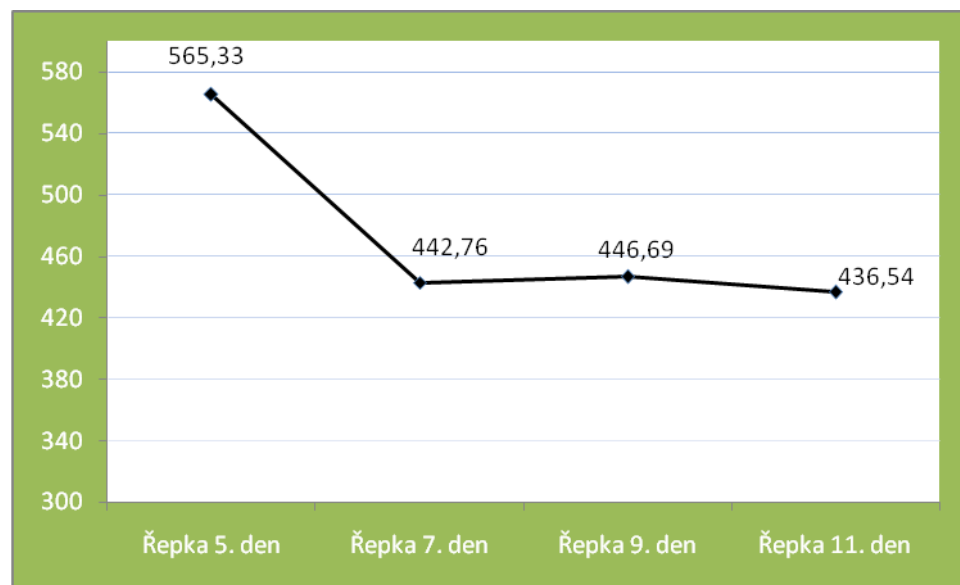


### 10.2.6 Antioxidační kapacita bobu

Semena bobu se nechala naklíčovat 9 dnů. Odběry se prováděly v 3., 5., 7. a 9. den klíčení. Nejnižší hodnota antioxidační kapacity  $143,87 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty byla naměřena v 7. den klíčení. Ve vzorku odebraném v 3. den klíčení se hladina antioxidační kapacity pohybovala téměř ve stejné úrovni. Bylo naměřeno  $149,52 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty. Téměř shodné hladiny antioxidační kapacity byly naměřeny v 5. a v 9. den klíčení –  $179,85$  a  $175,86 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty.

*Graf 16: Antioxidační kapacita bobu v  $\text{mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty*

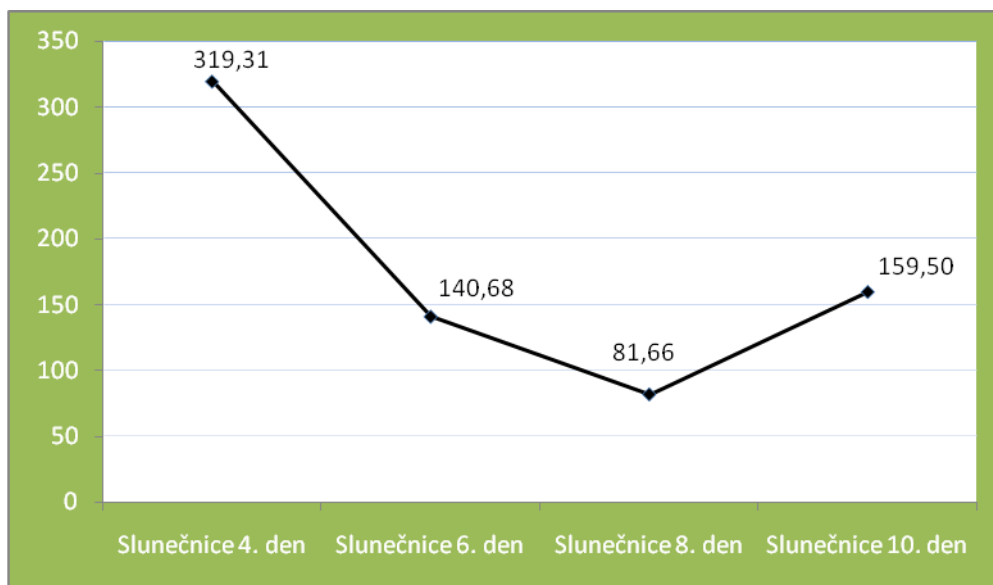
### 10.2.7 Antioxidační kapacita řepky

*Graf 17: Antioxidační kapacita řepky v  $\text{mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty*

Semena řepky byla nakličována po dobu 11 dnů. Nejvyšší naměřená hodnota antioxidační kapacity  $565,33 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty byla zjištěna při prvním měření u vzorku řepky odebrané v 5. den klíčení. Ostatní zjištěné hodnoty u vzorků odebraných 7. - 11. den klíčení se výrazně nelišily a pohybovaly se v rozmezí  $446,69 - 436,54 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty.

### 10.2.8 Antioxidační kapacita slunečnice

Graf 18: Antioxidační kapacita slunečnice v  $\text{mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty



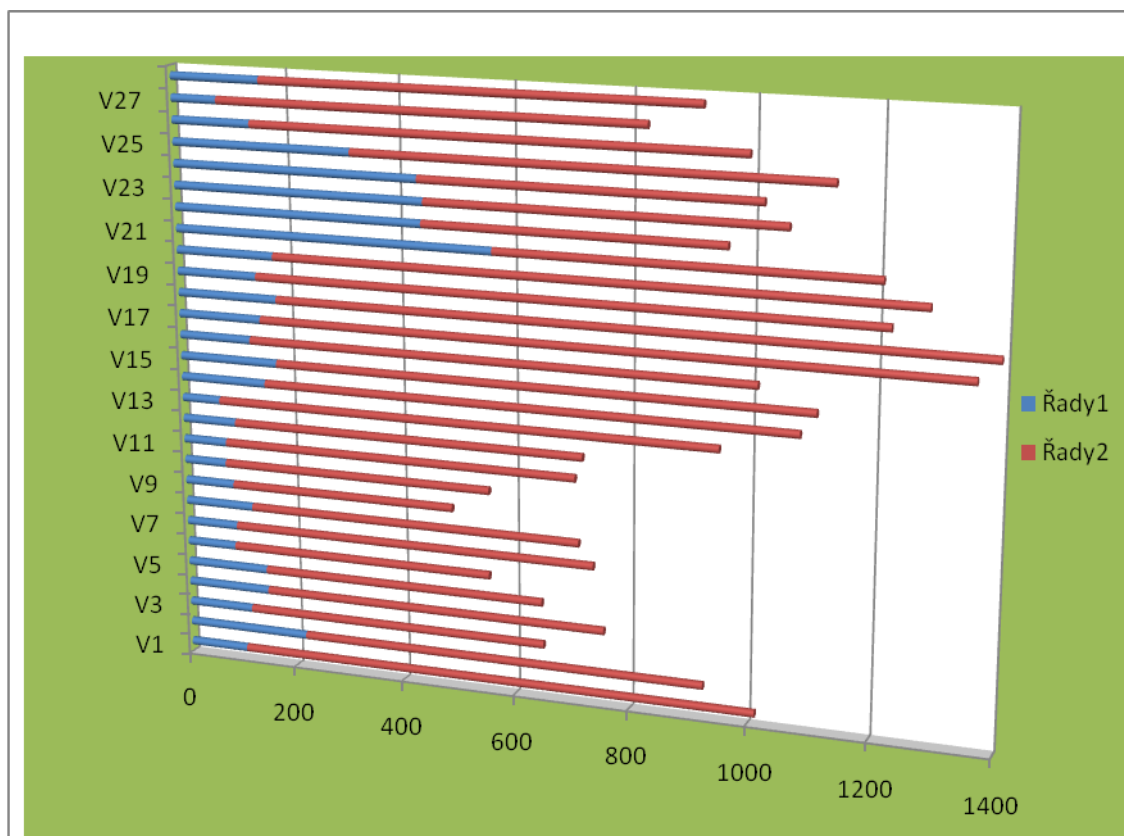
Semena slunečnice se nakličovala po dobu 10 dnů. Nejvyšší antioxidační kapacita  $319,31 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty byla zjištěna v 4. den klíčení. Poté hladina antioxidační kapacity začala klesat. V 6. den klíčení byla naměřena hodnota antioxidační kapacity  $140,68 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty a v 8. den klíčení poklesla až na  $81,66 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty. V 10. den klíčení došlo opět k nárůstu antioxidační kapacity na  $159,50 \text{ mg.kg}^{-1}$  AAE čerstvé hmoty.

### 10.2.9 Antioxidační kapacita vs. celkové polyfenoly

Porovnání antioxidační kapacity a celkových polyfenolů zkoumaných vzorků můžete vidět v grafu 19.

Graf 19: Antioxidační kapacita a celkové polyfenoly zkoumaných vzorků

(V1-V28 zn. číslo vzorku)



■ Řady 1 - antioxidační kapacita v mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty

■ Řady 2 - celkové polyfenoly mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty

Z grafu je patrné, že zastoupení celkových polyfenolů je v jednotlivých vzorcích mnohonásobně vyšší než obsah stanovené antioxidační kapacity. Antioxidační kapacita není přímo úměrná množství celkových polyfenolů a nezávisí na množství celkových polyfenolů v rostlině.

## 10.3 Stanovení minerálních látek

### 10.3.1 Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků

Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků v % totální sušiny jsou uvedeny v tabulce 5 a grafu 20.

Tab. 5 Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků v % totální sušiny

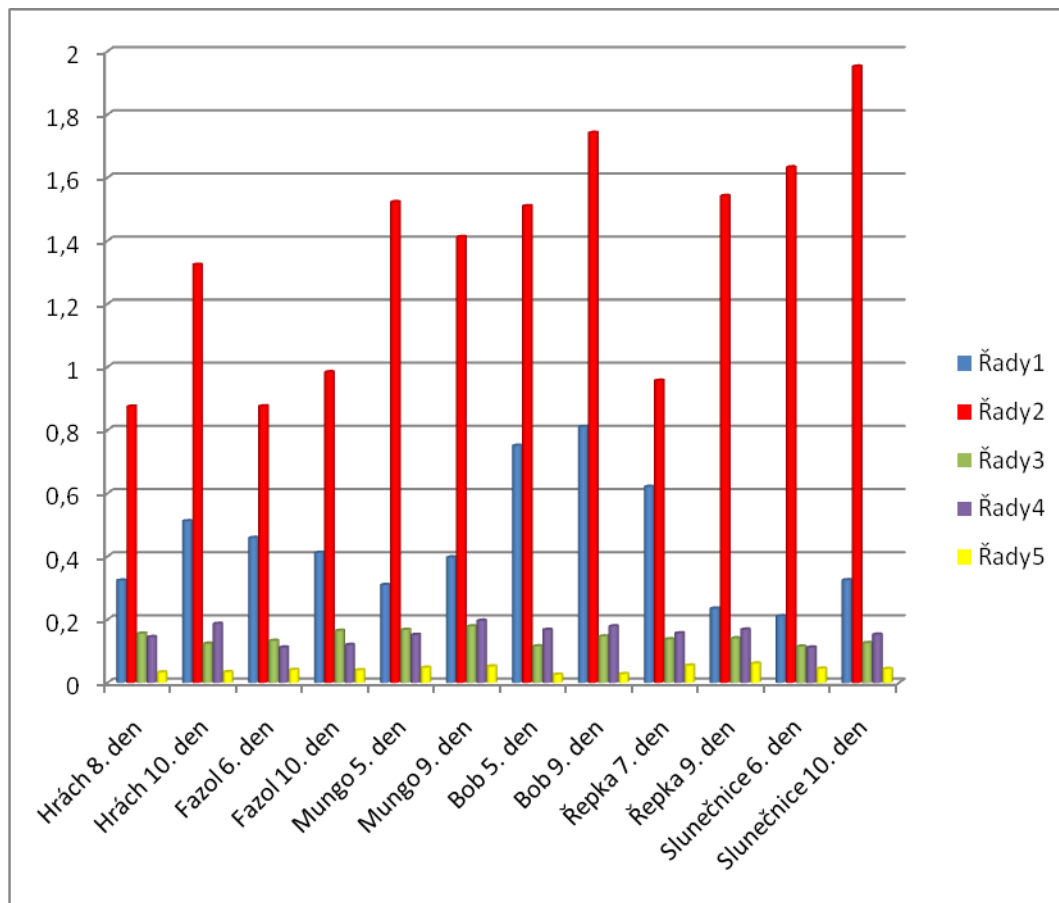
Naklíčená semena	Množství prvku v % totální sušiny					
	% sušiny	fosfor	draslík	vápník	hořčík	sodík
Hrách 8. den	<b>10,425</b>	0,324	<b>0,875</b>	0,156	0,145	0,033
Hrách 10. den	<b>10,802</b>	0,512	1,324	0,124	0,187	0,034
Fazol 6. den	<b>21,510</b>	0,459	0,876	0,133	0,112	0,041
Fazol 10. den	<b>14,113</b>	0,412	0,984	0,165	0,120	0,040
Mungo 5. den	<b>13,127</b>	0,310	1,523	0,168	0,152	0,048
Mungo 9. den	<b>9,051</b>	0,397	1,412	<b>0,179</b>	<b>0,197</b>	0,052
Bob 5. den	<b>28,309</b>	0,751	1,510	0,116	0,168	<b>0,026</b>
Bob 9. den	<b>23,177</b>	<b>0,811</b>	1,742	0,147	0,179	0,028
Řepka 7. den	<b>8,250</b>	0,621	0,957	0,138	0,157	0,055
Řepka 9. den	<b>9,058</b>	0,235	1,542	0,141	0,169	<b>0,061</b>
Slunečnice 6. den	<b>19,490</b>	<b>0,211</b>	1,633	<b>0,115</b>	<b>0,112</b>	0,045
Slunečnice 10. den	<b>14,926</b>	0,325	<b>1,952</b>	0,126	0,153	0,044

**Červeně** – nejvyšší naměřená hodnota; **Modře** – nejnižší naměřená hodnota

Obsah minerálních prvků byl stanoven u šesti druhů semen v různém časovém stadiu klíčení. K analýze byla vybrána semena luštěnin a olejnin (hrách, fazol, mungo, bob, řepka a slunečnice). Po odběru jednotlivých vzorků, byly vzorky uloženy do předem označených odběrových sáčků a skladovány při chladírenské teplotě. Množství minerálních prvků bylo po předsušení stanoveno pomocí absorpční spektrofotometrie. Byl proveden výpočet sušiny jednotlivých vzorků. Výsledky obsahu minerálních prvků jsou uvedeny v % totální

sušiny. Z finančních důvodů byly vzorky analyzovány pouze 1 x, proto jsou uvedené výsledky bez směrodatné odchylky.

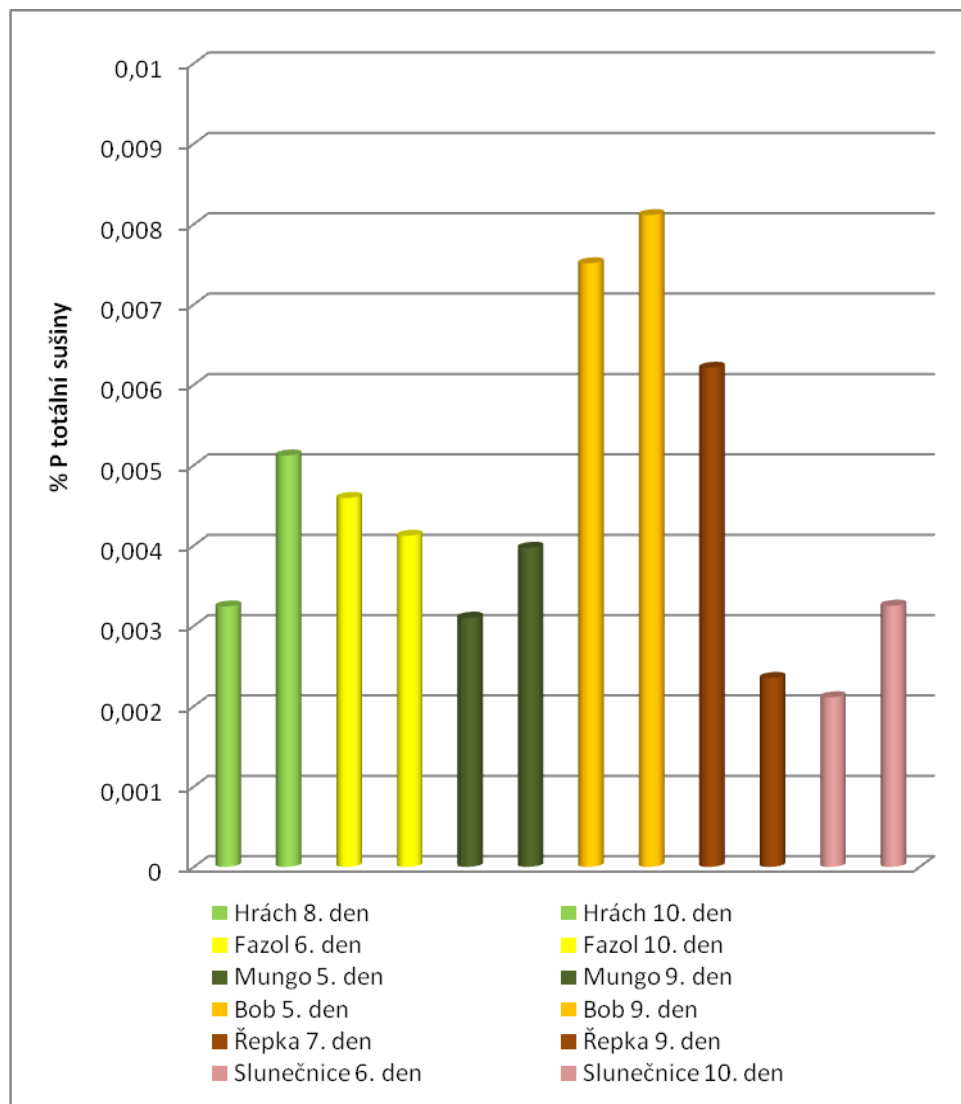
Graf 20: Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků v % totální sušiny



- Řady č. 1 – množství fosforu
- Řady č. 2 – množství draslíku
- Řady č. 3 – množství vápníku
- Řady č. 4 – množství hořčíku
- Řady č. 5 – množství sodíku

## 10.3.2 Výsledky stanovení fosforu u sledovaných vzorků

Graf 21: Množství fosforu u sledovaných vzorků

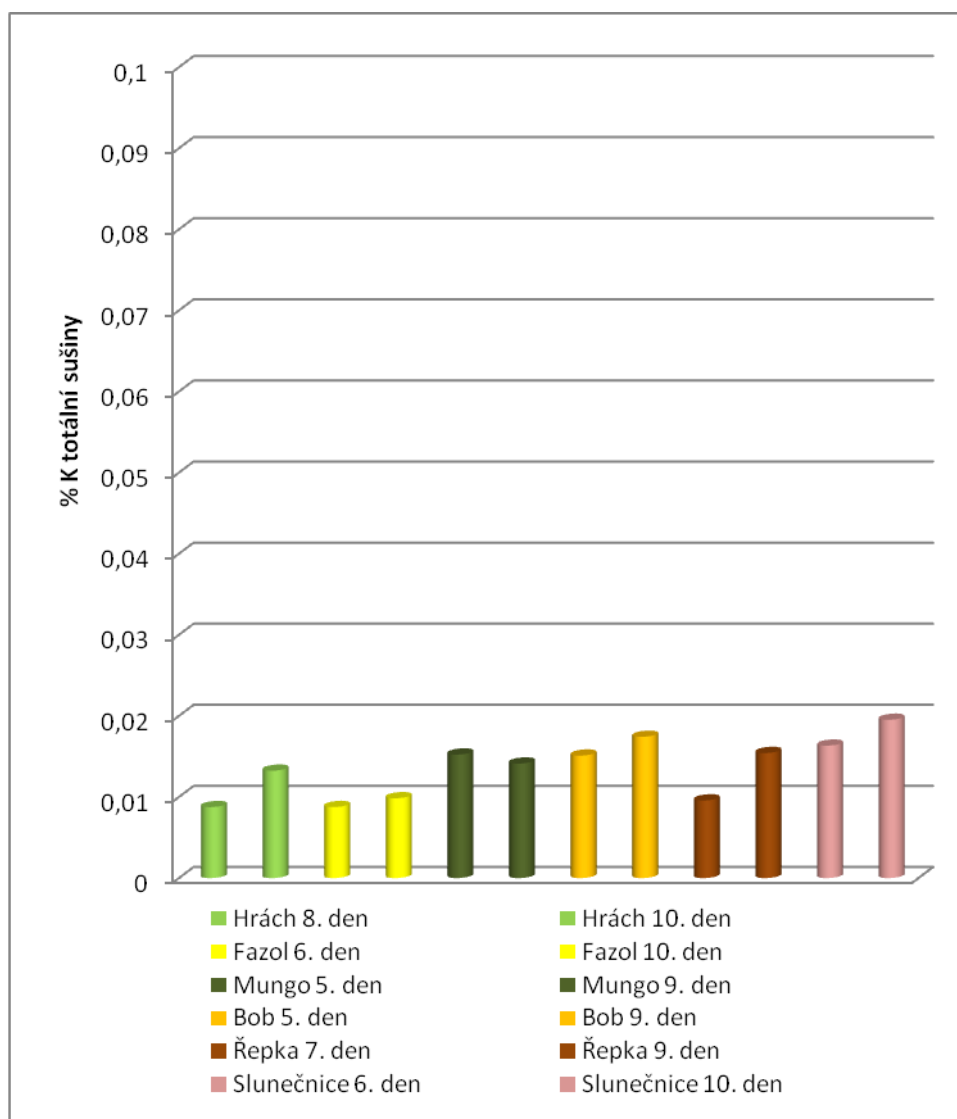


U všech sledovaných vzorků naklíčených semen se hladina fosforu pohybovala pod 1 % zkoumaného prvku v totální sušině. Nejvyšší hladina fosforu byla zjištěna u bobu. U vzorku bobu odebraného v 5. den klíčení se hladina fosforu pohybovala v hodnotách 0,75 % v sušině. V 9. den klíčení byla naměřena hodnota fosforu 0,81 % v sušině. Další nejvyšší hodnota fosforu byla zjištěna u vzorku řepky, odebraném v 7. klíčení a to 0,62 % v sušině. Za další dva dny ovšem došlo k výraznému poklesu hladiny fosforu v naklíčené řepce na 0,24 % v sušině. Nejnižší hladina fosforu byla naměřena u vzorku slunečnice, odebraného v 6. den klíčení a to 0,21 % v sušině.



## 10.3.3 Výsledky stanovení draslíku u sledovaných vzorků

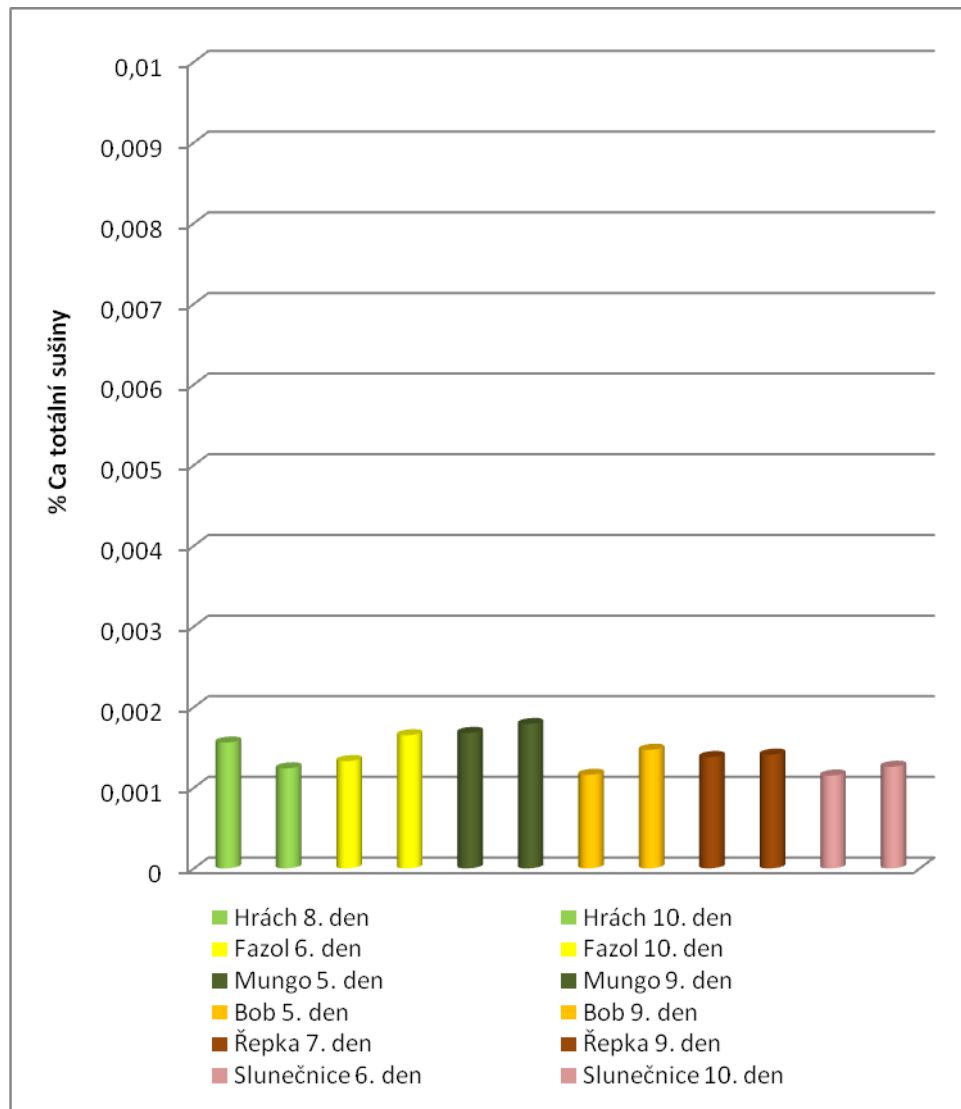
Graf 22: Množství draslíku u sledovaných vzorků



Jako jediný prvek byl draslík zjištěn v nejvyšším množství u všech sledovaných vzorků. Téměř u všech rostlin jeho hladina přesahovala 1 % v totální sušině. Výjimky tvořily pouze naklíčená semena hrachu odebraná v 8. den klíčení, semena fazolu a semena řepky odebraná v 7. den klíčení. Nejvyšší hladina draslíku 1,95 % v sušině byla naměřena u vzorku slunečnice z 10. dne klíčení. Naopak nejnižší množství draslíku bylo prokázáno u klíčků hrachu odebraných v 8. den klíčení a u klíčků fazolu odebraných v 6. den klíčení a to 0,88 % v sušině.

### 10.3.4 Výsledky stanovení vápníku u sledovaných vzorků

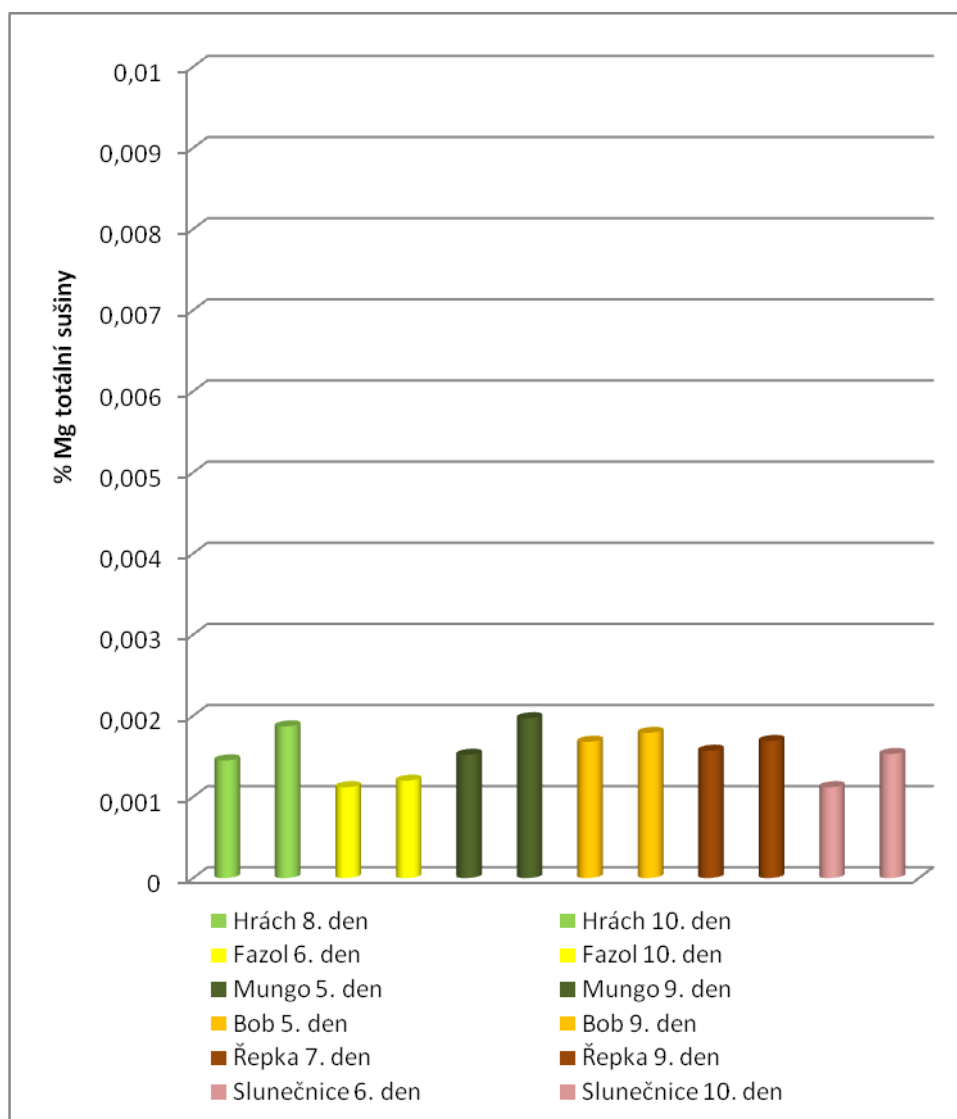
Graf 23: Množství vápníku u sledovaných vzorků



Všechny sledované vzorky vykazovaly velmi nízkou hladinu vápníku pod 0,20 % v totální sušině. Nejvyšší hodnota vápníku 0,18 % v sušině byla zjištěna u vzorku munga odebraného v 9. den klíčení. Nejnižší hladina vápníku byla nalezena u vzorku slunečnice odebraného v 6. den klíčení a to 0,12 % v sušině.

## 10.3.5 Výsledky stanovení hořčíku u sledovaných vzorků

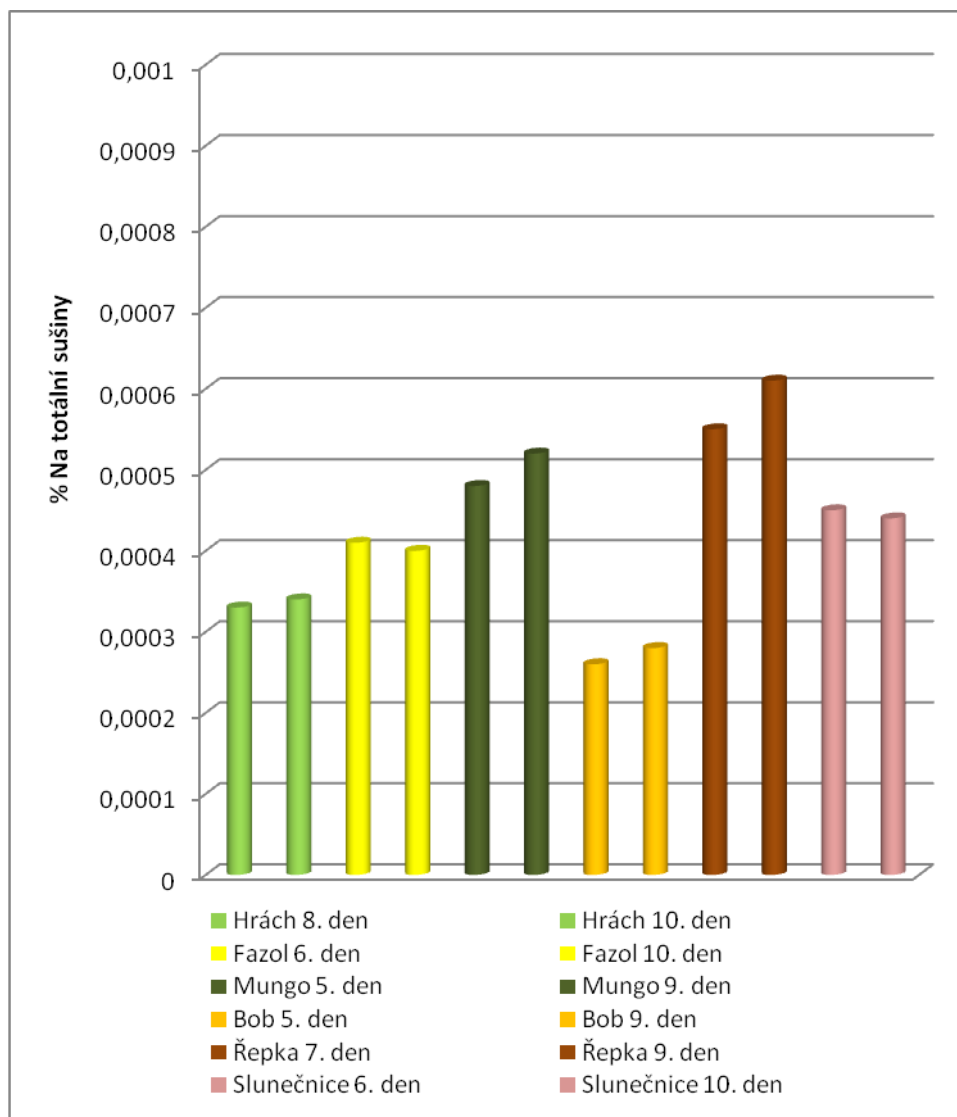
Graf 24: Množství hořčíku u sledovaných vzorků



Hodnoty hořčíku u všech sledovaných vzorků se pohybovaly v nízkých hodnotách podobně jako hladina vápníku pod 0,20 % v sušině. Stejně tak nejvyšší a nejnižší naměřená hodnota hořčíku byla zjištěna u stejných vzorků jako u sledování hladiny vápníku. Maximální zjištěná hladina hořčíku 0,20 % byla zjištěna u munga, které se nechalo klíčit 9 dnů. Minimální zjištěná hladina hořčíku 0,11 % totální sušiny byla zjištěna u slunečnice, která se nechala klíčit 6 dnů.

## 10.3.6 Výsledky stanovení sodíku u sledovaných vzorků

Graf 25: Množství sodíku u sledovaných vzorků



Naměřené hodnoty sodíku byly řádově nižší než naměřené hodnoty ostatních sledovaných prvků u zkoumaných vzorků. Rozdíl mezi nejnižší naměřenou hodnotou sodíku a nejvyšší naměřenou hodnotou sodíku se pohyboval v mezích 0,03 % v sušině. Nejnižší hodnotu sodíku vykazoval vzorek bobu odebraný v 5. den klíčení - 0,03 % v sušině. Nejvyšší hodnota sodíku 0,06 % v sušině byla zjištěna u naklíčených semen řepky odebraných v 9. dnu klíčení.

## 11 DISKUSE

Význam naklíčených semen byl objeven již před několika staletími. Námořníci vozili fazole mungo na svých zaoceánských lodích a v průběhu plavby, je nechávali naklíčovat. Konzumací klíčků předcházeli kurdějím, které jsou způsobeny, nedostatkem vitamínu C. Již tehdy bylo známo, že důležitý faktor, který nenaklíčeným semenům chybí, vzniká až v průběhu klíčení. Během klíčení se nevytváří pouze vitamin C, ale dochází ke změnám ve složení zrna nebo semen. Naklíčením semene se zvyšuje množství vitaminů B, zejména, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub> a vitamínu E. Také se zvyšuje karoten a to až 8x. Během klíčení dochází k neutralizaci kyseliny fytové, která je obsažena v otrubách obilovin. Kyselina fytová brání vstřebávání vápníku, hořčíku, železa, mědi a zinku. Klíčení omezuje inhibitory enzymů přítomné ve všech semenech, které by mohly inhibovat naše vlastní enzymy v trávicím traktu. V trávicím traktu člověka se totiž vytváří řada enzymů, které napomáhají trávení. Dochází ke štěpení složitých cukrů, které jsou zodpovědné za tvorbu střevního plynu [67]. Naklíčená semena jsou důležitým zdrojem antioxidantů, zejména fenolických sloučenin. Z důvodu zabránění radikálové řetězové reakci oxidace, jsou běžně přidávány do potravin syntetické antioxidanty [68]. Mezi nejběžněji používané syntetické antioxidanty patří butylhydroxyanizol (BHA) a butylhydroxytoluen (BHT). Syntetické antioxidanty jsou omezeny legislativními předpisy z důvodu pochybností o jejich toxických a karcinogenních účincích. Z toho důvodu je mnohem větší zájem o přírodní antioxidanty [69]. Antioxidanty mají důležitou úlohu v potravinách, protože pozitivně působí na lidský organismus. V luštěninách patří mezi nejdůležitější antioxidanty vitamin C, E, fenolické sloučeniny a glutation. Antioxidační aktivita vitamínu C je zapojena při ochraně lipidů z *in vitro* a *in vivo* oxidace, zejména u lidí vystavených oxidačnímu stresu. Má příznivé účinky na vazodilataci cév u pacientů s kardiovaskulárním onemocněním a s rizikem koronárního onemocnění. Epidemiology byl zjištěn důkaz účinnosti proti prevenci vzniku rakoviny plic, děložního čípku, tlustého střeva, konečníku, slinivky břišní a rakoviny prsou. Potraviny bohaté na vitamin E mohou mít pozitivní účinky na lidské zdraví, protože tyto bioaktivní sloučeniny mohou chránit polynenasycené mastné kyseliny proti oxidačnímu poškození buněčných membrán [70]. Vitamin E může mít také antikancerogenní vlastnosti, z důvodu jeho schopnosti ničit dusitany, což jsou složky v potravinovém řetězci spojované s produkcí různých typů rakovinových buněk [71]. Ochranné účinky glutationu jsou široce známé, zahrnují ochranu před oxidační destrukcí v systémech, ve kterých dochází

k odstranění volných radikálů a produktů lipidové peroxidace. Spotřeba potravin s vysokým obsahem glutationu vede k snížení rakoviny úst a hltanu o 50 % [72].

Polyfenoly, zejména třísloviny byly považovány za antinutrienty, kvůli tvorbě komplexů s proteiny, což vedlo ke snížení stravitelnosti bílkovin. Nicméně v poslední době jsou tyto látky považovány za důležité dietní antioxidanty. Polyfenoly patří mezi nejpočetněji a nejvíce zastoupené metabolity rostlin a tvoří nedílnou součást výživy lidí i zvířat [73]. Fenolické látky jsou všudypřítomné v rostlinách a jsou nezbytnou součástí stravy. Dostávají se do popředí zájmu, díky jejich antioxidačním vlastnostem. Antioxidační aktivita fenolických sloučenin závisí na struktuře, zejména počtu a pozici hydroxylových skupin a charakteru substituce na aromatických kruzích. Ovoce a zelenina jsou hlavními zdroji fenolických sloučenin v lidské stravě. Fenolické sloučeniny vykazují celou řadu fyziologických vlastností, jakou jsou antialergenní, protizánětlivé, antimikrobiální, antioxidační, antitrombotické, kardioprotektivní a vazodilatační [74].

V posledních letech se rozšířila spotřeba klíčků „atypické zeleniny“, která získala pozornost jako tzv. funkční potravina z důvodu vysoké nutriční hodnoty zahrnující aminokyseliny, vlákninu, stopové prvky, vitaminy, stejně jako flavonoidy a fenolové kyseliny. Vyjmenované látky snižují riziko různých onemocnění [75].

Minerální látky jsou pro lidský organismus stejně důležité jako základní živiny, ke kterým patří bílkoviny, sacharidy, tuky a vitaminy. Pro předcházení různým nemocem je důležité jíst stravu bohatou na minerály a stopové prvky. V současné době, kdy je jedinec vystaven zrychlenému životnímu tempu a z toho vyplývajícimu stresu nebo je vystaven jednostranné dietě, alkoholu, kofeinu, nikotinu, příjmu různých léků a potravinových konzervantů – to vše zvyšuje nároky organismu na větší přísun vitaminů a minerálních látek. Nejlepším zdrojem minerálních látek a stopových prvků jsou výhonky společně s mořskými řasami. Je známo, že proces klíčení celkově zlepšuje nutriční kvalitu luštěnin, nejen snížením anti-nutričních sloučenin, ale i rozšířením hladiny volných aminokyselin, dostupných uhlohydrátů, vlákniny a dalších komponent. Během klíčení je část rezervních látek semene degradována a použita pro dýchání a syntézu nových buněčných složek vývoje embrya, způsobuje významné změny biochemických, nutričních a sensorických vlastností luštěnin [76].

Podle Lopez-Amoros et al. (2006) se během procesu klíčení fazole, hrachu a čočky změnilo fenolické složení zkoumaných luštěnin. Bylo zjištěno, že pozorované metabolické změny mohou být ovlivněny působením světla a počtem dnů klíčení. Z výsledků hodnocení

antioxidační aktivity, klíčení, ne vždy zlepšuje biologickou kvalitu luštěnin a tím jejich funkčnost. Klíčení zvyšuje biologickou kvalitu a funkčnost především u hrachu a fazolu, avšak mělo negativní dopad v případě čočky [77]. Z výsledků mé diplomové práce vyplynulo, že nejvyšší antioxidační aktivitu z výše uvedených luštěnin měla čočka. Výrazný vliv může mít i vývojové stádium, což jsem potvrdila i ve své práci. Hladina antioxidační aktivity čočky se pohybovala v rozmezí 104,79 - 218,46 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty, zatímco hladina antioxidační aktivity u hrachu byla naměřena 89,46 - 147,28 mg. kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty a u fazolu 76,48 - 97,20 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. Vzhledem k rozdílům v metodách extrakce a stanovení způsobu vyjádření výsledků mezi různými autory je obtížné porovnávat údaje s literaturou. Laparra et al. (2008) uvádějí, že obecně bílé fazole obsahují méně polyfenolů než barevné fazole [78]. Například, Cardador-Martinez et al. (2002) zjistili celkový obsah fenolů fazolu 2,09 mg ekvivalentů katechinu v jednom gramu semen [79]. Stejný soubor autorů publikoval koncentraci fenolických sloučenin v šesti odrůdách fazolu v rozmezí 3,28 - 16,61 mg ekvivalentů katechinu v g semen čerstvé hmoty. Oomah et al. (2005) uvádějí, že obsah celkových polyfenolů je nejlepším indikátorem antioxidační aktivity polyfenolů fazolu. Spočítali, že 40 - 71 % antiradikálové aktivity může být vysvětleno celkovými polyfenoly a že flavonoly byly zodpovědné za 20 - 39 % antioxidační kapacity závislé na typu fazolu [80]. Vinson et al. (1998) zjistili pomocí Folin-Ciocalteu metody 35,9 mmol a 31,9 mmol katechinu v gramu semen fazolu [81]. Wu et al. (2006) publikovali 2,23 až 12,47 mg fenolických látek GAE v gramu semen fazolu různých kultivarů [82]. Marzo *et al.* (2002) stanovili celkový obsah fenolů fazolu kultivaru Pinto - 0,44 mg v jednom gramu semen [83]. Akond (2011) uvádí, že celkový obsah polyfenolů u různých genotypů fazolu se pohyboval v rozmezí od 5,87 do 14,14 mg.g<sup>-1</sup> kyseliny gallové [84]. Výsledky celkových polyfenolů z databáze Phenol-Explorer, uvádějí vysoký obsah celkových polyfenolů u fazolu kultivaru Adzuki 8,9 g.100g<sup>-1</sup> GAE celých semen a plodů a u čočky 6,5 g.100g<sup>-1</sup> celých semen. Nižší obsah byl zjištěn u jiného kultivaru fazolu - 33 mg.100 g<sup>-1</sup> GAE a sušeného hrachu 16 mg.100 g<sup>-1</sup> GAE v semenech. Zjištěné průměrné hodnoty celkových polyfenolů u bílých genotypů fazole se pohybovaly kolem 47 mg.100g<sup>-1</sup> a u černých genotypů kolem 1,6 g.100g<sup>-1</sup> [85].

Mnou naměřené hodnoty celkových polyfenolů fazolu se pohybovaly v rozmezí 400,42 – 627,45 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty, což odpovídá výsledkům, které uvádějí Marzo et al. (2002) [83] a také výsledkům zjištěných u bílých genotypů fazolu z databáze Phenol-Explorer [85].

Zjistila jsem, že celkový obsah polyfenolů stanovený v různých časových intervalech klíčení čočky se pohyboval v rozmezí 533,75 - 907,92 mg.kg<sup>-1</sup>. Hwa (2008) et al. uvádějí celkový obsah fenolických látek zjištěných v čočce okolo 12 mg.g<sup>-1</sup> [86]. Akond (2011) et al. uvádějí celkový obsah polyfenolů v semenech čočky 6,5 g.100g<sup>-1</sup>, což je po přepočtu jednotek shodné s mými výsledky, ovšem s rozdílem, že jsem celkové polyfenoly naměřila v naklíčených semenech [84]. Troszynska et al. (2011) zjistili, že celkový obsah polyfenolů u naklíčených semen čočky byl nejnižší po 2-3 dnech klíčení a to 170,9 a 170,0 μg.g<sup>-1</sup>. Maximální obsah polyfenolů 400,8 μg.g<sup>-1</sup> byl zjištěn po sedmi dnech klíčení. Semena byla klíčena ve tmě [87]. Z výsledků, které jsem zjistila u jiného genotypu čočky s tím, že semena byla klíčena v přirozených podmínkách střídání světla a tmy dle denní doby, vyplynulo, že nejvyšší obsah celkových polyfenolů měla semena v 4. den klíčení 907,92 mg.kg<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah celkových polyfenolů jsem zjistila u semen čočky v 8. den klíčení 533,75 mg.kg<sup>-1</sup>.

Özlem et al. (2011) publikovali, že semena čočky vykazují vyšší antioxidační aktivitu než hrách a fazol. Pomocí DPPH metody zjistili, že antioxidační aktivita u čočky se pohybovala v hladině 19,47 TE (Trolox Equivalents) μmol.g<sup>-1</sup>, u fazolu 14,13 TE μmol.g<sup>-1</sup> a u hrachu 1,53 TE μmol.g<sup>-1</sup>. Hodnota celkových polyfenolů byla nejvyšší opět u čočky 6,96 mg.g<sup>-1</sup> GAE, dále u fazolu 4,04 mg.g<sup>-1</sup> GAE a u hrachu 0,81 mg.g<sup>-1</sup> GAE [88]. Lopez-Amoroz et al. (2006) uvádějí, že antioxidační aktivita hrachu a fazolu se po naklíčení zvýšila a u čočky došlo po naklíčení k jejímu snížení. Z výsledků antioxidační aktivity, které jsem stanovila, měla nejvyšší antioxidační aktivitu také čočka 104,79 – 218,46 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. U hrachu byla zjištěna antioxidační aktivita 89,46 – 147,28 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. U fazolu byla zjištěna z těchto 3 luštěnin nejnižší antioxidační aktivita, a to 76,48 – 97,20 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. Nejvyšší hodnotu celkových polyfenolů jsem zjistila u čočky 533,75 – 907,92 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty, potom u hrachu 465,69 – 643,33 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty a u fazolu 400,42 – 627,45 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty.

Ramesh et al. (2011) udávají hodnoty celkových polyfenolů metabolických výtažků z klíčků a semen munga 0,058 a 0,049 μg.mg<sup>-1</sup> extraktu pyrokatecholu [89]. Dle mých výsledků se hladina celkových polyfenolů v klíčcích munga pohybovala v rozmezí 879,58 – 929,58 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty. Antioxidační aktivita dle Ramesh et al. (2011) z metabolických výtažků klíčků a semen munga byla naměřena 0,148 a 0,043 μg.mg<sup>-1</sup> AAE extraktu [89]. Randhir et al. (2003) naměřili u munga v 2. den klíčení nejvyšší antio-



xidační aktivitu [90]. Z výsledků, které jsem stanovila, byla nejvyšší antioxidační aktivita nalezena ve vzorcích munga, které klíčilo 7 dnů. Celkově se antioxidační aktivita v mungu pohybovala v rozmezí 69,1 – 177,18 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty.

Bolivar et al. (2010) uvádějí, že fenolické látky v počáteční etapě klíčení mohou sloužit jako antioxidanty, zatímco později se mohou stát součástí strukturálního rámce rostoucí rostliny a ztratí část své antioxidační aktivity. Semena slunečnice vykazovala vysoký obsah polyfenolů. Nejvyšší obsah polyfenolů obsahovala po nabobtnání 255,67 μg.g<sup>-1</sup> TAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) v semenu. Sedmidenní naklíčená semena slunečnice vykazovala vysokou TAC 402,02 μg.g<sup>-1</sup> TAC v sušině semen [91]. Z mého šetření vyplývá, že nejvyšší obsah polyfenolů měla naklíčená semena slunečnice v 4. a 6. den klíčení - 810,83 a 852, 50 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty a nejvyšší antioxidační aktivita byla zjištěna u semen odebraných v 4. den klíčení 319,31 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. V 8. den klíčení antioxidační klesla na 81,66 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty.

Maneemegalai et al. (2011) zjistili celkovou antioxidační aktivitu ve dvou druzích naklíčených semenech munga 5,90 a 8,80 mg.100g<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty [92]. V porovnání s jejich výsledky, byla mnou naměřená antioxidační aktivita v naklíčených semenech munga po přepočtu jednotek téměř shodná, pohybovala se v rozmezí 69,10 - 177,18 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty.

Mubarak (2004) uvádí následující množství zjištěných minerálních prvků v 100 g sušiny munga – fosfor 406 mg, draslík 3,95 mg, vápník 88,5 mg, hořčík 56,6 mg, sodík 11,6 mg [93]. Jiný zdroj (Nutritional Data Tables) uvádí, že nejvíce zastoupeným minerálním prvkem u semen munga je hořčík - 310 mg.100 g<sup>-1</sup> jedlé části, dále pak draslík 149 mg.100 g<sup>-1</sup> jedlé části, vápník 100 mg.100 g<sup>-1</sup> jedlé části, fosfor 54 mg.100 g<sup>-1</sup> jedlé části a nakonec sodík 7,3 mg.100 g<sup>-1</sup> jedlé části [94]. Zjistila jsem, že nejvyšší obsah ze zkoumaných minerálních prvků u munga, které klíčilo 9 dnů, měl draslík, poté následoval fosfor, hořčík, vápník a nejnižší obsah byl stanoven u vápníku. Výše jmenovaný zdroj uvádí, že u hrachu je nejvíce zastoupen v 100 g jedlé části draslík - 381 mg, následuje fosfor - 165 mg, hořčík - 56 mg, vápník - 36 mg a sodík - 20 mg [94]. Stejně pořadí zastoupení jednotlivých prvků jsem zjistila i ve své analýze u hrachu, který klíčil 10 dnů. Ve stejném zdroji bylo uvedeno v semenech slunečnice (v 100 g jedlé části) nejvyšší zastoupení fosforu - 705 mg, následoval draslík - 689 mg, hořčík - 354 mg a vápník - 116 mg [94]. U desetidenních klíčků slunečnice, jsem ve své práci zjistila, že nejvíce zastoupeným prvkem byl draslík, následoval fosfor, hořčík a vápník. Suchý et al. (2009) uvádějí, že byly shledány průkazné rozdíly

mezi semeny bobu obecného a sojovými boby. U sojových bobů byly statisticky průkazně vyšší hodnoty vápníku ( $+1,31 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) a hořčíku ( $+1,71 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) oproti semenům bobu obecného. Průměrné hodnoty vápníku v jednotlivých odrůdách bobu kolísaly v hodnotách od  $1,31$  do  $1,74 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , u fosforu od  $6,56$  do  $7,40 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  a u hořčíku od  $1,09$  –  $1,85 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  [95]. Při porovnání s mými výsledky, jsem zjistila, že nejvyšší hodnota minerálních látek byla naměřena také u fosforu, dále u hořčíku a vápníku.

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo charakterizovat vybrané druhy luštěnin, olejnin a jejich semena. U sledovaných rostlin byly provedeny chemické analýzy, které byly určeny ke stanovení antioxidační kapacity, obsahu celkových polyfenolů a minerálních látek a výsledky byly porovnány s dostupnými literárními zdroji. Analyzováno bylo celkem 7 druhů rostlin a to naklíčená semena čočky jedlé (*Lens culinaris*), hrachu setého (*Pisum sativum*), fazolu zahradního (*Phaseolus vulgaris*), munga (*Vigna radiata*), bobu obecného (*Faba vulgaris*), řepky olejné (*Brassica napus*) a slunečnice roční (*Helianthus annuus*).

Konkrétní výsledky mé práce byly:

- Obsah celkových polyfenolů zjištěný u všech zkoumaných vzorků se pohyboval v rozmezí 400,42 – 1206,67 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty. Nejvyšší množství celkových polyfenolů bylo zjištěno u naklíčených semen bobu obecného, průměrná naměřená hodnota byla 1150,55 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty. Následovalo mungo, jehož průměrná hodnota celkových polyfenolů byla 904,06 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty, slunečnice roční 792,10 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty, čočka jedlá 688,57 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty, řepka olejná 587,71 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty, hrách setý 549,34 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty a fazol zahradní 532,29 mg.kg<sup>-1</sup> GAE čerstvé hmoty.
- Antioxidační kapacita u zkoumaných vzorků se pohybovala v rozmezí 76,48 – 565,33 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. Z průměrných výsledků byla zjištěna nejvyšší antioxidační kapacita u řepky olejné – 472,83 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty. Následovala slunečnice roční 175,29 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty, bob obecný 162,28 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty, čočka jedlá 147,39 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty, mungo 132,64 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty, hrách setý 113,70 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty a fazol zahradní 85,57 mg.kg<sup>-1</sup> AAE čerstvé hmoty.
- Minerálních látky byly hodnoceny v % totální sušiny. Nejvyšší % totální sušiny bylo zjištěno u bobu obecného, který klíčil 5 dnů - 28,31 %. Nejméně totální sušiny bylo zjištěno u řepky olejné, která klíčila 7 dnů - 8,25 %.
- U všech zkoumaných vzorků byl z minerálních prvků nejvíce zastoupen draslík a nejméně sodík. Nejvíce draslíku obsahovaly klíčky slunečnice roční, která klíčila 10 dnů (1,95 % totální sušiny), nejméně hrách setý, který klíčil 8 dnů (0,88 % to-

tální sušiny). Dalším, ve velké míře zastoupeným minerálním prvkem byl fosfor. Nejvíce fosforu obsahoval bob obecný, který klíčil 9 dnů - 0,81 % totální sušiny, nejméně slunečnice roční, která klíčila 6 dnů - 0,21 % totální sušiny. Nejvyšší hladina hořčiku 0,20 % totální sušiny byla zjištěna u munga, které klíčilo 9 dnů, nejnížší hladina byla naměřena u slunečnice, která klíčila 6 dnů, a to 0,11 % totální sušiny. Nejvyšší hodnota hladiny vápníku - 0,18 % totální sušiny byla naměřena u munga v 9. dnu klíčení a nejnížší slunečnice - 0,12 % totální sušiny v 6. den klíčení. Nejvyšší hladina nejméně zastoupeného prvku sodíku byla naměřena u řepky v 9. den klíčení - 0,06 % totální sušiny a nejnížší u bobu v 5. den klíčení - 0,03 % totální sušiny. U většiny rostlin byl obsah minerálních látek vyšší v pozdějších stádiích klíčení.

Zjistila jsem, že na antioxidační kapacitu a celkové polyfenoly zkoumaných rostlin má vliv i počet dnů klíčení. Z mé práce je patrné, které vývojové stádium klíčků je pro konzumaci nejvhodnější z hlediska antioxidační kapacity a obsahu celkových polyfenolů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] JAROLÍMKOVÁ, S. *Jak připravovat obiloviny, luštěniny, ořechy a semena*. Havlíčkův Brod: Eva Babická, 2002. 109 s. ISBN 80-903-234-0-5.
- [2] SABERSKY, A. *Zdravá výživa pro těhotné a kojící matky*. Praha: Grada, 2009. 184 s. ISBN 978-80-247-2740-0.
- [3] SVAČINA, S. *Klinická dietologie*. Praha: Grada, 2008. 381 s. ISBN 978-80-247-2256-6.
- [4] HOUBA, M., HOCHMAN, M., HOSNEDL V. et al. *Luskoviny – pěstování a užití*. Kurent: České Budějovice, 2009. 133 s. ISBN 978-80-87111-19-2.
- [5] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny*. Brno, 2006. 41 s. Bez ISBN.
- [6] HOSNEDL, V., VAŠÁK, J., MEČIAR, L. et al. *Rostlinná výroba – II (luskoviny, olejninny)*. Agronomická fakulta ČZU: Praha, 1998. 180 s. ISBN 80-213-0153-8.
- [7] GRAMAN, J., ČURN, V. *Šlechtění zemědělských plodin*. Brno: MZLU, 1998. 194 s. ISBN 80-7040-300-4.
- [8] JABLONSKÝ, I. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*. Praha: Grada, 2005. 96 s. ISBN 80-247-1114-1.
- [9] DOSTUPNÉ NA: <http://www.toppotraviny.cz/susene/erbsen-kichererbsen-chana-dalhalbiert-gesch-lt> [online 23.4.2012]
- [10] GULJAJEV, G. V. et al. *Častnaja selekcia polnych kultur*. Selhozizdat: Moskva, 1975. 350 s. Bez ISBN.
- [11] PETŘÍKOVÁ, K., MALÝ, I. *Základy pěstování luskové zeleniny*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZE, 2000. 23 s. ISBN 80-7105-207-8.
- [12] DOSTUPNÉ NA:  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=hrach\\_semena.html](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=hrach_semena.html) [online 23.4.2012]
- [13] KOSTELANSKÝ, F. *Obecná produkce rostlinná*. Brno: MZLU, 1997. 212 s. ISBN 80-7157-765-0.
- [14] FUCIMAN, L. *Základy pěstování fazolu polního, fazolu zahradního a čočky jedlé*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1994. 48 s. ISBN 80-7105-068-7.

- [15] DOSTUPNÉ NA: <http://www.toppotraviny.cz/susene/bohnen-lima-bohnen-haricots-de-peru-hell-getroc> [online 23.4.2012]
- [16] PELIKÁN, M. *Zpracování obilovin a olejnin*. Brno: MZLU, 1996. 148 s. ISBN 80-7157-195-4.
- [17] ŠTOLCOVÁ, M. et al. *Speciální fytotechnika*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2009. 167 s. ISBN 978-80-213-1893-9.
- [18] ŠTOLCOVÁ, M. et al. *Cvičení z produkce rostlinné*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1996. 61 s. ISBN 80-213-0277-1.
- [19] DOSTUPNÉ NA: <http://www.cathleen.wz.cz/specialfyto/cvika/6.doc> [online 23.4.2012]
- [20] PROCHÁZKA, S. et al. *Botanika: morfologie a fyziologie rostlin*. Brno: MZLU, 2007. 242 s. ISBN 978-80-7375-125-8.
- [21] KUBÁT, K., KALINA, T., KOVÁČ, J., KUBÁTOVÁ, D., PRACH, K., URBAN, Z. *Botanika*. Praha: Scientia, spol. s.r.o., pedagogické nakladatelství, 2003. 231 s. ISBN 80-7183-266-9.
- [22] NOVÁK, J., SKALICKÝ, M. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Praha: Powerprint, 2008. 327 s. ISBN 978-80-904011-1-2.
- [23] SKLÁDANKA, J., VRZALOVÁ, J. *Multimediální učební texty píceňářství; Bob obecný*. Brno: Ústav výživy zvířat a píceňářství MZLU, 2006. 247 s. ISBN 80-7157-993-9.
- [24] DOSTUPNÉ NA: <http://www.receptyonline.cz/bob-obecný--1153.html> [online 23.4.2012].
- [25] PILKINGTON, N. How to grow Sprouts. *Health and Fitness*, 2009. Dostupné na [en.minartikkel.com](http://en.minartikkel.com). Bez ISSN.
- [26] SKLÁDANKA, J. *Multimediální učební texty píceňářství; Řepka olejka*. Brno: Ústav výživy zvířat a píceňářství MZLU, 2006. 247 s. ISBN 80-7157-993-9.
- [27] DOSTUPNÉ NA: <http://vfú-wwww.vfú.cz/vegetabilie/plodiny/czech/repka.htm> [online 23.4.2012]
- [28] DOSTUPNÉ NA: <http://www.pl.all.biz/cs/g109390/> [online 23.4.2012]
- [29] DOSTUPNÉ NA: <http://www.tutorvista.com/search/germination-of-seeds> [online 23.4.2012]

- [30] WIGMORE, A. *Klíčení rostlin. Jak pěstovat naklíčená semena pro váš jídelníček*. Praha: Pragma, 2007. 119 s. ISBN 978-80-7349-075-1.
- [31] KUCHYŇKA, P. et al. *Oční lékařství*. Praha: Grada, 2007. 768 s. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [32] PASSWATER, R. A. *O antioxidantech*. Praha: Pragma, 2002. 94 s. ISBN 80-7205-897-5.
- [33] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin III*. Tábor: Osis, 2002. 343 s. ISBN 80-86659-03-08.
- [34] GROFOVÁ, Z. *Nutriční podpora: praktický rádce pro sestry*. Praha: Grada, 2007. 237 s. ISBN 978-80-247-1868-2.
- [35] GOLKOVÁ, M. *Anti-aging. Jak si zachovat mládí a krásu*. Praha: Grada, 2009. 136 s. ISBN 978-80-247-2106-4.
- [36] MINDELL, E. L., MUNDISOVÁ, H. *Nová vitaminová bible*. Praha: Ikar, 2010. 572 s. ISBN 978-80-249-1419-0.
- [37] ADAM, Z., ŠEVČÍK, P., VORLÍČEK, J., MISTRÍK, M. et al. *Kostní nádorová choroba*. Praha: Grada, 2005. 296 s. ISBN 80-247-1357-8.
- [38] STRATIL, P. *Aditivní látky*. Brno: Mendelu, s. 409-460. DOSTUPNÉ NA: [share.centrax.cz/CPO-9-15\\_Aditivni\\_latky,\\_str\\_409-460.pdf](http://share.centrax.cz/CPO-9-15_Aditivni_latky,_str_409-460.pdf)
- [39] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Tábor: Osis, 2009. 328 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [40] ROGINSKY, V., LISSI, E. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. 2005, 92(1), 235. ISSN 235-254.
- [41] PELLEGRINI, N., SERAFINI, M., COLOMBI, B., DEL RIO, D., SALVATORE, S., BIANCHI, M., BRIGHENTI, F. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro Assays. *Journal of Nutrition*. 2003, 133 (9), 2812 - 2819. ISSN 2812-2819.
- [42] KUNOVÁ, V. *Zdravá výživa*. Praha: Grada, 2011. 140 s. ISBN 978-80-247-3433-0.
- [43] SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. Praha, Česká společnost chemická. *Chemické listy*. 2004, 98 (5), 239-245. ISSN 0009-2770.
- [44] PAVLOUŠEK, P. *Pěstujeme stolní odrůdy révy vinné*. Praha: Grada, 2009. 104 s. ISBN 978-80-247-2787-5.

- [45] TRNA, J., TÁBORSKÁ, E. *Přírodní polyfenolové antioxidanty*. DOSTUPNÉ NA:  
<http://www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf>
- [46] BOJKOVÁ, K. *Studium fenolických kyselin a proteinového složení mouky z lupiny bílé*. Diplomová práce. Olomouc: 2010. Bez ISBN.
- [47] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. Praha: SNTL, 1983. 629 s. ISBN 80-7082-329-0.
- [48] LIPSKÁ, L. *Recidiva kolorektálního karcinomu: komplexní přístup z pohledu chirurga*. Praha: Grada, 2009. 431 s. ISBN 978-80-247-3026-4.
- [49] KOPEC, K. *Zelenina ve výživě člověka*. Praha: Grada, 2010. 159 s. ISBN 978-80-247-2845-2.
- [50] KVASNIČKOVÁ, A. *Minerální látky a stopové prvky; Esenciální minerální prvky ve výživě*. Praha: ÚZPI, 1998. 127 s. ISBN 80-85120-94-1.
- [51] ZADÁK, Z. *Magnesium a další minerály, vitaminy a stopové prvky ve službách zdraví*. Břeclav: Presstempus, 2006. 71 s. ISBN 80-903-350-7-1.
- [52] AGERBO, P., ANDERSEN, H. F. *Vitaminy a minerály pro zdravý život*. Praha: Grada, 1997. 146 s. ISBN 80-7169-489-4.
- [53] PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., TÁBORSKÁ, E. *Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro*. Brno: Biochemický ústav LF MU. *Chemické listy*. 2004, 174-179. ISSN 0009-2770.
- [54] ZLOCH, Z., ČELAKOVSKÝ, J., AUJEZDSKÁ, A. *Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu*. Ústav hygieny Lékařské fakulty UK, Plzeň: 2004. Bez ISBN.
- [55] ROP, O., ŘEZNÍČEK, V., MLČEK, J., JURÍKOVÁ, T., SOCHOR, J., KRAMÁŘOVÁ, D. Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit. *Horticultural Science*. 2011, 38 (2), 63-70. ISSN 0862-867X.
- [56] STRATIL, P., KUBÁŇ, V., FOJTOVÁ, J. Comparison of the phenolic content and total antioxidant activity in wines as determined by spectrophotometric methods. *Czech Journal of Food Science*. 2008, 26, 242–253. ISSN 1212-1800.
- [57] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P. *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin*. Vyškov: VVŠ PV, 1998. 83 s. ISBN 80-7231-022-4.



- [58] KOPEC, K., BALÍK, J. *Zahradnická kvalitologie: seminární praktikum*. Brno: MZLU, 2008. 59 s. ISBN 978-80-7375-199-9.
- [59] KIM, D. O., JEONG, S. W., LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from variol cultivars of plums. *Food Chemistry*. 2003, 81 (3), 321-326. ISSN 0308-8146.
- [60] RUPASINGHE, H. P. V., JAYASANKAR, S., LAY, W. Variation in total phenolic and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Scientia Horticulturae*. 2006, 108, 243-246. ISSN 0304-4238.
- [61] ROP, O., MLČEK, J., JURÍKOVÁ, T., VALŠÍKOVÁ, M., SOCHOR, J., ŘEZNÍČEK, V., KRAMÁŘOVÁ, D. Phenolic content, antioxidant capacity, radical oxygen species scavenging and lipid peroxidation inhibiting activities of extracts of five black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Minch.) Elliot) cultivars. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2010, 4 (22), 2431-2437. ISSN 1996-0875.
- [62] Anonym. Firemní materiály. Katalog fa. Sigma - Aldrich, ČR.
- [63] ROP, O., MLČEK, J., KRAMÁŘOVÁ, D., JURÍKOVÁ, T. Selected cultivars of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) as a new food source for human nutrition. *African Journal of Biotechnology*. 2010, 9 (8), 1205-1210. ISSN 1684-5315.
- [64] RICHTER, R. *Výživa a hnojení rostlin: praktická cvičení*. Brno: MZLU, 1999. 187 s. ISBN 80-7157-346-9.
- [65] NOVOTNÝ, F. *Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd: jednotné pracovní postupy*. Brno: ÚKZÚZ, Odbor odrůdového zkušebnictví, 2006. 4sv. – 205, 206, 205, 202 s. ISBN 80-86548-81-3.
- [66] ZBÍRAL, J. *Analýza rostlinného materiálu (jednotné pracovní postupy)*. Brno: ÚKZÚZ, 2005. 192 s. Bez ISBN
- [67] FALLONOVÁ, S., ENIGOVÁ, M. G. *Vyživující tradice*. Statky, rody, tradice, 2011. 700 s. DOSTUPNÉ NA: [www.vyzivujicitradice.cz](http://www.vyzivujicitradice.cz) [online 23.4.2012]
- [68] JAYAPRAKASHA, G. K., NEGI, P. S., JENA, B. S. et al. Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007, 20, 330-360. ISSN 08891575.
- [69] RUPASINGHE, H. P. V., CLEGG, S. Total antioxidant capacity, total phenolic elements, and histamine concentrations in wines of different fruit sources. *Journal of Fruit Composition and analysis*. 2006, 20, 133-137. ISSN 0889-1575.

- [70] OROZCO, R. F., FRIAS, J., ZIELINSKI, H., PISKULA, M. K., KOZLOWSKA, H., VALVERDE, C. V. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. *emerald*, *Glycinemax* cv. *jutro* and *Glycine max* cv. *merit*. *Food Chemistry*. 2008, 111(3), 622-630. ISSN 0308-8146.
- [71] LITESCU, S. C., RADU, G. L. Estimation of antioxidative properties of tocopherols - an electrochemical approach. *European Food Research and Technology*. 2000, 211 (3), 218-221. Bez ISSN.
- [72] SHAN, X. Q., AW, T. Y., JONES, D. P. Glutathione-dependent protection against oxidative injury. *Pharmacology and therapeutics*. 1990, 47, 61-67. Bez ISSN.
- [73] BRAVO, L. Polyphenols. Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*. 1998, 56 (1), 317-333. ISSN 1753-4887.
- [74] BALASUNDRAM, N., SUNDRAM, K., SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*. 2006, 99, 191-203. ISSN 03088146.
- [75] PASKO, P., SAJEWICZ, M., GORINSTEIN, S., ZACHWIEJA, Z. Analysis of the selected phenolic acids and flavonoids in *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium Quita* seeds and sprouts by HPLC method. *Acta Chromatographica*. 2008, 20 (4), 661-672. ISSN 0231 - 2522.
- [76] DANIŠOVÁ, C., HOLOTNÁKOVÁ, E., HOZOVÁ, B., BUCHTOVÁ, V. Effect of germination on a range of nutrients of selected grains and legumes. *Acta Alimentaria*. 1995, 23 (3), 287–298. Bez ISSN.
- [77] LOPEZ-AMOROS, M. L., HERNANDEZ, T., ESTRELLA, I. Effect of germination on legumephenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006, 19 (4), 277-283. ISSN 0889-1575.
- [78] LAPARRA, J. M., GLAHN, R. P., MILLER, D. D. Bioaccessibility of phenols in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and iron (Fe) availability to CaCO-2 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008, 56 (22), 10999 - 11005. ISSN 10999-1005.
- [77] CARDADOR, M. A., LOARCA, P. G., OOMAH, B. D. Antioxidant activity in Common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*. 2002, 50 (24), 6975–6980. ISSN 6975- 6980.

- [80] OOMAH, B. D., CARDADOR, M. A., LOARCA, P. G. Phenolics and antioxidative activities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal of the science of Food and Agriculture*. 2005, 85 (6), 935-942. ISSN 1097 – 0010.
- [81] VINSON, J. A., HAO, Y., SU, X., ZUBIK, L. Pinto by a method based on the Folin-Denis reagent, has obtained the value of 0.44 mg of phenolics per gram of seeds. *Food Chemistry*. 1998; 46: 3630-3634. Bez ISSN.
- [82] WU, X., BEECHER, G. R., HOLDEN, J. M., HAYTOWITZ, D. B., GEBHARDT, S. E., PRIOR, R. L. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006, 54, 4069-4075. Bez ISSN.
- [83] MARZO, F., ALONSO, R., URDANETA, E., ARRIBITA, F. J., IBANEZ, F. Nutritional quality of extruded kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto) and its effects on growth and skeletal muscle nitrogen fractions in rats. *Journal Animal Science*. 2002, 80 (4), 875 - 879. ISSN 875-879.
- [84] AKOND, G. M. A. S. M., KHANDAKER, L., BERTHOLD, J., GATES, L., PETERS, K., DELONG, H., KHWAJA, H. Anthocyanin, total polyphenols and antioxidant activity of common bean. *American Journal of Food Technology*. 2011, 6 (5), 385-394. ISSN: 1557-4571.
- [85] DOSTUPNÉ NA: <http://www.phenol-explorer.eu/reports/42> [online 23.4.2012]
- [86] HWA, H., BYUNG-KEE, B. Antioxidant activity and phenolic content of lentils (*Lens culinaris*), chickpeas (*Cicer arietinum* L.), peas (*Pisum sativum* L.) and soybeans (*Glycine max*), and their quantitative changes during processing. *International Journal of Food Science and Technology*. 2008, 43 (11), 1971-1978. ISSN 1365-2621.
- [87] TROSZYNSKA, A., ESTRELLA, I., LAMPARSKI, G., HERNANDEZ, T., AMAROWICZ, R., PEGG, R. B. Relationship between the sensory quality of lentil (*Lens culinaris*) sprouts and their phenolic constituents. *Food Research International*. 2011, 44, 3195-3201. ISSN 0963-9969.
- [88] ÖZLEM, T., HALL, C. Fruit and Cereal Bioactives. USA: *CRC Press*. 2011. 459 s. ISBN 978-1-4398-0665-4.
- [89] RAMESH C. K., REHMAN, A., PRABHAKAR, B. T., VIJAY AVIN B. R., ADITYA RAO, S. J. Antioxidant potentials in sprouts vs. seeds of *Vigna radiata*

- and *Macrotyloma uniflorum*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2011, 01 (07), 99-103. ISSN 2231-3354.
- [90] RANDHIR, R., LIN, Y-T., SHETTY, K. Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Process Biochemistry*. 2004, 39 (5), 637-646. ISSN 1359-5113.
- [91] BOLIVAR, A. C-C., LUIS, C. Z. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seeds species. *Food Chemistry*. 2010, 119, 1485-1490. ISSN 0308-8146.
- [92] MANEEMEGALAI, S., NANDAKUMAR, S. Biochemical Studies on the Germinated Seeds of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, *Vigna mungo* (L.) Hepper and *Pennisetum typhoides* (Burm f.) Stapf and C. E. Hubb. *International Journal of Agricultural Research*. 2011, 6, 601-606. ISSN 1816-4897.
- [93] MUBARAK, A., E. Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes. *Food Chemistry*. 2005, 89, 489-495. ISSN 0308-8146.
- [94] DOSTUPNÉ NA: Nutrition Data Tables: [https://store.easygreen.com/Nutritional-Data-Tables\\_ep\\_54.html](https://store.easygreen.com/Nutritional-Data-Tables_ep_54.html) [online 23.4.2012]
- [95] SUCHÝ, P., STRAKOVÁ, E., HERZIG, I. *Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., 2009. 24 s. Bez ISSN.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AAE	Ascorbic Acid Equivalents
AAS	Atomová absorpční spektrofotometrie
ABTS+	Radikálový kation
aj.	A jiné
BHA	Butylhydroxyanisol
BHT	Butylhydroxytoluen
C	Uhlík
cm	Centimetr
ČR	Česká republika
DPASV	Diferenční pulzní anodická rozpouštěcí voltametrie
DPP	Diferenční pulzní polarografie
DPPH	1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyl
et al.	z latinského et alii – a kolektiv, a jiní
F-AAS	Plamenová absorpční spektrofotometrie
FCM	Folin-Ciocalteu Method
FRAP	Ferric Reducting Antioxidant Potential
g	Gram
GAE	Gallic Acid Equivalents
GF-AAS	Elektrotermická atomová absorpční spektrofotometrie
H	Biotin, vodík
ICP-AES	Optická emisní spektrofotometrie s indukčně vázaným plazmatem
ICP-MS	Hmotnostní spektrofotometrie s indukčně vázaným plazmatem
ISE	Iontově selektivní elektrody
kg	Kilogram

---

l	Litr
LDL	Low Density Lipoprotein
m	Metr
mg	Miligram
ml	Mililitr
μg	mikrogram
nm	Nanometr
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
PBM	Price and Butler Method
SD	Směrodatná odchylka
TAC	Total Antioxidant Capacity
TBHQ	2-terc. butylhydrochinon
TE	Trolox Equivalent
TEAC	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity
UV/VIS	Ultrafialová viditelná absorpční spektrofotometrie

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1	Řez osemením a kotyledony škrobnatých a bílkovinných luštěnin .....	15
Obr. 2	Semena čočky jedlé .....	18
Obr. 3	Semena hrachu setého .....	19
Obr. 4	Semena fazolu obecného .....	20
Obr. 5	Mungo.....	21
Obr. 6	Plody olejnin .....	24
Obr. 7	Bob obecný .....	26
Obr. 8	Semena řepky olejné.....	27
Obr. 9	Semena slunečnice roční.....	28
Obr. 10	Obecné schéma klíčení .....	31
Obr. 11	Schéma fenolických kyselin .....	40
Obr. 12	Nakličovací vícepatrová miska .....	54
Obr. 13	Naklíčená semena čočky.....	54
Obr. 14	Naklíčená semena čočky.....	54
Obr. 15	Naklíčená semena hrachu .....	55
Obr. 16	Naklíčená semena hrachu .....	55
Obr. 17	Naklíčená semena fazolu .....	55
Obr. 18	Naklíčená semena fazolu .....	55
Obr. 19	Výhonky munga .....	56
Obr. 20	Výhonky munga .....	56
Obr. 21	Naklíčená semena a výhonky bobu .....	56
Obr. 22	Naklíčená semena a výhonky řepky .....	57
Obr. 23	Naklíčená semena slunečnice .....	57
Obr. 24	Naklíčená semena slunečnice .....	57
Obr. 25	DPPH•.....	60

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1	Složení některých rostlinných olejů .....	23
Tab. 2	Výskyt vitaminů ve vybraných rostlinách .....	32
Tab. 3	Obsah celkových polyfenolů u všech sledovaných vzorků .....	64
Tab. 4	Antioxidační kapacita u všech sledovaných vzorků .....	70
Tab. 5	Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků v % totální sušiny .....	78



**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1	Kalibrační křivka – celkové polyfenoly .....	59
Graf 2	Kalibrační křivka – antioxidační aktivita .....	61
Graf 3	Obsah celkových polyfenolů sled. vzorků v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty.....	65
Graf 4	Obsah celkových polyfenolů čočky v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty .....	66
Graf 5	Obsah celkových polyfenolů hrachu v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty.....	66
Graf 6	Obsah celkových polyfenolů fazolu v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty.....	67
Graf 7	Obsah celkových polyfenolů munga v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty.....	68
Graf 8	Obsah celkových polyfenolů bobu v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty.....	68
Graf 9	Obsah celkových polyfenolů řepky v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty.....	69
Graf 10	Obsah celkových polyfenolů slunečnice v $\text{mg.kg}^{-1}$ GAE čerstvé hmoty .....	70
Graf 11	Antioxidační kapacita sledovaných vzorků v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty .....	71
Graf 12	Antioxidační kapacita čočky v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty.....	72
Graf 13	Antioxidační kapacita hrachu v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty .....	73
Graf 14	Antioxidační kapacita fazolu v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty .....	73
Graf 15	Antioxidační kapacita munga v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty .....	74
Graf 16	Antioxidační kapacita bobu v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty .....	75
Graf 17	Antioxidační kapacita řepky v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty .....	75
Graf 18	Antioxidační kapacita slunečnice v $\text{mg.kg}^{-1}$ AAE čerstvé hmoty .....	76
Graf 19	Antioxidační kapacita a celkové polyfenoly zkoumaných vzorků .....	77
Graf 20	Výsledky stanovení jednotlivých minerálních prvků v % totální sušiny .....	79
Graf 21	Množství fosforu u sledovaných vzorků .....	80
Graf 22	Množství draslíku u sledovaných vzorků .....	81
Graf 23	Množství vápníku u sledovaných vzorků .....	82
Graf 24	Množství hořčíku u sledovaných vzorků.....	83
Graf 25	Množství sodíku u sledovaných vzorků .....	84