

Antioxidační kapacita naklíčených semen zrnin

Bc. Iva Mojžíšová

Diplomová práce
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. Iva MOJŽÍŠOVÁ**
Osobní číslo: **T10938**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Antioxidační kapacita naklíčených semen zrnin**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Popište obecně význam rostlinných surovin a hlavně se zaměřte na naklíčená semena.
2. Charakterizujte semena obilovin a vybraných zelenin.
3. Zpracujte poznatky o antioxidační aktivitě a minerálních prvcích ve výživě člověka.

II. Praktická část

1. Provedte naklíčení a odběr klíčků v časových intervalech u vybraných obilovin a zeleniny.
2. Stanovte vybrané chemické parametry klíčků.
3. Výsledky přehledně zpracujte a diskutujte s literaturou.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] Velišek, J. *Chemie potravin 2*, OSSIS, Tábor 1999.

[2] Passwater, A. R. *O antioxidantech*, PRAGMA, Praha 2002.

[3] Jablonský, I. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*, GRADA, Praha 2005.

[4] Petrošová, K. *Antioxidanty: zpomalte čas dietou*, SUN, Praha 2010.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Otakar Rop, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

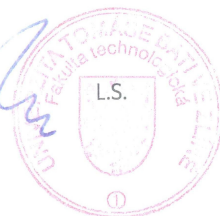
6. ledna 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Mojžíšová Iva

Obor : Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

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 nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

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

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 udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá obsahem antioxidační kapacity, celkovým obsahem polyfenolů a minerálních látek ve vybraných druzích naklíčených semen zrnin. Teoretická část pojednává o procesu klíčení semen, jejich postupech a stručně charakterizuje zvolené druhy obilovin a zeleniny. Zaměřuje se na jejich obsahové látky před a během klíčení, zejména na antioxidanty a jejich příznivé účinky na lidský organismus. V praktické části jsou popsány a vyhodnoceny stanovené výsledky laboratorních analýz u vybraných vzorků.

Klíčová slova: naklíčená semena, klíčení, obiloviny, zelenina, antioxidanty, antioxidační kapacita, celkové polyfenoly, minerální látky

ABSTRACT

This thesis deals with the content of antioxidant capacity, total content of polyphenols and minerals in selected species of grain sprouted seeds. The theoretical part discusses the process of seed germination, their practices and briefly describes selected types of cereals and vegetables. It focuses on the content of the substance before and during germination, especially in antioxidants and their beneficial effects on the human organism. In the practical part of the evaluation is described and results of laboratory analyzes of selected samples.

Keywords: sprouted seeds, germination, cereals, vegetables, antioxidants, antioxidant capacity, total polyphenols, minerals

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu Doc. Ing. Otakaru Ropovi, Ph.D. za cenné rady, konzultace, připomínky, všestrannou pomoc a odborné vedení v průběhu této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Lence Fojtíkové za její trpělivost, zkušenosti a celkovou výpomoc při vypracování praktické části v laboratoři.

A nakonec bych také ráda poděkovala celé své rodině, za všestrannou podporu za celou dobu mého studia.

Prohlašuji, že jsem na vypracované práci pracovala samostatně a 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 diplomanta

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 NAKLÍČENÁ SEMENA	13
1.1 KLÍČENÍ	13
1.1.1 Pomůcky	13
1.1.2 Postup a hlavní zásady	14
1.1.3 Problémy při klíčení.....	14
1.1.4 Faktory ovlivňující klíčení	15
1.1.4.1 Teplota	15
1.1.4.2 Voda	15
1.1.4.3 Kyslík a oxid uhličitý	15
1.1.4.4 Světlo	16
1.2 VÝZNAM NAKLÍČENÝCH SEMEN PRO LIDSKOU VÝŽIVU.....	16
1.2.1 Obsahové látky	16
1.2.1.1 Enzymy	16
1.2.1.2 Aminokyseliny	16
1.2.1.3 Vitaminy	17
1.2.1.4 Minerální látky a stopové prvky	17
1.2.1.5 Chlorofyl	18
2 DRUHY VYBRANÝCH ROSTLIN VHODNÝCH KE KLÍČENÍ	19
2.1 OBILOVINY	19
2.1.1 Pšenice	20
2.1.1.1 Skladba zrna a chemické složení	20
2.1.1.2 Obsahové látky v klíčcích.....	21
2.1.1.3 Léčivé účinky klíčků	21
2.1.1.4 Postup klíčení	22
2.1.2 Žito	22
2.1.2.1 Vlastnosti a složení zrna	23
2.1.2.2 Obsahové látky klíčků a postup klíčení	24
2.1.3 Pohanka	24
2.1.3.1 Vlastnosti a složení semen pohanky	24
2.1.3.2 Obsahové látky pohankových klíčků a výhonků	25
2.1.3.3 Postup klíčení	25
2.1.3.4 Léčivé účinky pohanky	26
2.2 ZELENINA	27
2.2.1 Dýně	28
2.2.1.1 Složení dýně a dýňového semínka	28
2.2.1.2 Význam dýně pro zdraví	28
2.2.1.3 Postup klíčení	29
2.2.2 Ředkvička	30
2.2.2.1 Obsahové látky ředkviček a jejich semen	30
2.2.2.2 Léčivé účinky ředkvičky	30
2.2.2.3 Postup klíčení	31
2.2.3 Řeřicha	31
2.2.3.1 Složení řeřichy a jejich semen	31
2.2.3.2 Význam řeřichy pro zdraví	31
2.2.3.3 Postup klíčení	32

2.2.4	Vojtěška	32
2.2.4.1	Složení výhonků a semen.....	33
2.2.4.2	Vojtěška a zdraví	33
2.2.4.3	Způsob klíčení	34
3	ANTIOXIDANTY.....	35
3.1	POTRAVNÍ ANTIOXIDANTY	35
3.1.1	Vitamin C (kyselina askorbová)	36
3.1.2	Vitamin E (tokoferol)	37
3.1.3	Vitamin A	39
3.1.3.1	Karotenoidy	40
3.1.4	Polyfenoly.....	42
3.1.4.1	Fenolické kyseliny	42
3.1.4.2	Flavonoidy	43
3.2	ANTIOXIDAČNÍ KAPACITA	44
3.3	ANTIOXIDANTY A ZDRAVÍ.....	44
3.3.1	Příznivé účinky na lidský organismus.....	44
3.3.2	Volné radikály	45
4	MINERÁLNÍ PRVKY.....	47
4.1	VÁPŇÍK.....	47
4.2	HOŘČÍK.....	48
4.3	SODÍK A DRASLÍK.....	48
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	50
5	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	51
6	MATERIÁL A METODIKA.....	52
6.1	ROSTLINNÝ MATERIÁL	52
6.1.1	Použité vzorky semen	52
6.1.2	Skladování a doba použití	52
6.2	POMŮCKY A POSTUP PŘI NAKLIČOVÁNÍ SEMEN.....	53
6.2.1	Nakličovací miska a její popis.....	53
6.2.2	Postup nakličování.....	54
6.2.2.1	Pšenice a žito	54
6.2.2.2	Pohanka	54
6.2.2.3	Dýně, ředkvička a vojtěška.....	55
6.2.2.4	Řeřicha	55
6.3	CHEMICKÉ ANALÝZY	56
6.3.1	Příprava extraktu pro stanovení antioxidační kapacity a obsahu celkových polyfenolů	56
6.3.2	Stanovení celkových polyfenolů Follinovou metodou	56
6.3.2.1	Kalibrace.....	56
6.3.2.2	Příprava a stanovení vzorku.....	57
6.3.3	Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH	57
6.3.3.1	Příprava roztoků	57
6.3.3.2	Kalibrace.....	58
6.3.3.3	Příprava a stanovení vzorku.....	59
6.3.4	Stanovení minerálních	59
6.3.4.1	Stanovení sušiny.....	59
6.3.4.2	Postup stanovení minerálních látek	60

7	VÝSLEDKY	61
7.1	NAMĚŘENÉ HODNOTY ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY	61
7.1.1	Pšenice	61
7.1.2	Žito	62
7.1.3	Pohanka	64
7.1.4	Ředkvička	65
7.1.5	Dýně.....	66
7.1.6	Řeřicha	67
7.1.7	Vojtěška	69
7.2	NAMĚŘENÉ HODNOTY CELKOVÝCH POLYFENOLŮ	71
7.2.1	Pšenice.....	71
7.2.2	Žito	72
7.2.3	Pohanka	74
7.2.4	Ředkvička	75
7.2.5	Dýně.....	76
7.2.6	Řeřicha	78
7.2.7	Vojtěška	79
7.3	NAMĚŘENÉ HODNOTY VYBRANÝCH MINERÁLNÍCH LÁTEK ...	81
7.3.1	Pšenice.....	81
7.3.2	Žito	82
7.3.3	Pohanka	83
7.3.4	Ředkvička	85
7.3.5	Dýně.....	86
7.3.6	Řeřicha	87
7.3.7	Vojtěška	88
8	DISKUZE	90
	ZÁVĚR	96
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	99
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	105
	SEZNAM OBRÁZKŮ	106
	SEZNAM TABULEK	107
	SEZNAM GRAFŮ	108

ÚVOD

Aktuálním tématem v současné době v oblasti výživy člověka patří vliv zeleniny a ovoce na lidské zdraví. K těmto základním nutričně bohatým surovinám se poslední dobou rozšiřuje i konzumace stejně nebo i více hodnotných rostlinných surovin jako jsou naklíčená semena. Používají se k tomuto účelu hlavně semena vybraných druhů obilovin, luštěnin, olejnin, zeleniny a dalších rostlin. Hlavním důvodem obliby naklíčených semen jsou poznatky o jejich látkovém složení, které je nutričně daleko významější než složení suchých semen. Svým obsahem výživově důležitých látek jako jsou bílkoviny, sacharidy, vitaminy, minerální látky, stopové prvky, ale i některé antioxidanty, patří mezi vyhledávanou potravu zdravé výživy.

Přirozené antioxidanty obsažené v naklíčených semenech mají blahodárné účinky na lidské zdraví. Pomáhají tím, že významně přispívají v prevenci závažných onemocnění u člověka. Antioxidanty zpomalují stárnutí, snižují hladinu cholesterolu, omezují riziko aterosklerózy, chrání proti infarktu a mozkové příhodě a podílí se na řadě dalších léčebných účinků.

Zdraví lidského organismu je díky negativním faktorům moderní doby stále více ohrožováno, proto je konzumace antioxidantů den ode dne aktuálnější. Vlivem dýchacích procesů, tzv. oxidaci, se v našem těle tvoří volné radikály. Působením vnějších vlivů, zejména znečištěného vzduchu, vody, potravin, bifenylů a některých karcinogenních látek, dochází v lidském organismu k nadbytku těchto nebezpečných volných radikálů, které způsobují řadu závažných onemocnění. Důležitou roli zde mají antioxidanty, které brání oxidačnímu procesu nebo ho zpomalují a tím zamezují vzniku volných radikálů.

Cílem této práce je charakterizovat semena zvolených obilovin a zeleniny, kde jsou následně popsána tato semena i v naklíčeném stavu. Největší pozornost je věnována obsahu již zmiňovaných antioxidačních látek, dále obsahu celkových polyfenolů a minerálních látek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 NAKLÍČENÁ SEMENA

Naklíčená semena různých druhů rostlin umožňují rozšířit sortiment potravinářských výrobků a zvýšit biologickou hodnotu stravy. Jsou dobrým vitaminovým doplňkem, zejména v zimě a na jaře při nedostatku zeleniny. Řada složek naklíčených semen má ochranné i léčivé účinky. Díky těmto vlastnostem se v dnešní době tento druh stravy řadí mezi oblíbené součásti pokrmů zdravé výživy.

1.1 KLÍČENÍ

Klíček semen je částí vyšších a nižších rostlin, které se tvoří po oplodnění vajíčka pro vznik nové rostliny. Skládá se ze základu kořene (radikula) a základu klíčku listu (plumula), oddělených od endospermu štítkem (kotyl). Během zrání se postupně ukončují růstové procesy a semeno přechází z aktivního stavu do klidového. Dochází ke ztrátě většiny vody uvnitř semene. V tomto stádiu se suchá semena nalézají ve stavu latentního života, kdy je průběh látkové výměny snižen na nejnižší míru. Proces klíčení začíná příjmem vody, čímž dojde k nabobtnání. Ihned po nabobtnání se zvyšuje intenzita dýchání semene, spotřebovává se množství energie a klesá obsah sušiny. Zároveň se stupňuje aktivita enzymů, které hydrolyzují polysacharidy (škrob) na jednoduché sacharidy. Dále se bílkoviny rozkládají na aminokyseliny. Během klíčení se ze zásobních látek tvoří nutričně cenné složky včetně antioxidantů.

1.1.1 Pomůcky

Nakličovat lze několika způsoby. Mezi klasické pomůcky, které se využívají ke klíčení patří misky, talíře, tácky, sklenice, PET lahve, trubky z umělé hmoty. Dále se využívají keramická klíčidla, která jsou vhodná zejména pro semena vytvářející sliz. Nejvíce rozšířené, hlavně v zahraničí jsou klíčící zařízení, tzv. kombinovaná klíčidla. Jedná se o sestavu misek (3-6 ks) postavených na sebe, kde každá z misek má zvlněné dno a je opatřena odtokovým otvorem. Na dně klíčidla je umístěna zásobní miska, do které se odvádí voda proplachující jednotlivé misky. Na vrchní misce je víko s větracím otvorem. Výhodou tohoto způsobu nakličování je, že můžeme klíčit rozdílné druhy semen bez

ohledu na jejich dobu vegetace. To znamená, že misku s výhonky, které dosáhly sklizňové zralosti, lze vyjmout a zbývající druhy rostlin lze nechat růst dál.

1.1.2 Postup a hlavní zásady

Mezi hlavní zásady, které je třeba dodržovat při nakličování, patří vhodný výběr semen. Používají se pouze zdravá semena osvědčeného původu, která jsou určena k potravinářským účelům a nejsou mořena a ošetřena pesticidy. Při skladování by se mělo zamezit napadení skladištním hmyzem a ochránit semena proti extrémním teplotám. Je potřeba dodržovat zásady hygieny, tím že se používají zásadně čisté nádoby a tkaniny. K základním postupům, které se uplatňují při nakličování, patří následující kroky. Podle velikosti klíčidla se odměří dávka semen. Po vyčištění a kontrole se semena předmáčí na dobu odpovídající danému druhu. Teploty klíčení by se měly pohybovat v rozmezí 18-21°C. V zimě může dojít ke klesnutí teploty v místnosti, proto je dobré umístit nad klíčící rostliny kryt, který udrží stabilní teplotu. Důležité je klíčky a výhonky v klíčidlech pravidelně proplachovat, nejméně dvakrát denně. Semena by měla být ve vlhku, ale nesmí stát přímo ve vodě. K promývání se používá výhradně pitná voda. Klíčící semena potřebují výhradně dostatek kyslíku, ale nesnáší průvan. Výhonky a klíčky se po sklizení skladují v chladničce při teplotách 0-5°C odkapané a zbavené vody. Pokud se do 12 hodin po sklizení nepotřebují, je třeba je proprat ve vodě a nechat odkapat.

1.1.3 Problémy při klíčení

Častým problémem, který vzniká během nakličování jsou nevyklíčená semena nebo uvadnuté klíčky. Příčinou mohou být vlastnosti semen, kdy jsou semínka příliš stará, poškozená a nevhodně skladovaná. Mohou to být také nevhodné podmínky klíčení, přičemž semena nemají dostatek vláhy pro klíčení nebo naopak dochází v důsledku nadměrné vlhkosti k jejich plesnivění. Dalšími problémy mohou být příliš nízké teploty nebo omezený přístup kyslíku, důsledkem toho, že semena nejsou dostatečně propírána nebo jsou dlouhodobě ponořena ve vodě. Možným faktem souvisejícím s nevyklíčením je také vystavení nadměrnému osvětlení nebo umístění v příliš vysoké teplotě. Některé druhy rostlin mají tvrdá semena, která pozdě nebo obtížněji klíčí. Proto je důležité je dávkovat v

malém množství [1]. Nedostatečné větrání může k případnému neúspěchu v klíčení přispět také. Někdy se stane, že některé klíčky přestanou správně růst. Obvykle to bývají ty ze spodní vrstvy semínek, které tak trpí špatnou cirkulací vzduchu. Proto je nutné ty špatné ihned odstranit [2].

1.1.4 Faktory ovlivňující klíčení

Pro vyklíčení semen je podstatné vytvoření vhodných podmínek k jejich růstu. Na celý proces tak působí faktory, které výrazně ovlivňují celý průběh nakličování. K těmto důležitým faktorům patří hlavně teplota, dostatek vody, kyslík a dále pak v některých případech světlo a chemické látky.

1.1.4.1 Teplota

Klíčení probíhá za určitých teplot, v určitém teplotním rozmezí a podle jednotlivých druhů rostlin se liší jejich teplotní optimum. Rozlišuje se teplotní minimum, optimum a maximum. Teplota klíčení výrazně ovlivňuje délku klíčení.

1.1.4.2 Voda

Voda je důležitá z toho důvodu, že semena díky ní přecházejí z období klidu do aktivity a začínají účinkovat přítomné enzymy. S vodou se dále do semene dostávají důležité účinné látky. Pokud je přítomno velké množství vody při vyšší teplotě, dochází k intenzivnímu dýchání semen a naopak [1]. Voda nesmí být nijak kontaminovaná, musí být prosta mikroorganismy. Nejvhodnější je pitná voda, popřípadě voda pramenitá nebo filtrovaná obohacená práškem z mořským řas kvůli dodání stopových prvků.

1.1.4.3 Kyslík a oxid uhličitý

Podstatnou podmínkou pro správné klíčení je dostatek kyslíku, protože bez něj semena vyklíčit nemohou. Když se sníží obsah kyslíku v prostředí, projeví se to na intenzitě dýchání semen. Vliv na intenzitu růstu má i hromadění oxidu uhličitého v prostředí. Jestliže se jeho obsah zvýší nad hranici 35 %, semena hynou. Proto je důležité, aby semínka nebyla trvale ponořena ve vodě.

1.1.4.4 Světlo

U většiny rostlin světlo není podmínkou klíčení. Avšak u některých druhů světlo klíčení urychluje a tma pak působí inhibičně. U jiných druhů rostlin je tomu zase naopak, kdy světlo klíčení zpomaluje. Vliv na klíčivost má i vlnová délka světla.

1.2 VÝZNAM NAKLÍČENÝCH SEMEN PRO LIDSKOU VÝŽIVU

Význam této stravy pro lidský organismus spočívá v tom, že může být ideální potravou při dietě, dále může napomáhat při léčbě rakoviny a dokonce i zpomalovat proces stárnutí. K tomu je zapotřebí působení antioxidačních látek, kterých bývá u některých druhů klíčků obsaženo dostatek [2].

1.2.1 Obsahové látky

Díky bohatému složení některých druhů klíčících rostlin a výhonků je tato strava pro člověka velmi dobrým zdrojem vitaminů, proteinů, minerálních látek, ale i některých antioxidantů. Jelikož je většina důležitých obsahových látek v klíčících tepelně nestabilní, je vhodné je konzumovat čerstvé [1].

1.2.1.1 Enzymy

Rostlinný klíček se od nenaklíčeného liší obsahem enzymů. K aktivaci enzymů dochází při klíčení už několik minut poté, co se semena ponoří do vody. Enzymy rozštěpí obsažené zásobní látky na jednodušší formy, které umí lidský organismus lépe strávit. Jejich činností se štěpí škrob na jednoduché cukry, proteiny na jednotlivé aminokyseliny a tuky na mastné kyseliny. Veškeré živiny, které klíčky obsahují, jsou přirozeně vyváženy a jsou v optimálním poměru využitelném lidským organismem. Enzymy jsou ničeny teplotami vyššími jako 40°C, přičemž dochází k rozrušení rovnováhy a rozbití molekulární struktury živin.

1.2.1.2 Aminokyseliny

Rostlinné bílkoviny jsou jedny z nejkvalitnějších proteinů, které jsou lidskému organismu dostupné a klíčící rostliny jsou na tento zdroj proteinů opravdu bohaté. Základními stavebními složkami bílkovin jsou aminokyseliny. Nejdůležitější jsou z výživového hlediska

aminokyseliny esenciální, protože si je lidské tělo neumí samo syntetizovat a musí je přijímat potravou. Ostatní aminokyseliny umí tělo syntetizovat samo a proto není potřeba jejich příjem potravou. Naklíčená semena obsahují kompletní sadu aminokyselin, včetně osmi esenciálních. Tyto látky působí na krev a tělní buňky a omlazují je, čímž prodlužují život. Dále jsou nezbytné pro správné zužitkování potravy, trávení, obnovování buněk, imunitu, a rychlé hojení poranění. Při nedostatku jedné z aminokyselin může dojít k alergiím, špatnému trávení, chronické únavě a snížení imunity nebo také k předčasnému stárnutí.

1.2.1.3 Vitaminy

V klíčcích a výhoncích se vitaminy vyskytují přirozeně a ve více než dostatečné množství. Jsou naprosto nezbytné, jelikož regulují chemické reakce probíhající v těle člověka. Jejich význam spočívá v tom, že pomáhají uvolňovat energii z molekul potravy, kterou přijímáme a převádí ji na formu využitelnou buňkami. Vitaminy, které jsou obsažené v čerstvých naklíčených semenech jsou naprosto bezpečné a schopné udržet lidský organismus v dobrém zdravotním stavu, pokud se dodržuje správný jídelníček. V klíčcích semenech bývá hojně zastoupen ve vodě rozpustný vitamin C a vitaminy řady B a to zejména vitamin B₁, vitamin B₂ a niacin. K dalším významným vitaminům, které se v klíčcích mohou nacházet patří vitamin A, který je obsažen ve formě svého prekurzoru karotenu. Dále pak vitamin E a méně známé vitaminy K a U. Vitamin C, A a E mají zvláštní význam pro lidskou výživu, protože se jedná o přirozené antioxidanty. Při vaření se většina vitaminů ztrácí, jelikož se většinou vylévají s vodou, ve které se potraviny vaří nebo za vysoké teploty zoxidují. Proto je důležité konzumovat klíčky a výhonky v čerstvém stavu [2].

1.2.1.4 Minerální látky a stopové prvky

Výhonky a klíčky jsou vedle mořských řas jedním z nejlepších zdrojů minerálních látek a stopových prvků. K základním biogenním prvkům, které se nachází v některých semenech a klíčcích patří železo, vápník, draslík, hořčík, sodík, fosfor. Ze stopových prvků mohou být naklíčená semena výtečným zdrojem jodu, zinku, měďi, manganu, selenu, chromu, kobaltu a křemíku. Nejbohatěji z minerálních látek je zastoupen vápník, hořčík a fosfor [1]. Pro naše tělo jsou minerály nezbytné, protože jsou základem metabolických procesů, které

umožňují našemu tělu správně fungovat. Jsou vázány na enzymy, čímž jsou pro lidský organismus lépe přístupné. Nedostatek těchto látek ve stravě může být příčinou řady chorob. Bylo prokázáno, že naklíčená semena absorbují velké množství minerálních látek a stopových prvků (jod, zinek a selen) z vody, kterou se zalévají a jsou v nich obsaženy ve formě, která je pro lidské tělo stravitelnější.

1.2.1.5 Chlorofyl

Příznivý vliv na náš organismus má rovněž chlorofyl. Je jednou z nejdůležitějších složek naklíčených rostlin. Jde o rostlinné barvivo, které se nachází v zelených rostlinách a klíčcích se zelenými lístky. Nachází se zejména u klíčků vojtěšky, řeřichy, salátu, jetele, slunečnice nebo ředkvičky. V rostlině je zodpovědný za příjem energie ze slunečního záření, proces zvaný fotosyntéza. V mladých rostlinách je pak tato energie lidskému tělu lépe dostupná. Chlorofyl se projevuje výraznými detoxikačními účinky, urychluje léčbu ran, bojuje proti infekcím a podporuje trávení a imunitní systém [2].



Obrázek 1: Klíčky ředkvičky – vysoký obsah chlorofylu

2 DRUHY VYBRANÝCH ROSTLIN VHODNÝCH KE KLÍČENÍ

K potravinářským účelům se dá použít mnoho nutričně významných rostlin. Nejčastěji používané druhy vhodné k nakličování se rozdělují do těchto skupin:

- Bobovité - hrášek, čočka, cizrna, mungo, sója, voptěška, jetel, pískavice
- Obiloviny - pšenice, žito, oves, špalda, pohanka
- Brukvovité - ředkvička, ředkev, brokolice, řeřicha, zelí
- Liliovité - pór, česnek
- Olejniný - slunečnice, sezam, řepka olejná [1].

2.1 OBILOVINY

Obiloviny (cereálie) patří botanicky mezi traviny (*Gramineae*), přičemž téměř všechny známé a v dnešní době hojně využívané se řadí do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Výjimkou je často využívaná pohanka, která patří do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*) a amarant z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Nejčastěji konzumované cereálie u nás a ve světě jsou pšenice, rýže, kukuřice, žito, oves, ječmen, tritikale, čirok, proso, pohanka a amarant. Pro lidskou výživu se z obilovin dá přímo využívat výhradně zrno. Morfologická skladba zrna všech obilovin je v zásadě stejná a liší se především tvarem, velikostí, hmotností a podílem jednotlivých vrstev [3]. Obilné zrno se skládá z obalových vrstev, které jsou tvořeny vnějším oplodím a vnitřním osemením. V obalových vrstvách se nachází hlavně vláknina, ale také vitaminy skupiny B jako thiamin, riboflavin, kyselina nikotinová a pantotenová. Další částí zrna je endosperm, který se skládá z aleuronových buněk a moučného jádra. V aleuronové vrstvě buněk jsou obsaženy bílkoviny protoplasmatické a zásobní, zatímco v moučném jádře se nachází převážně škrob. Nejmenší část zrna tvoří klíček. Jsou v něm vytvořeny základy nové rostliny a jeho podíl je asi 1-4,5 %. Klíček obsahuje bílkoviny a většinu tuku z celého zrna a tím i v něm rozpuštěný vitamin E. Díky příznivému obsahu proteinů, vitaminů, minerálních látek a stopových prvků obsažených v klíčcích jsou poslední dobou stále častěji vyhledávána semena některých obilovin za účelem nakličování pro zdravou výživu [4].

2.1.1. Pšenice (*Triticum*)

Jedná se o jednu z nejstarších kulturních plodin, která je nejrozšířenější u nás i ve světě. Využívá se k potravinářským účelům k výrobě chleba, pečiva, těstovin, krup a v cukrářství. Ve zdravé výživě mají význam pšeničné klíčky. Pšenice obecná se z botanického hlediska dělí na čtyři variety podle barvy na bílou a červenou a dle osinatosti klasu na osinatý a bezosinatý. Nejrozšířenější je pšenice s klasem bílým bezosinatým a patří k nim většina našich odrůd. U nás se pšenice setá pěstuje ve formě ozimé a jarní. K dalším známým druhům pšenice, které se u nás využívají patří pšenice tvrdá a pšenice špalda [3].

2.1.1.1 Skladba zrna a chemické složení

Pšeničné zrno je semeno, které roste do stonku, květů a poté znovu do semen. Toto semeno obsahuje klíček, který je zárodkem další generace a pokud se znovu zasadí, vyvine se tento zárodek v novou rostlinu. Klíček obsahuje většinu minerálů a vitaminů. Kolem klíčku je endosperm, který obsahuje protein tvořící lepek a škrob, který je potravou pro vývoj zárodku. Vně endospermu je pak aleuronová vrstva, která má vysoký obsah proteinů. Na povrchu aleuronové vrstvy se nachází několik vrstev otrub bohatých na vlákninu a nakonec semenný obal, který není jedlý a musí se odstraňovat [5]. Pšeničné zrno je plnohodnotnou potravinou, která obsahuje všechny potřebné živiny. Převážný podíl těchto živin tvoří sacharidy. Většinou se vyskytují ve formě škrobu, který je obsažen v množství 50-70%. Díky tomu je pšenice dobrým zdrojem energie a přitom je lehce stravitelná. Důležitý je také obsah vlákniny. Čím více tohoto polysacharidu zrno obsahuje, tím pomaleji se z něj glukóza uvolňuje. Proto je pro diabetiky vhodnější celozrnná mouka, která nezpůsobuje náhlé změny hladiny glukózy v krvi, než bílá mouka, z níž byla odstraněna vláknina. Dalšími významnými živinami obsaženými v zrna pšenice jsou proteiny. Až 90% těchto proteinů se skládá z gluteinu a gliadinu, které po oddělení od ostatních částí zrna a smíchání s vodou vytvoří mazlavou hmotu gluten (lepek). Jedná se o proteinový obsah endospermu neboli bílou mouku (bez klíčků a otrub). Gluten způsobuje kynutí těsta. Je to neplnohodnotný protein, který obsahuje všechny esenciální aminokyseliny, ale jeho obsah lysinu nestačí k pokrytí spotřeby těla. U některých lidí způsobuje alergickou reakci tzv. celiakii, což je zánětlivé onemocnění tenkého střeva způsobené nesnášenlivostí lepku.

Pšenice dále obsahuje řadu vitaminů jako vitamín B₁, B₂, niacin, vitamín B₆, kyselinu listovou a vitamín E. Z minerálních látek a stopových prvků se zde nachází vápník, fosfor, hořčík, železo, draslík, zinek a sodík.

2.1.1.2. Obsahové látky v klíčcích

Klíček je část zrna, která je nejbohatší na živiny a aktivní látky. Zejména na proteiny, které jsou hodnotnější než gluten endospermu, protože mají dostatek lysinu. Jejich obsah se pohybuje kolem 23,2 %. Dále obsahují esenciální mastné kyseliny jako kyselinu linolovou a alfa-linolovou s obsahem 9,27 %. Z vitaminů se v klíčku nacházejí vitamíny B₁, B₂, B₆, niacin a kyselina listová. Na rozdíl od pšeničného zrna klíčky obsahují provitamin A a vitamín C [6]. Obsah vitamínu C se z původního obsahu v semenech zvyšuje až o 600 % [1]. Jako silný antioxidant zde působí vitamín E a enzym superoxid-dismutáza. Pšeničné klíčky obsahují i některé minerální látky, mezi které patří fosfor, hořčík, železo a stopové prvky. Poslední významnou obsahovou látkou je octacosanol, který se nachází v klíčcích a jejich tucích a lidskému organismu je prospěšný tím, že přirozeně zvyšuje odolnost proti únavě a také zvyšuje tělesnou výkonnost.

2.1.1.3. Léčivé účinky klíčků

Užívání klíčků napomáhá lidskému organismu při některých nemocech. Pomáhá při nervových poruchách jako je deprese, nervozita, kdy tělo potřebuje více vitaminů skupiny B. Při neplodnosti mužů a žen způsobenou poruchou tvorby zárodečných buněk má význam vitamín E obsažený v klíčcích, který podporuje tvorbu spermií a ovulaci. Příznivě působí při hyperlipidemii, rakovině a srdečnímu onemocnění. Svým antioxidantním působením zastavují degenerativní buňkové procesy a arteriosklerózu. Vitamín B₁ a E, které jsou v klíčcích obsaženy ve velkém množství, mají antidiabetický účinek. V případě zvýšené potřeby živin se konzumace klíčků doporučuje sportovcům, studentům při psychickém vypětí, těhotným a při kojení [6].

2.1.1.4. Postup klíčení

Ke klíčení se používá naklíčených semen nebo osení. K naklíčení semen se používají lahve, misky s tkaninou nebo keramické misky. Semena se napřed properou a předmáčí po dobu 8-14 hodin. Při teplotě 20°C jsou semena naklíčena během 2-3 dnů. Výťažnost z 1 dílu suchých semen je 3 až 4 díly naklíčných semen [1].



Obrázek 2: Naklíčené semena pšenice – 4. den klíčení

2.1.2. Žito (*Secale*)

Žito je odolná nenáročná rostlina pěstovaná v oblastech chladnějších s drsným klimatem, kde se jiným cereáliím nedaří. Ve světě se žito pěstuje v jarní i ozimé formě, u nás pouze ve formě ozimé. Často se v dnešní době pěstuje v ekologickém zemědělství. Žito seté je naší tradiční obilovinou využívanou pro potravinářské, pícninářské, krmivářské, technické (bioetanol) a farmaceutické (námel) účely. Žitná mouka je základní složkou chleba, perníků a perníkových produktů, využívá se rovněž na přípravu těstovin. Pražená žitná semena se prodávají jako tzv. žitovka nebo jsou základem tmavé kávoviny (melty). Žito se také využívá k výrobě destilátů. V Americe se vyrábí určitý druh americké Wisky a u nás destilát režná. Podobně jako jiné cereálie je žito vhodné pro nakličování [4].

2.1.2.1. *Vlastnosti a složení zrna*

Semena žita jsou tmavě šedá se stříbrnozeleným odleskem a jsou štíhlejší než semena pšenice [1]. Žito je výživnější než pšenice, ale hůře stravitelné. I když žito neobsahuje provitamin A, vitamin C a B₁₂, všechny ostatní živiny jsou zastoupeny v dostatečné míře. Nejvýznamější z nich jsou sacharidy, bílkoviny, vitaminy a minerály. Žitné zrno obsahuje až 55,2 % sacharidů, z nichž největší podíl tvoří škrob. Škrobové částice jsou dobře obaleny celulózą, díky čemuž je uvolňování molekul glukózy pomalejší. Z toho důvodu nezpůsobuje náhlé zvýšení hladiny glukózy v krvi a diabetici ho dobře snášejí [6]. Žito patří k hlavním opěrným sloupům hodnotného a vyváženého zásobování bílkovinami, protože obsahuje značné množství aminokyseliny lysinu [7]. Celkový obsah proteinů tvoří asi 14,8 %. Žito je dobrým zdrojem vitamínu B₁, B₂, B₆, E, niacinu a kyseliny listové [6]. Z minerálních prvků je žito bohaté na draslík, hořčík, fosfor, síru, chlor, křemík, železo, mangan, kobalt, zinek a jód. V menším množství je obsažen i tuk, přibližně kolem 1,7 % a vláknina 1,9 %.[1] Žitné zrno je také bohaté na sekundární rostlinné látky, především na lignany [7].



Obrázek 3: *Naklíčené semena žita - 2. den klíčení*

2.1.2.1. Obsahové látky klíčků a postup klíčení

Naklíčené žito je lehce nasládlé, díky přítomnosti cukrů. Je dobrým zdrojem proteinů, vitaminů řady B, zejména B₁, B₂, niacinu a dále také vitamínu E. Obsahuje i fosfor, draslík a hořčík [2]. Postup pro klíčení a pěstování výhonků je shodný s ostatními obilovinami (pšenice, oves, ječmen). Jediný rozdíl je v požadavcích na teplotu. Žito ze všech obilovin snáší při klíčení nejnižší teplotu, až 1-2°C. Optimální teplota růstu je do 18°C a klíčky se sklízí po 2-3 dnech. Výnos činí 2,5 dílu naklíčených semen z 1 dílu suchých semen [1].

2.1.3. Pohanka (*Fagopyrum*)

Podle způsobu využití, vzhledu zrna a podobného chemického složení se řadí k obilovinám, ale botanicky je to rostlina dvouděložná a patří do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*). Český název je pohanka obecná nebo také střelovitá či setá [4]. V poslední době o tuto pseudoobilovinu prudce vzrůstá zájem, a to nejen mezi vegetariány a makrobiotiky. Pohanka a další celozrnné obiloviny jsou právem považovány za nezbytné pro náš zažívací trakt, v němž plní hygienickou službu s čistící schopností. Urychlují metabolismus a váží na sebe některé toxické látky, hlavně tuky a cholesterol. Pohanka je plodina s léčebnými účinky a pokrmy z ní upravené jsou výživné a hodnotné [8].

2.1.3.1. Vlastnosti a složení semen pohanky

Pohanka je rostlina s drobnými tmavými semeny, které mají přibližně trojúhelníkovitý tvar. Nazývají se trojboké nažky a svým tvarem se podobají bukvicím. Oloupané nažky je možné skladovat delší dobu, protože tuk v nich obsažený je stabilní a nepodléhá snadno žluknutí. Pohanková semena jsou velmi hodnotnou potravinou. Obsahují velké množství sacharidů a to 70-72 % a vlákninu, která prospívá střevům. Bílkovin je obsaženo pouze okolo 12 % [1]. Jejich biologická hodnota je vyšší než u jiných druhů obilí, protože nabízí dvakrát až třikrát více životně důležitých esenciálních bílkovin, jako je lysin, arginin a tryptofan [7]. Tuků je obsaženo velmi malý podíl, asi jen 2,5-3 % [1]. V tuku se nachází kyselina linoleová, která snižuje hladinu cholesterolu v krvi a působí proti srážení krve v cévách [8]. Dále semeno pohanky obsahuje řadu minerálních látek a stopových prvků jako draslík, fosfor, vápník, sodík, železo, měď, mangan a zinek. Z vitaminů skupiny B obsahuje B₁, B₂ a niacin. Velký význam má také obsah cholinu a vitamínu E, kterého je zde

dostatek. Nejvíce je pohanka ceněna pro obsah bioflavonoidu, rutinu, obsaženého v semenech a slupkách. Působí léčebně na cévy v celém organismu, vrací jim pružnost a spolu s přítomným vitamínem E léčí na cévách chorobné změny. Účinnost rutinu násobí účinek vitamínu C, proto je dobré s pohankou konzumovat dostatek syrové zeleniny bohaté na tento vitamín [8].

2.1.3.2. Obsahové látky pohankových klíčků a výhonků

Chutnou a zdravou stravou mohou být pohankové klíčky a výhonky, které svým vzhledem připomínají klíčky sojové, nemají ale však tak výraznou vůni [9]. Sedmidenní rostlinky mají sytě červené stonky a kulaté, tmavě zelené listy. Jsou vynikajícím zdrojem chlorofylu, vitamínu A a C, vápníku a lecitinu [2]. Obsahují mnohonásobně více lyzinu a rutinu než samotná semena. Obsah bílkovin, tuku, vlákniny, ale také obsah fosforu, hořčíku, draslíku, sodíku, zinku, mědi a manganu, rutinu i taninů se během klíčení při teplotě 25°C po sedm dní zvyšuje. Naopak obsah stravitelných sacharidů a obsah železa se snižují. Množství draslíku a mědi zůstává téměř konstantní. U vitamínů B₂, niacinu a B₆ dochází k nárůstu jejich obsahu, zatímco obsah vitamínu B₁ zůstává téměř stejný. Z lipofilních vitamínů zaznamenávají nárůst karotenoidy a obsah vitamínu E v průběhu klíčení klesá [9].

2.1.3.3. Postup klíčení

Klíčit se dá za účelem získání vyklíčených semen nebo mladých výhonků. Pokud se vyžadují naklíčená semena, použije se vyloupaná pohanka. Musí se však zvolit šetrně vyloupané a klíčivé pohankové kroupy, které nejsou příliš tepelně upravené. Semena se musí předem namočit. Vlastní klíčení trvá 1 až 1,5 dne a nejlepší je klíčit na keramických klíčidlech a stále kontrolovat, zda nejsou semena přemáchná. Pokud klíčíme za účelem získání výhonků, používáme neloupaná semena, která mají tmavě hnědou barvu. Semena se nechají předmáčet po dobu 16 hodin a klíčí se buď na povrchu s vlnitým povrchem, nebo v klíčidlech s vrstvou netkané látky, případně ve vrstvičce zeminy. Doporučuje se, aby semena byla v počátečním období růstu ve vysoké relativní vlhkosti. Aby se vytvořilo optimální klima, musí se semena 2x denně mlžit nebo kropit. Slupky semen jsou totiž poměrně tvrdé, proto se musí 3 dny udržovat ve vysoké vlhkosti, aby semena rovnoměrně vyklíčila. Poté obaly změknou a tím se usnadní vyklíčení. Zelená nať se sklízí 12.-13. den

odstřihnutím nadzemní části rostlin a z děložních lístků se podle potřeby odstraní obaly semen.

2.1.3.4. Léčivé účinky pohanky

Pohanka se řadí k dietním potravinám. Pokrmy z pohanky jsou výživné a vhodné pro pacienty, kteří potřebují obnovit svoji původní váhu. Podíl slizu v pohance prospívá pacientům s citlivými trávicími orgány při trávení. Ve výhoncích je obsažen lecitin a rutin [1]. Lecitin je důležitou živinou pro mozek a nervy a zlepšuje schopnost učení [7]. Účinnost rutinu se zvyšuje s přítomností vitamínu C, ten však v pohance obsažen není, proto je nezbytné ho do organismu dodávat. Rutin s vitamínem C snižuje riziko trombózy, infarktu či mozkové mrtvice. Samotný rutin s kombinací s vitamínem E působí léčivě na cévy v celém organismu, zejména zmírňuje potíže s křečovými žilami na nohách a napomáhá při léčbě hemeroidů. Pohanka je rovněž výhodná při detoxikaci v těhotenství a při autointoxikaci (sebeotravě). Mezi další léčebné účinky pohanky patří při praskání žilek v oku, obličejí, při zvýšené krvácivosti, při žaludečních vředech, střevních nádorech či při silné déletrvající menstruaci. Obsah vitamínu B₁ a B₂ pomáhá tělu aktivovat energii podporující činnost nervů, kdy příznivě ovlivňuje stavy podráždění, nechutenství a bolesti hlavy. Velmi důležitým vitamínem obsaženým v pohance je cholin, který regeneruje jaterní buňky po poškození chorobami a alkoholem. Pomáhá také odbourávat nahromaděný tuk v játrech [8].



Obrázek 4: Pohankové výhonky – 8. den klíčení

2.2 ZELENINA

Ve vyhlášce k zákonu o potravinách je zelenina definována jako různé jedlé části rostlin. Mohou to být listy, celá nať, kořeny, cibule, stonky, řapíky, květy, soukvětí, bulvy, hlízy, výhonky, plody a jiné [11]. Zelenina se podle této vyhlášky člení na následující skupiny:

- košťálová
- kořenová
- listová
- lusková
- plodová
- cibulová
- nať, klasy, dužnaté výhonky [10].

Zelenina pochází z rostlin jednoletých, dvouletých ale i vytrvalých. Jedná se o potravinovou skupinu, která se vyznačuje rozmanitostí a lahodností chuti, vůně, barvy a textury [11]. Zelenina je nepostaradatelnou součástí výživy člověka. Dodává lidskému tělu řadu esenciálních výživových faktorů, které se v potravinách živočišného původu vyskytují jen v nepatrných množstvích nebo zcela chybí. Kromě toho obsahují řadu chemoprotektivních látek a to jsou zejména antioxidanty. Přítomny jsou i látky chuťové a aromatické, které jsou zpravidla charakteristické pro daný druh zeleniny. Chemické složení může kolísat. Obsah vody se pohybuje v rozmezí 80-95 % (okurky, rajčata, dýně), u chřestu dokonce 95-98%. Bílkovin bývá obsaženo 1-3 %, a pouze u některých druhů zeleniny jde o bílkoviny téměř plnohodnotné. Vzhledem k jejich nízkému obsahu, nejsou pro výživu zvláště podstatné. Ze sacharidů, s celkovým obsahem 3-7 %, jsou přítomné pentosy, hexosy, škrob a látky pektinující vedle převažující celulózy. Tuků bývá nejvýše do 0,5% [8]. Zeleninu charakterizuje hlavně vitaminová bohatost, značný obsah minerálních látek, vlákniny (zvláště pektinu) a velký komplex ochranných látek. Mezi obzvláště významné vitaminy zeleniny patří vitamin C, provitamin A, vitaminy skupiny B a z vitagenů pak bioflavonoidy a S-methylmethionin. Z ochranných látek se vyskytují hlavně látky fenolické [11].

Rovněž obsah minerálních látek se příznivě uplatňuje v lidské výživě, především je to draslík, hořčík, vápník, fosfor a z esenciálních prvků minoritních železo, měď a mangan [10].

2.2.1. Dýně (*Cucurbita*)

Dýně je druhem tykve. Jde o největší bobuli na světě původem z Ameriky. Radíme ji do čeledi tykvovitých (*Cucurbitaceae*). Rostlina dosahuje délky 6 m. Plody jsou mnohosemenné dužnaté bobule veliké 10-50 cm, které mají pestrou škálu barev, tvarů, velikostí i povrchů. Mohou být kulaté, zploštělé, talířovité, turbanovité, vejčité i válcovité [1]. Zbarvení jejich kůry bývá oranžové, žluté, zelené, bílé, černé nebo fialové. Barva dužniny je oranžová nebo žlutá a uprostřed obsahuje mnoho semínek [6]. Obecně platí, že čím déle dýně zraje, tím je větší a aromatictější a tím více zdraví prospěšných látek obsahuje [7]. Ve zdravé výživě však mají význam hlavně dýňová semínka.

2.2.1.1 Složení dýně a dýňových semínek

Dýňová dužnina je nízkokalorická, díky nízkému obsahu tuku a ovocných kyselin [7]. Poměr živin je zde dost nízký, obsahuje 6 % sacharidů, 1 % proteinů a skoro žádné tuky. Na druhé straně vyniká množstvím betakarotenu (provitaminu A), silného antioxidantu a minerálních prvků jako draslík a vápník [6]. Ze stopových prvků může dýně nabídnout železo, zinek, bór a selen. Dále jsou obsaženy vitaminy C, E a vitaminy řady B jako B₁, B₂, B₆, niacin, kyselina listová a pantotenová. Dýňová semínka jsou vzhledem k dýni nutričně významější. Jsou o něco větší než slunečnicová a mají tmavě nazelenalou barvu [7]. Semena obsahují vysoce kvalitní bílkoviny v množství 32-38 % a 45-50 % tuků s velkým podílem nenasycených mastných kyselin [1].

2.2.1.2 Význam dýně pro zdraví

Dýně se dá označit jako dietní rostlinná strava, která je snadno stravitelná. Nevyvolává alergie, a může se proto alternativně podávat kojencům místo mrkve. Pomáhá také při zácpě a to díky vláknině, která současně snižuje hladinu cholesterolu a zbavuje tělo škodlivin. U lidí, kteří trpí měštnáním vody v těle nebo vysokým krevním tlakem je dýně velkým darem. Zejména proto, že velké množství draslíku, které dýně obsahuje, reguluje

hospodaření těla s vodou, protože povzbuzuje ledviny k většímu vylučování tekutiny. Velký význam má dýně kvůli obsahu betakarotenu, který může jako antioxidant chránit před rakovinou plic a prostaty [7]. Význam dýňových semen spočívá v obsahu cenného oleje, který příznivě působí při léčbě chorob močového měchýře a ledvin. Obsah zinku v jádrech semen podporuje funkci prostaty. Pravidelná konzumace dýňových semen má blahodárny vliv na zrak, zvyšují imunitu organismu nebo také povzbuzují trávení a celkově zhodnocují stravu.

2.2.1.3 Postup klíčení

Klíčí se za účelem krátkodobě naklíčených semen. K tomuto účelu se používají bezslupková jádra. Pro naklíčování přicházejí v úvahu pouze semena tykve olejné, které nemají kožovité oplodí. U ostatních je překážkou těžko odstranitelná slupka semene. Nejprve se semena předmáčí 8-14 hodin. Poté se klíčí na klíčidle nebo ve sklenici 1 den při teplotě 18°C. V průběhu klíčení se 2-3x denně proplachuje vodou. Z jednoho dílu suchých semen se dají získat 2 díly vyklíčených semen. Při klíčení je třeba dbát na to, aby semena neklíčila déle než 2-3 dny, protože semena některých druhů tykví hořknou [1].



Obrázek 4: Dýňová semínka – 3. den klíčení

2.2.2. Ředkvička (*Raphanus*)

Ředkvička pochází z ředkve. Patří do čeledi brukvovité (*Brassicaceae*). Konzumní částí ředkvičky jsou drobné kořenové bulvy (hypokotylové hlízy) [11]. Dodnes jsou známy ředkvičky jednobarevné jako bílé, červené, šarlatové, fialové a žluté nebo ředkvičky dvoubarevné červenobílé. Podle tvaru se rozlišují na oválné, kulovité, válcovité nebo kuželové [12]. I chuť je rozdílná a to od vyjíměčně ostré až po velmi jemnou [1]. Zvláštní hodnotou ředkviček je, že při jarní sklizni je jednou z prvních čerstvých zelenin, které se sklízí po zimě a je tedy zdrojem cenných látek [12].

2.2.2.1 Obsahové látky ředkviček a jejich semen

Nutriční význam je podobný jako u ředkve. Obsahuje sice méně minerálních látek než příbuzná ředkev, ale přesto je zasoupen hlavně draslík, vápník, síra a další. Přítomen je vitamin C, karoten, kyselina nikotinová a vitaminy skupiny B [13]. Z chemoprotektivních látek je v ředkvičce obsažen rafanin s protimikrobiálním účinkem a příznivě působí též další sloučeniny obsahující síru [11]. Semena ředkvičky obsahují 37 % oleje (éterické oleje s vyšším obsahem síry a podílu hořčičného oleje), 2% bílkovin, 4 % sacharidů a 0,2 % tuků. Dále jsou přítomné vitaminy B₁, B₂, niacin, vitamin A a mnoho vitaminu C. Z minerálních látek vápník, fosfor, železo, draslík, sodík a hořčík. U vypěstovaných zelených výhonků lze získat čerstvý zdroj chlorofylu. Typické pro ředkvičku jsou hořčicinové látky, ostré hořčičné silice. Díky antimikrobiálním látkám, které ředkvička jako jediná z brukvovitých obsahuje, není napadána bakteriemi. Proto lze s výhodou její klíčící semena kombinovat s jinými semeny vůči bakteriím vnímavým [1].

2.2.2.2 Léčivé účinky ředkvičky

Ředkvička podporuje chuť k jídlu, působí močopudně a žlučopudně. Kladně ovlivňuje také dýchací systém. Stimuluje krevní oběh [13]. Hořčičné silice obsažené v ředkvičce zmírňují bolest ucha a jsou výborné v účinku na růst vlasů. Štáva z ředkve je osvědčená při léčbě nosních dutin [1]. S ostatními brukvovitými zeleninami se spolupodílí na prevenci rakovinových chorob [11].

2.2.2.3 *Postup klíčení*

Pěstuje se za účelem získání výhonků. Ke klíčení se používá klíčidlo, miska s tkaninou nebo keramická miska. Semena se nechávají 8-14 hodin předmáčet. Vhodná teplota pro optimální klíčení je 18°C. Během klíčení se proplachuje nebo kropí 2-3x denně vodou. Může se používat naklíčená semena již po 1. dnu nebo po 7 dnech sklízet výhonky.

2.2.3. *Řeřicha (Lepidium)*

Řeřicha je drobná, rychle rostoucí bylina. Rostlina dorůstá do výšky 30-60 cm. Kvete v červnu až červenci drobnými bílými až narůžovělými kvítky. Plodem je vejčitá šešulka na vzpřímené stopce [1]. Konzumace této listové zeleniny sahá hluboko do historie, kdy řeřichu pěstovali už staří Peršané, Řekové a Římané pro pikantní chuť a z důvodů mimořádných účinků na zdraví [14].

2.2.3.1 *Složení řeřichy a jejích semen*

Řeřicha obsahuje sacharidy, bílkoviny, menší množství tuku a především minerální látky jako chrom, jód, vápník, draslík, fosfor a železo [7]. Ze stopových prvků se zde vyskytuje významný stopový prvek germanium [14]. Pozoruhodné je i zastoupení antioxidantů betakarotenu a vitamínu C, kterého je obsaženo mimořádně vysoké množství. Ostrou chuť řeřichy způsobují hořčiny a glykosidy hořčičného oleje [7]. Ostře kořenitá chuť je způsobena glykosidy glykotropaelinem a benzyliothiokyanátem [1]. Řeřicha také obsahuje vysoké množství síry a kyseliny listové [14]. Semena řeřichy obsahují až 60 % hořčičného oleje, sacharidy, vitaminy B₁, B₂, niacin a mnoho vitaminů C a D. Ve výhoncích se vytváří v průběhu růstu rostlin chlorofyl, bílkoviny a mnoho biologicky aktivních látek [1].

2.2.3.2 *Význam řeřichy pro zdraví*

Za pozitivní vliv řeřichy na organismus vděčíme glukosinolátům, které působí antibakteriálními vlastnostmi a preventivním protirakovinným účinkem. Tyto látky působí proti choroboplodným bakteriím ve střevě a močových cestách. Řeřicha také udržuje rovnováhu v hospodaření s minerálními látkami, zabraňuje vzniku chudokrevnosti a stimuluje imunitní systém [7]. Důležitý je vysoký obsah síry, která působí dezinfekčně a je rovněž důležitá pro vstřebávání bílkovin, krvetvorbu, buněčný růst a zdraví vlasů, pokožky a pojivových

tkání. Mimořádné účinky má v řeřiše obsažený stopový prvek germanium, který působí protivirově a protibakteriálně, podporuje detoxikaci, okysličení organismu a komunikaci mezi buňkami, posiluje kosti a imunitní systém. Žvýkání řeřichy je rovněž důležité pro zdraví zubů a dásní [14].

2.2.3.3 Postup klíčení

Semena se předem nepředmáčejí, protože při předmáčení se vytváří mnoho slizu. Na klíčovadlo se vysévá pouze přiměřené množství semen. Klíčíme při teplotě 21°C, přičemž se rostliny rosí 2x denně. Rostliny je možné sklízet od 3. do 7. dne [1].



Obrázek 5: Výhonky řeřichy – 5. den klíčení

2.2.4. Vojtěška (*Medicago*)

Vojtěška patří mezi staré plodiny pěstované jak v Evropě, tak v jiných částech světa. Patří do čeledi bobovité (*Fabaceae*). Využívá se hlavně k pícninářským účelům, ale i jako potravina ve formě naklíčených semen a výhonků. Naklíčená vojtěška se řadí mezi zelenou zeleninu díky vzrůstajícímu obsahu chlorofylu, který vzniká během klíčení. Pro účely naklíčování se využívá vojtěška setá. Klíčky vojtěšky mají vysoký obsah prospěšných látek, zejména vitaminů, minerálů, enzymů a dalších významných látek [14]. Klíčky vojtěšky jsou velmi oblíbené jako zdravý doplněk do salátů, zelených nápojů a dalších syrových potravin [2].

2.2.4.1 Složení výhonků a semen

Výhonky vojtěšky obsahují až 40 % bílkovin, tedy podstatně více než většina druhů živočišné stravy. Mezi bílkovinami vojtěšky najdeme zastoupení všech 8 esenciálních aminokyselin [15]. Naklíčená vojtěška je také dobrým zdrojem vitaminů B, C, A, E, K. Z minerálních prvků obsahují vápník, hořčík, draslík, železo a stopové prvky selen a zinek. Při klíčení semen vojtěšky navíc ještě stoupá hodnota chlorofylu, který se zde tvoří [2]. Vojtěška je poměrně bohatá na přírodní antioxidanty flavonoidy a saponiny. Během klíčení obsah saponinů přibývá a ve výhoncích jich bývá obsaženo až 5x více než v semenech [14]. Semínka vojtěšky jsou malá, zhruba o velikosti špendlíkové hlavičky. Obsahují 40% bílkovin, malý podíl tuků a z pestrého složení vitaminů B₁, B₂, B₁₂ a niacin, dále vitamin D, E, K a P. Z minerálních látek je obsažen fosfor, vápník, hliník, síra, křemík, hořčík, sodík a kobalt [1].

2.2.4.2 Vojtěška a zdraví

Díky svému složení působí vojtěška příznivě při celé řadě zdravotních potíží. Vojtěška patří mezi rostliny, které velmi úspěšně podporují vylučování škodlivin z organismu. Zásahu na tom má chlorofyl a vitamin K, který podporuje čištění krve a jater. Vojtěška se rovněž vyznačuje schopností ničit choroboplodné bakterie. Příznivě také působí proti artritidě a dalším revmatickým onemocněním. Pozitivní vliv má při kloubních onemocněních jako je artróza. Kvůli bohatému obsahu vápníku, fosforu a vitaminu D její konzumace příznivě ovlivňuje zdraví kostí a zubů. Dále je vojtěška bohatá na fytoestrogeny, látky podobné pohlavnímu hormonu estrogenu, které potlačují většinu nepříznivých projevů menopauzy. Vojtěška patří mezi rostliny, které významně podporují prevenci nádorových onemocnění. Velkou předností této rostliny je příznivý vliv na hladinu cholesterolu v krvi a tedy i na zdraví srdce a cév. Vojtěška se s úspěchem používá k léčbě žaludečních i dvanáctníkových vředů a příznivě působí i na další aspekty trávení a to zejména díky řadě trávicích enzymů, betakarotenu a saponinům. Užívání vojtěšky je vhodné pro sportovce, protože podporuje růst svalové hmoty, fyzickou výkonnost i odolnost vůči únavě. Tento účinek je způsoben vysokým obsahem bílkovin a esenciálních aminokyselin [14]. Konzumace vojtěškových výhonků podporuje látkovou výměnu. Kombinace vyso-

kého obsahu vitamínu A a karotenu přispívá k léčbě kožních onemocnění, zejména akné. Vysoký obsah vitamínu C dělá z vojtěšky jeho významný zdroj.

2.2.4.3 Způsob klíčení

Klíčit se dá za účelem získání jemných výhonků včetně cenných kořínků. Dává se přednost klíčovlům, kde se mohou semena promývat vodou nebo se používají keramické misky či talíře, ze kterých se po dokončení růstu celé rostliny sejmou a zkonsumují. Drobná kulatá semena se nechají předmáčet 4-6 hodin a poté klíčit při teplotě 20°C. V průběhu klíčení se semínka 2x denně promývají. Výhonky se sklízí 6.-8. den od výsevu. Obvyklá klíčivost je 75-85 % [1].



Obrázek 6: Výhonky vojtěšky seté - 6. den klíčení

3 ANTIOXIDANTY

Antioxidanty jsou látky, které chrání naše tělo před procesem zvaným oxidace [16]. Brání oxidačnímu procesu nebo ho zpomalují. Podílejí se na inaktivaci nebo odstranění volných radikálů z buněk, které ve vyšším množství v lidském organismu působí negativně. Volné radikály jsou nebezpečné tím, že jsou vysoce nestabilní, přičemž rychle reagují s okolními molekulami a způsobují oxidační proces, který může být pro tělo velmi škodlivý [17]. Antioxidanty blahodárně působí na lidský organismus, ale mají vliv i na potraviny, kde prodlužují jejich údržnost tak, že je chrání před znehodnocením způsobeném oxidací, jejímž projevem je žluknutí přítomných tuků a dalších snadno se oxidujících složek potravin. Oxidace lipidů vyvolává v potravinách další chemické změny, které negativně ovlivňují jejich výživovou hygienicko-toxikologickou a sensorickou hodnotu [18]. Naše tělo některé antioxidanty produkuje, nazývají se endogenní a patří sem enzymy, koenzymy a sloučeniny s obsahem síry jako je například glutation. Ovšem většinu antioxidantů si člověk sám vytvořit neumí a tak je musí doplňovat ze stravy v podobě exogenních neboli potravních antioxidantů. Mezi těmito látkami mají zásadní význam vitamin C a E, bioflavonoidy, karotenoidy a několik sloučenin obsahující síru [16]. Patří sem i některé stopové prvky jako je selen, měď a zinek. Z výzkumů vyplývá, že kombinace antioxidantů může být pro udržení hladiny antioxidantních obranných látek prospěšnější než antioxidant sám. Proto je důležité konzumovat zdravou, pestrou a vyváženou stravu, která tělu dodá všechny živiny potřebné k boji proti volným radikálům [20]. Ve své práci jsem se zaměřila zejména na antioxidanty exogenní neboli potravní, protože se tato práce zabývá zejména naklíčenými semeny rostlin a zde se tyto antioxidanty vyskytují ve významném množství.

3.1 POTRAVNÍ ANTIOXIDANTY

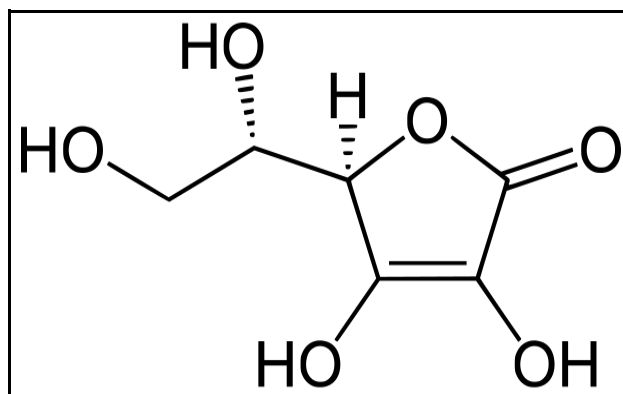
Přírodní antioxidanty se vyskytující ve všech vyšších rostlinách. Získávají se potravou, hlavně z ovoce, zeleniny, obilovin a nápojů. Jejich antioxidantní aktivita může být mírná až velmi vysoká. Antioxidanty jsou obsaženy v různých částech rostlin, v květech, semenech, listech, stoncích, dřevu, kůře i kořenech. K významným zástupcům této skupiny patří vitamin A a karotenoidy, tokoferol, kyselina askorbová a polyfenoly jako například flavonoidy. Mnoho výzkumů naznačuje, že široká škála fenolů a karotenoidů je schopna

zabránit nebo zpomalit oxidačnímu stresu, který vyvolává poškození vedoucí k rakovině. Mezi výhodou přírodních antioxidantů patří jejich přirozené vnímání lidským organismem [16].

3.1.1 Vitamin C (kyselina askorbová)

Je to ve vodě rozpustný vitamin, může být nazýván jako všestranně působící vitamin. Jeho prvotním úkolem je působení coby antioxidant proti volným radikálům. Potlačuje také produkci karcinogenních látek. Zvyšuje aktivitu imunitního systému a jeho působení proti infekcím, ale i proti zvrhlým rakovinným buňkám [21]. Kyselina askorbová má díky svým vlastnostem (vitamin, antioxidant, chelatační činidlo) široké uplatnění i jako potravinářské aditivum, především v konzervářské a kvasné technologii masa tuků a cereální technologii. Nejbohatším zdrojem vitamínu C je ovoce a zelenina, přičemž nejvyšší obsah tohoto vitamínu mají v čerstvém stavu. Mezi jednotlivými druhy však existují velké rozdíly v obsahu tohoto vitamínu. Závisí na vegetačních podmínkách během růstu, stupni zralosti a mnoha dalších faktorech. Ke ztrátám vitamínu C při zpracování ovoce a zeleniny dochází obvykle výluhem, ke kterému dochází při jejich mytí, blanšírování, vaření a konzervování, kdy se příslušný výluh dále nezpracovává. Povaha a rozsah ztrát závisí na pH, teplotě, množství vody, velikosti povrchu materiálu, zralosti, rozsahu kontaminace těžkými kovy a původu kyslíku [22]. Za dobré zdroje vitamínu C se považuje ovoce jako kiwi, rybíz, citróny, jahody, pomeranče a ze zeleniny paprika, petržel, růžičková kapusta, rajčata či květ špenátu [20]. Velký význam má vitamin C i u klíčících semen některých druhů rostlin. Kyselina askorbová se zvyšuje s původním obsahem v semenech mnohonásobně, přičemž nejintenzivněji se vytváří v přítomnosti světla. Například nenaklíčená čočka neobsahuje žádný vitamin C, ale po jeho naklíčení se z něj stává jeden z nejbohatších zdrojů tohoto vitamínu. Největší koncentrace vitamínu C je zaznamenána ve výhoncích vojtěšky [2]. Význam tohoto vitamínu pro zdraví lidského organismu je zásadní. Jeho spotřeba stoupá při infekcích a nemocích dvakrát až čtyřicetkrát než za normálního zdraví. Vitamin C pomáhá v případě onemocnění virových, bakteriálních nebo infekčních. Tento vitamin je účinný například při dně, revmatismu, srdečním onemocnění, dvanácterníkových vředech, zápalu plic, nachlazení, zápalu mozkových blan, tuberkulóze, záškrtu, zánětu mozkových blan a

dalších. Kuřáci by měli přijímat zvýšené množství vitamínu C, protože se při kouření tento vitamin částečně ničí. Kyselina askorbová též pomáhá předcházet alergiím, přičemž ve vyšších dávkách ničí v těle alergeny ať jsou jakéhokoliv původu. Jednou důležitou funkcí vitamínu C je tvorba kolagenu za přítomnosti vápníku jako katalyzátoru, čímž je udržována jeho optimální hladina v organismu. Vitamin C je nezbytně nutný k hojení ran včetně operačních. Také udržuje pružné cévy a má pod kontrolou hladinu cholesterolu v krvi. Úplný nedostatek tohoto vitamínu v těle člověka způsobuje kurděje, což se projevuje vznikem vředů a krvácením do vnitřních dutin. Jeho nadbytek v organismu nebyl zjištěn, protože přebytek se vyplavuje močí [17].

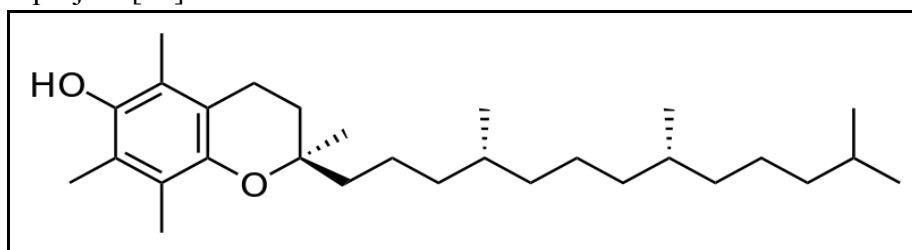


Obrázek 7: Struktura vitamínu C

3.1.2 Vitamin E (tokoferol)

Je známo přinejmenším osm různých forem vitamínu E. Tento vitamin je nejvýznamějším lipofilním antioxidantem uplatňujícím se u eukaryotických buněk jako ochrana nenasyčených lipidů před poškozením volnými radikály. Za neúčinnější antioxidant se považuje α -tokoferol [22]. Vitamin E je rozpustný pouze v tucích. Obsahuje-li naše strava příliš málo vitamínu E, tuk v našem těle zežlukne, kde typickými známkami jsou tzv. stařecké skvrny na našich rukou. Denní dávka vitamínu E není pro všechny jedince stejná, někdo potřebuje až čtyřikrát větší dávku. Spotřeba se zvyšuje při stresu, rychlém růstu v době menopauzy, těhotenství a při užívání sexuálních hormonů. Tento tokoferol tělo nevstřebává bez současné přítomnosti tuku a žluči ve střevě. Vitamin E se ničí vzduchem, horkem, mrazem, skladováním a smažením v oleji. Tento významný vitamin má příznivý

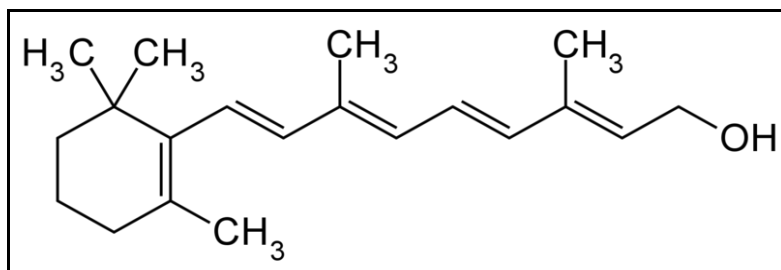
vliv na lidské zdraví tím, že zabraňuje tvoření křečových žil, zánětu žil či srdečních a mozkových mrtvicí. Velice dobře hojí pooperační rány, spáleniny, sluneční spáleniny, úpaly a zánět ledvin. Zabraňuje vzniku rakoviny avšak na rozvinutou rakovinu již nepůsobí. U žen má velký význam při léčbě neplodnosti a zabraňuje opakovaným potratům. V době těhotenství je nutný zvýšený příjem vitamínu E pro zdravý vývoj plodu. Dále také podporuje činnost svalů a nervů, zvyšuje odolnost proti infekcím, zejména u starších osob. Zlepšuje srážení krve, krevní oběh a zamezuje srdečním nebo svalovým potížím. Omlazuje také kůži, udržuje zdravé vlasy a má diuretické vlastnosti [17]. Vitamin E se nachází především v potravinách rostlinného původu a v menším množství v potravinách živočišného původu. Živočišné tuky obsahují mnohem méně tohoto vitamínu než rostlinné oleje, přičemž olej z obilných klíčků je zdrojem nejhojnějším. Vyšší obsah vitamínu E je též pozorován u olejů surových na rozdíl od rafinovaných, u kterých při rafinaci dochází ke snížení obsahu na 10-50 % [22]. Hlavními zdroji tohoto vitamínu jsou tedy ořechy, čerstvé pšeničné klíčky, za studena lisované oleje z rostlin, celozrnné rostlinné výrobky, semena a jádra semen, zelená listová zelenina, vaječný žloutek a luštěniny [17]. Vitamin E se dále nachází i v naklíčených semenech rostlin jako je oves, žito, vojtěška, sezam, slunečnice a mandle [2]. Nedostatek tohoto vitamínu způsobuje kýlu, poruchy zraku, kornatění cév, revmatismus, prohlubuje únavnost, nervovou dráždivost, svalovou atrofii a dystrofii. Klesá výkonnost, rány se špatně hojí a kůže je ochablá a suchá. Nedostatek vitamínu u těhotných žen způsobuje různé poruchy plodu a může být příčinou potratu nebo poškození mozku dítěte. U dětí nedostatek způsobuje depigmentaci zubů, krátkozrakost nebo oslepnutí předčasně narozených novorozenců, dále chudokrevnost a nedostatečnou produkci hormonů a v důsledku toho nedostatečné rozvinutí pohlavních znaků. Při nadbytku vitamínu E nejsou zjištěny žádné toxické účinky, pouze vzácně může způsobit bolesti hlavy a průjem [17].



Obrázek 8: Struktura vitamínu E (α -tokoferol)

3.1.3 Vitamin A

Vitamin A je v tucích rozpustný vitamin, který se skladuje v játrech. Vyskytuje ve dvou přirozených formách a to jako vitamin A₁ (retinol) a A₂ (3-dehydroretinol). Nejvýznamější aktivní látkou této skupiny v živočišných tkáních je vitamin A₁(retinol). Aktivitu vitaminu A také vykazuje asi 50 dalších přirozeně se vyskytujících sloučenin ze skupiny karotenoidů, které se nazývají provitaminy A. Za provitaminy A se považují karotenoidy, nejvýznamějším z nich je β -karoten [22]. Vitamin A je antioxidant, který v našem imunitním systému bojuje s viry, bakteriemi a jinými původci chorob a udržuje buňky mladé a zdravé. Je nutný pro tvorbu protilátek a bílých krvinek, oční sítnice, rohovky a tvorbu zrkového purpuru(rodopsinu). Dále působí při prevenci rakoviny, podporuje zdravý růst kostí, vlasů, kůže, nehtů a zubů. Podle posledních výzkumů může vitamin A sehrát důležitou roli při léčbě cukrovky, rovněž může být velmi účinný v boji proti rakovině prsu a plic. U žen spolu s vápníkem zamezuje spolu s vápníkem klimakterickým potížením. Nejbohatším zdrojem vitaminu A jsou játra, vaječný žloutek, rybí tuk, máslo a plnotučné mléčné výrobky a ve formě jeho provitaminu se vyskytuje hlavně v mrkvi, rajčatech, zelené a žluté zelenině, v meruňkách a broskvích [17]. Významný obsah vitaminu A, který se vyskytuje převážně ve formě jeho prekurzoru je zaznamenán i v některých naklíčených semenech. Tohoto vitaminu obsahují dokonce více, než kolik ho najdeme ve srovnatelném množství rajčat, salátu, zelených paprik a většiny ovoce. Jejich obsah v klíčcích je až čtyřnásobný narozíl od původního obsahu v semeně. Výborným zdrojem jsou naklíčená semena vojtěšky, zelí, jetele, hrachu a hořčice [2]. Při přebytku vitaminu A může působit toxicky, avšak jídlem se jím předávkovat nelze. Projevuje se to tak, že vlasy se stávají tenkými, rty bolavými, krvácením z nosu, bolestmi hlavy, může se objevit rozmazané vidění, olupující se kůže, bolesti v kloubech, slabost a zvracení. Toxicitě lze zabránit užíváním dostatečného množství vitaminu C. Nedostatek tohoto vitaminu se projevuje častými záněty sliznic a dásní, suchou a zrohovatělou kůží, infekcemi dýchacích cest, způsobuje lomivé a pomalu rostoucí nehty či padající mastné a lomivé vlasy. Při dlouhodobém nedostatku může dojít k šerosleposti nebo až k oslepnutí [17].



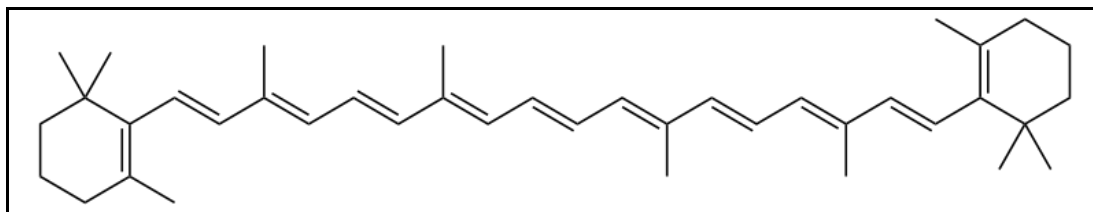
Obrázek 9: Struktura retinolu

3.1.3.1 Karotenoidy

Karotenoidy jsou významnými fytochemikáliemi, které působí především jako antioxidanty proti vzniku rakoviny, zejména zmírňují riziko rakoviny močového měchýře a plic. Jejich další příznivou vlastností je, že chrání proti vlivu ultrafialových paprsků ve slunečním světle a proti jiným zářením, které mohou způsobit vznik rakoviny. Především u kožních buněk chrání proti vzniku melanomu. Dále působí proti stárnutí a zpomalují proces nádorového bujení [23]. Je známo asi 600 druhů těchto látek a asi 50 z nich bylo prokázáno v ovoci a zelenině [21]. Po chemické stránce jsou to rostlinné pigmenty, které se řadí do skupiny tetraterpenoidů a dělí se na dvě skupiny a to karoteny (červené barvivo) a jejich oxidované formy xantofyly (žluté barvivo). Jedná se většinou o lipofilní barviva červeně, oranžově či žlutě zbarvené, které zabraňují oxidaci [23]. Nejdůležitějšími karotenoidy jsou α -karoten, β -karoten, lykopen, lutein a zeaxantin z nichž nejrozšířenější je β -karoten, který je největším zdrojem vitamínu A vznikajícího jeho štěpením [12].

- β - karoten

Tento nejrozšířenější karotenoid působí jako antioxidant. Chrání lidský organismus proti rakovině a proti působení volných radikálů. Posiluje imunitní systém, snižuje riziko arteriosklerózy a očního zákalu [21]. Je hojně obsažen v žluté, oranžové a zelené listnaté zelenině a ovoci. Čím je barva ovoce či zeleniny intenzivnější, tím více obsahuje β - karotenu. Do této skupiny se řadí u zeleniny například mrkev, rajčata, sladké brambory, špenát, salát, brokolice, tykev a z ovoce meruňky, broskve, pomeranče, mango, papaya, vodní meloun [24,25].



Obrázek 10: Struktura β -karotenu

- α - karoten

Je účinný v ochraně kůže, očí, jater a plicní tkáně před volnými radikály a nejbohatším zdrojem je vařená mrkev a dýně.

- Lykopen

Je účinnějším antioxidantem než β -karoten, je barvivem rajčat, melounů, červených grapefruitů a ostatních druhů ovoce a zeleniny červeně nebo oranžově zbarvených. Je rozpustný v tuku a lépe se vstřebává z teplých pokrmů. Jeho základní vlastností je potlačování růstu všech druhů nádorů, tlumí též následky kouření a ozáření ultrafialovými paprsky.

- Lutein

Karotenoid, který je účinným antioxidantem. Vyniká ochranou očí, protože odstraňuje volné radikály, které vznikají působením ultrafialových paprsků na sítnici. Tlumí také degenerativní změny na žluté skvrně, jež bývá příčinou slepoty. Hlavním zdrojem je listová zelenina a špenát.

- Zeaxantin

Tento karotenoid chrání oči podobně jako lutein před volnými radikály, které mohou vyvolat degeneraci žluté skvrny sítnice a postupné oslepnutí. Chrání také před některými druhy nádorů. Zeaxantin se nachází ve vyšších koncentracích v řeřiše, špenátu, řepě, listech čekanky a ibišku [21].

3.1.4 Polyfenoly

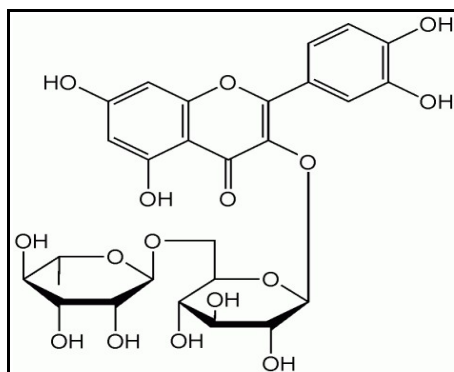
Jsou to přírodní látky, které jsou jako sekundární metabolity zastoupeny v každé vyšší rostlině a v každém jejím orgánu. Polyfenolické látky si vytvářejí rostliny na svoji obranu proti škůdcům a chorobám, neboť mnohé z nich mají značnou baktericidní, fungicidní a viroidní účinnost [27]. Dále chrání rostliny před oxidačním stresem a UV zářením. V lidském organismu vykazují polyfenolické sloučeniny širokou škálu biologických účinků [26]. Polyfenoly mají v naší stravě redukční účinky a hlavně mají pozitivní vliv na zdraví člověka [29]. Jsou také částečně zodpovědné za sensorické a nutriční vlastnosti rostlinné stravy. Oxidace polyfenolů během zpracování a skladování může ovlivňovat prospěšné či nežádoucí charakteristiky v potravních produktech. Podílejí se na svíravé a hořké chuti [28]. Společným chemickým rysem je, že obsahují jedno nebo více aromatických jader substituovaných hydroxylovými skupinami. Tyto látky představují mnoho typů sloučenin, mezi hlavní patří fenolické kyseliny a flavonoidy. Velké množství těchto látek je zastoupeno v potravinách, zejména v ovoci, zelenině a některých nápojích [29].

3.1.4.1 Fenolické kyseliny

Fenolické kyseliny jsou přítomné v řadě potravin. Podle současných poznatků tvoří v potravě asi jednu třetinu polyfenolů [29]. Fenolové kyseliny lze rozdělit do dvou tříd, dělí se na deriváty kyseliny benzoové (kys. gallová) a deriváty kyseliny skořicové. Vyskytují se nejčastěji ve formě esterů a v nich se váží karboxylem na hydroxylové skupiny organických kyselin a sacharidů. Obsah hydroxybenzoových kyselin je v jedlých částech obecně velmi nízký, s výjimkou červeného ovoce, černé ředkve a cibule, které mohou obsahovat až několik desítek mg/kg. Mezi důležité zdroje kyseliny gallové patří čaj. Mnohem běžnější než hydroxybenzoové kyseliny jsou kyseliny hydroxyskořicové. Patří sem kyseliny *p*-kumarová, kávová, ferulová a sinapová. Nejvyšší obsah těchto kyselin se vyskytuje v borůvkách, švestkách, třešních, jablkách a kiwi. Většinu obsahu hydroxyskořicových kyselin v ovoci tvoří kyselina kávová, může to být 75-100 %. Kyselina ferulová je nejvíce přítomna v cereáliích [19].

3.1.4.2 Flavonoidy

Je to v přírodě široce se vyskytující skupina látek, která má antioxidační charakter [30]. Dokážou reagovat s volnými radikály, čímž zabráňují vzniku rakoviny. Další významnou vlastností flavonoidů je schopnost vázat toxické kovy do neúčinných komplexů [31]. Mají protizánětlivý, protisklerotický a protinádorový účinek [36]. Flavonoidy tvoří rozsáhlou skupinu přírodních látek, které mají dva substituované benzenové kruhy a jeden pyranový. Jsou v přírodě většinou vázány na různé cukry za tvorby glykosidů. Pro lidské tělo jsou hlavními zdroji antioxidantů složky potravy, mimo jiné ovoce a zelenina, které obsahují vedle jiných antioxidantů i flavonoidy, někdy i ve stovkách miligramů na kilo [30]. Flavonoidy se vyskytují v rostlinných potravinách jako jsou kapusta, brokolice, ovocné plody, červená paprika, lusky bobu, růžový grep, jablka, oregano, petržel, švestky, borůvky, ale i v nápojích jako je pivo, červené víno, nebo černý a zelený čaj [31]. Hlavními skupinami flavonoidů jsou flavonoly, flavonony, flavony, flavanoly, proanthokyanidiny, kyanidiny a isoflavonoidy [24]. Pro potraviny jsou charakteristické četností výskytu, obsahem i antioxidačními účinky především flavonoidy kvercetin a kemferol, menší význam mají myricetin, luteolin a apigenin [23]. Za nejznámější flavonoid je považován rutin, který má vedle antioxidačních účinků příznivý vliv na regeneraci a zpevnění cév, dále zvyšuje vstřebávání vitamínu C z potravy a propustnost krevních kapilár [31]. Rutin se vyskytuje v šípkách, chřestu, ve slupkách rajčat, v kůře citrusových plodů, v jablečných slupkách, v broskvích, lesních plodech, v kiwi nebo výluhu z černého a zeleného čaje. Nejvýznamějším zdrojem rutinu u nás je pohanka. V naklíčených semenech pohanky, ale i v celé rostlině je rutin obsažen ve vysokém množství a činí tím tuto rostlinu významným zdrojem antioxidantů.



Obrázek 11: Struktura rutinu [32]

3.2 ANTIOXIDAČNÍ KAPACITA

Antioxidační kapacita je definována jako schopnost sloučeniny inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin, např. zabraňovat peroxidaci lipidů. Rozlišují se dva pojmy - antioxidační kapacita a reaktivita. Antioxidační kapacita poskytuje informace o délce trvání antioxidačního účinku. Reaktivita charakterizuje počáteční dynamiku průběhu antioxidačního procesu při určité koncentraci antioxidantu [33]. V oblasti chemické analýzy a biologického hodnocení potravin jsou v posledním desetiletích vypracovány početné metody, které umožňují stanovit tzv. celkovou antioxidační aktivitu vzorku. Jsou principiálně značně navzájem odlišné a postupně se vyvíjejí jejich modifikace. Jejich základním smyslem je charakterizovat v podmínkách blízkých fyziologickému prostředí jejich antioxidační popřípadě redukční účinnost jako souhrnnou vlastností potraviny [34].

3.3 ANTIOXIDANTY A ZDRAVÍ

Lidstvo je v posledních desetiletích sužováno řadou onemocnění, jimž se nedá úplně předcházet, pouze mírnit riziko jejich vzniku, působení a účinku. Z tohoto důvodu jednou z možností jak se před těmito onemocněními chránit je chránit se před negativními vlivy prostředí. Jedním z těchto řešení může být i konzumace takové stravy, která by přispívala ke zlepšení zdravotního stavu a tím, by došlo ke snížení rizika rozvoje nejrůznějších onemocnění. Díky vysokému obsahu antioxidačních látek se za zdravou stravu považuje hlavně ovoce a zelenina, kterého by mělo být denně v našem jídelníčku víc než dostatek. Za hlavní vyníky vzniku závažných onemocnění, proti kterým brání náš organismus antioxidanty, se považují volné radikály. Tyto látky způsobují v dnešní době časté choroby jako je hypertenze, ateroskleróza, diabetes mellitus, tvorba zhoubných novotvarů, proces stárnutí a mnoho dalších. Proto je význam antioxidačních látek v naší výživě více než důležitý.

3.3.1 Příznivé účinky na lidský organismus

Antioxidanty jsou látky obsažené v potravinách. Těchto látek tělo využívá ke své ochraně proti molekulám volných radikálů vytvářených při normální látkové přeměně. Velmi důležité je podávání antioxidantů jedincům oslabeným po nemoci, případně starším nebo nezdravě a jednostranně se stravujícím lidem, protože jejich organismus produkuje těchto

látek méně. Podávání těchto látek má své opodstatnění i v případě obyvatel velkoměst, sportovců a osob náchylných k nádorovému onemocnění [17]. Antioxidační látky příznivě ovlivňují lidské zdraví tím, že:

- zpomalují stárnutí,
- snižují hladinu cholesterolu,
- omezují riziko arteriosklerózy,
- chrání proti infarktu a mozkové příhodě,
- snižují riziko vzniku nádorů,
- zpomalují průběh Alzheimerovy choroby,
- pomáhají při detoxikaci protirakovinných léků,
- chrání zrak před degenerativními pochody,
- tlumí následky kouření,
- chrání před obstruktivními plicními chorobami,
- pomáhají při znečištění vzduchu prachem, kouřením a pyly [21].

3.3.2 Volné radikály

Volné radikály se v organismu nacházejí běžně, ale není jich převaha. Volné radikály a oxidační látky vznikají působením nejrůznějších mechanismů. Mohou se vytvořit při samovolných nepředvídaných chemických reakcích, kdy příčinou jejich vzniku může být vliv prvků, které znečišťují vzduch jako je ozon, kyslíčnick dusnatý nebo sluneční záření. Když se při zánětlivých nemocech nebo při různých poraněních uvolní ionty, mohou se vytvořit volné radikály, ale ty vznikají i při běžném metabolismu. Při útocích volných radikálů na buňky se vytvářejí chemické sloučeniny, peroxidy, které se mohou stát příčinou vzniku závažných změn v organismu a vzniku různých onemocnění. Volné radikály nemají vždy jen záporné účinky. Náš organismus je denně vytváří, aby bojoval s cizími buňkami, dále hrají roli při základních chemických reakcích v chodu metabolismu nebo při využití kyslíku k tvorbě energie. Tím plní důležitou úlohu při správném fungování našeho organis-

mu. Nebezpečí vzniká, když se vytvoří volných radikálů v těle nadbytek. Všechny radikály, které se tvoří uvnitř organismu pochází z endogenních zdrojů. Vedle nich existují ještě zdroje exogenní, které se tvoří v našem okolí. Příčinou jejich vzniku bývá zamoření ovzduší, toxické chemické sloučeniny, závislost na lécích, fyzický a psychický stres, tabák, vystavování organismu různým druhům záření, nevhodná skladba stravy, přílišné vystavování slunečním paprskům apod. Všechny tyto vlivy vedou k nadměrné tvorbě volných radikálů, které ničí naše buňky. Buňky v našem těle si na ochranu před napadením vytvářejí enzymatické látky, které volné radikály oslabují, neutralizují nebo detoxikují. Tyto látky se nazývají endogenní antioxidanty a patří mezi ně superoxid dismutaza, katalaza a peroxidaza. Pokud je koncentrace těchto antioxidantů v organismu nízká, je nutné je dodat ve formě potravin nebo potravinových doplňků [37].

4 MINERÁLNÍ LÁTKY

Minerální látky potravin obvykle definujeme jako prvky obsažené v popelu potraviny nebo přesněji jako prvky, které zůstávají ve vzorku potraviny po úplné oxidaci organického podílu na oxid uhličitý, vodu aj. Minerální podíl tvoří u většiny potravin 0,5-3 hmotnostních procent [22]. Minerální látky nemají žádnou energetickou hodnotu, ale pro život organismu jsou naprosto nezbytné. Mají význam pro růst a tvorbu tkání, aktivují, regulují a kontrolují látkovou výměnu v těle a také se spoluúčastní na vedení nervových vzruchů. Podle množství potřebného pro člověka se dělí na majoritní, minoritní a stopové prvky [38]. Majoritní prvky se vyskytují v potravinách ve větším množství a patří k nim Na (sodík), K (draslík), Mg (hořčík), Ca (vápník), Cl (chlór), P (fosfor) a S (síra). K minoritním prvkům, které jsou v potravinách obsažené v menším množství patří Fe (železo) a Zn (zinek). Stopové prvky jsou zastoupeny v nejnižších koncentracích a k potravinářsky nejdůležitějším patří Al (hliník), As (arsen), B (bór), Cd (kadmium), Co (kobalt), Cr (chróm), Cu (měď), F (fluor), Hg (rtuť), I (jód), Mn (mangan), Mo (molybden), Ni (nikl), Pb (olovo), Se (selen) a Sn (cín). Obsah minerálních látek se mezi jednotlivými potravinami velmi liší. Například u rostlin je obsah minerálních látek závislý na obsahu prvků v půdě, na vlastnostech půdy, způsobu a míře hnojení, na klimatických podmínkách, na stupni zralosti plodiny atd [22]. Klíčky rostlin jsou dobrým zdrojem snadno využitelných minerálních látek a stopových prvků [2]. V této kapitole popisují vybrané minerální látky ze skupiny majoritních prvků, konkrétně draslík, vápník, hořčík a sodík. Tyto prvky jsem si vybrala proto, že podle literárních zdrojů bývají často obsažené v naklíčených semenech.

4.1. VÁPŇÍK

Vápník je z kvantitativního hlediska hlavní minerální složkou v lidském těle. Jeho celkový obsah činí asi 1500 g, přičemž 99 % je obsaženo v kostech a zubech ve formě fosforečnanu vápenatého. K hlavním biologickým funkcím vápníku patří kromě stavební funkce ve vazbě na bílkoviny osteokalcin a osteonektin, účast na nervové a svalové činnosti. Dále je nezbytný pro srážlivost krve a pro aktivaci některých enzymů [22]. Příznivě působí při menstruačních potížích a má pozitivní vliv na zdraví pokožky [40]. Hlavním výživovým zdrojem vápníku je mléko a mléčné výrobky. K jeho dalším významným zdrojům patří

tvrdá pitná voda a brokolice. V menší míře je zastoupen též v sezamových semínkách, sójových bobech, ořeších, burských oříšcích, lososu a konzervovaných sardinkách, meruňkách, ficích, švestkách, brusinkách, máku. Bez přítomnosti vitamínu D v těle je vstřebávání vápníku ve střevech výrazně omezeno [41].

4.2 HOŘČÍK

Obsah hořčíku v těle dospělého člověka činí asi 25 až 40 g a z toho připadá 60 % na obsah v kostře. Nejvyšší koncentrace je v pankreatu, játrech a kosterním svalstvu. Hořčík je nezbytný pro všechny metabolické děje, při kterých se tvoří nebo se hydrolyzuje ATP. Účastní se stabilizace makromolekul DNA a je nutný pro aktivaci některých enzymů, například fosfatás. V zelených rostlinách je převážná část hořčíku vázána jako centrální atom v chlorofylu, látky nezbytné pro fotosyntetické děje [22]. Hořčík se nachází hojně v zelenině, a to zejména v zeleném chlorofylu [39]. Dále se nachází v mandlích, lískových a piniových oříšcích, arašídech, vlašských ořechách, obilninách a luštěninách. Hořčík pomáhá odstraňovat známky stresu a únavy [20]. Častými příznaky nedostatku hořčíku bývá nervová únava, škrabání svalů a podrážděnost. Déle trvající nedostatek způsobuje ztráty vápníku a draslíku, s následnými příznaky nedostatku těchto minerálů. Nedostatek hořčíku je obvyklým výsledkem nedostatečné konzumace potravin, které jsou jeho dobrými zdroji, jako je zelená zelenina, sojové boby, pšeničné klíčky, fíky, jablka, citrony, broskve, slunečnicová a sezamová semínka, mandle či rýže natural [39].

4.3 SODÍK A DRASLÍK

Celkový obsah sodíku v lidském těle je asi 70 až 100g a obsah draslíku je asi 140 až 180g, přičemž sodík se vyskytuje v extracelulárním prostoru a draslík je lokalizován uvnitř buněk. Hlavní funkcí sodíku a draslíku v organismu je udržovat s chloridem osmotický tlak tekutin vně i uvnitř buněk a acidobazickou rovnováhu. Tyto prvky jsou také potřebné pro aktivaci některých enzymů [22]. Při stresu se zvyšuje tělesná potřeba sodíku, naopak pokud máme vysoký krevní tlak, znamená to, že bychom měli omezit spotřebu kuchyňské soli a tím i sodíku [40]. Draslík udržuje vodní rovnováhu v buňkách, reguluje funkci ledvin a přispívá ke správné činnosti svalů a nervů, kde hlavně ovlivňuje činnost srdce. Má vliv na produkci bílkovin a na získávání energie ze sacharidů [17]. V potravinách se sodík i draslík

vyskytuje převážně ve formě volných iontů. Obsah draslíku v potravinách je zpravidla vyšší než sodíku. Přirozený obsah sodíku je velmi proměnlivý, v potravinách rostlinného původu se řadí spíše k prvkům minoritním. Obsah sodíku se u potravin může zvyšovat jejich solením z důvodů ochucování či konzervování [22]. Sodík je nejvíce obsažen v kuchyňské soli (chlorid sodný). Najít ho můžeme také v uzených a solených výrobcích, jako jsou uzeniny, sýry, maso, pekařské výrobky, ale také v mléko, kečup, konzervované polévky, mozeček, ledvinky a prášek do pečiva [40]. Draslík se nachází zejména v čerstvé zelenině např. rajčatech a listové zelenině, čerstvém i sušeném ovoci (zvláště banánech, meruňkách, švestkách, hrozinkách a citrusových plodech), ořeších, bramborech, celozrnné mouce, obilovinách a obilných výrobcích, mléku, kuřecím mase, játrech, ledvinkách, houbách [40].

PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Naklíčená semena některých druhů rostlin se vyznačují vysokým obsahem nutričně cenných látek, zejména antioxidantů a proto se řadí k vhodným doplňkům stravy. Cílem této diplomové práce bylo stanovit antioxidační kapacitu, obsah celkových polyfenolů a minerálních látek u naklíčených semen vybraných druhů obilovin a zelenin.

Konkrétní cíle mé diplomové práce byly stanoveny takto:

- popsat obecně význam rostlinných surovin a hlavně se zaměřit na naklíčená semena,
- charakterizovat semena obilovin a vybraných zelenin,
- zpracovat poznatky o antioxidační aktivitě a minerálních prvcích ve výživě člověka,
- provést naklíčení a odběr klíčků v časových intervalech u vybraných obilovin a zeleniny,
- stanovit vybrané chemické parametry klíčků,
- výsledky přehledně zpracovat a diskutovat s literaturou.

6 MATERIÁL A METODIKA

6.1 ROSTLINNÝ MATERIÁL

K laboratorním analýzám bylo vybráno sedm různých vzorků semen, tři obiloviny a čtyři vzorky zeleniny. Zvolené zrniny byly pořízeny v prodejně zdravé výživy Obilný klíček (Brno). Ke stanovení daných parametrů bylo zapotřebí naklíčených semen.

6.1.1 Použité vzorky

K naklíčování a následnému laboratornímu stanovení byly použity tyto vzorky semen:

- **z obilovin** - pšenice ozimá (*Triticum aestivum*), žito ozimé (*Secale aestivum*), pohanka jedlá (*Fagopyrum esculenta*),
- **ze zeleniny** - dýňě obecná (*Cucurbita pepo*), řeřicha setá (*Lepidium sativum*), vojtěška setá (*Medicago sativa*), ředkvička setá (*Raphanus sativus L.*).

Podle druhu semen byly po naklíčení odebrány vzorky klíčků či výhonků ve čtyřech vybraných časových intervalech.



Obrázek 12: Vzorky semen obilovin a zeleniny

6.1.2 Skladování klíčků a doba použití

Po naklíčení jednotlivých druhů zrnin byly klíčky uchovány v igelitových sáčkách, řádně označeny a uskladněny v chladničce při 4°C po dobu maximálně 48 hodin a poté byly co

nejdříve použity k laboratorním analýzám. Všechny postupy nakličování, odběry a uskladnění vzorků byly praktikovány v mém domácím prostředí v letním období.

6.2 POMŮCKY A POSTUPY PŘI NAKLIČOVÁNÍ SEMEN

6.2.1 Nakličovací miska a její popis

Ke klíčení vzorků byla použita klíčící souprava pro racionální výživu od výrobce Vega Provita s.r.o., která byla zekoupena v témže obchodě jako použité vzorky a to v prodejně Obilný klíček (Brno). Nakličovací miska se sestavovala z následujících částí:

- **víko** - zaručuje stabilní vlhké klima, zabraňuje přístupu prachu a vlivu okolního prostředí,
- **miska horní (3ks)** - slouží ke klíčení semen a umožňuje klíčení až 3 různých druhů semen současně,
- **odpadový sifon (3ks)** - zajišťuje stupňovitý průtok vody z jedné misky do druhé a současně udržuje příznivou vlhkost,
- **vzdušné větrací otvory** - zářezy na víko na miskách, které zajišťují odvod vznikajících plynů,
- **záchytná miska** - zachycuje protékající vodu z jednotlivých misek.

Výhodou této klíčící soupravy byla možnost nakličování 3 druhů semen najednou.



Obrázek 13: Klíčící souprava používaná ke klíčení vzorků

6.2.2 Postup nakličování v klíčící soupravě

Podle návodu na klíčící soupravě je možné nakličovat v následujících krocích. Nejprve se semena řádně proplachují ve vodě a poté se nechají bobtnat několik hodin. Po nabobtnání se voda ze semen slije a znovu se semena dostatečně propláchnou vodou. Vypláchnutá semena se nasypou v přiměřeném množství do nakličovacích misek a uskladňují na teplém a světlém místě 19°-21°C. Dvakrát denně se semena důkladně promývají vodou, přičemž voda se nalije do horní misky, tak aby horní část odpadového sifonu byla pod hladinou vody a tato voda protekla do odpadové misky, která se nakonec vylije [42]. Klíčení zvolených vzorků semen obilovin a zeleniny bylo provedeno podle modifikovaného postupu uvedeného v literatuře dle Balíka a Kopce (2008).

6.2.2.1 Pšenice a žito

Vzorky semen pšenice a žita byly nakličovány v klíčidle zároveň za stejných podmínek. Nejprve byla semena pšenice a žita, každé zvlášť řádně propláchnuta vodou a ponechána namočené 8 hodin ve vodě, aby nabobtnala. Poté se vzorky znovu propláchly a nasypaly do klíčících misek, každý vzorek semen zvlášť. Nakličovací miska byla uzavřena víkem a uložena při pokojové teplotě na světlém místě. Vzorky byly každý den nejméně dvakrát proplachovány čistou vodou [43]. Během nakličování byly odebírány vzorky klíčků pšenice a žita v časových intervalech 2., 3., 4., a 5. den klíčení.

6.2.2.2 Pohanka

Pro účel nakličování byly zvoleny semena pohanky loupané. Nejprve se semena nechala 8 hodin přes noc nabobtnat a následně se z nich slila všechna voda. Poté byla semena ještě jednou propláchnuta vodou a převedena do nakličovací misky. Miska se semeny byla spolu s dalšími vzorky postavena na prosvětlené místo a uchovávána při pokojové teplotě. Každý den se vzorky pohanky alespoň třikrát promývaly čistou vodou. Kvůli snadnému plesnivění pohankových semen bylo nutné tyto vzorky promývat vodou častěji než ostatní druhy semen. K odběrům došlo 4., 6., 8. a 10. den nakličování.

6.2.2.3 Dýně, ředkvička a vojtěška

Semena dýně, ředkvičky a vojtěšky byla jednotlivě propláchnuta a namočena ve vodě po dobu 8 hodin. Poté znovu propláchnuta a vsypána do nakličovacích misek, každý druh zvlášť. Každý den se vzorky nejméně dvakrát promývaly vlažnou vodou. Klíčky dýně, ředkvičky a vojtěšky byly odebrány 3., 4., 5. a 6. den klíčení.

6.2.2.4 Řeřicha

Postup klíčení semen byl proveden dle návodu na zakoupené řeřiše a od postupu klíčení řeřichy uvedené v literatuře se liší. Semena se nechala přes noc 8 hodin namáčet a pak se převedla do nakličovací misky se zvlhčenou buničitou vatou a vložila se do tmy na dva dny. Po dvou dnech se semena uložila na světlém místě při pokojové teplotě. Pro udržení vlhkosti se vzorky jemně kropily vodou, nejméně dvakrát denně. Vzorky klíčků byly odebrány 3., 4., 5. a 6. den nakličování.

6.3 CHEMICKÉ ANALÝZY

6.3.1 Příprava extraktu pro stanovení antioxidační kapacity a obsahu celkových polyfenolů

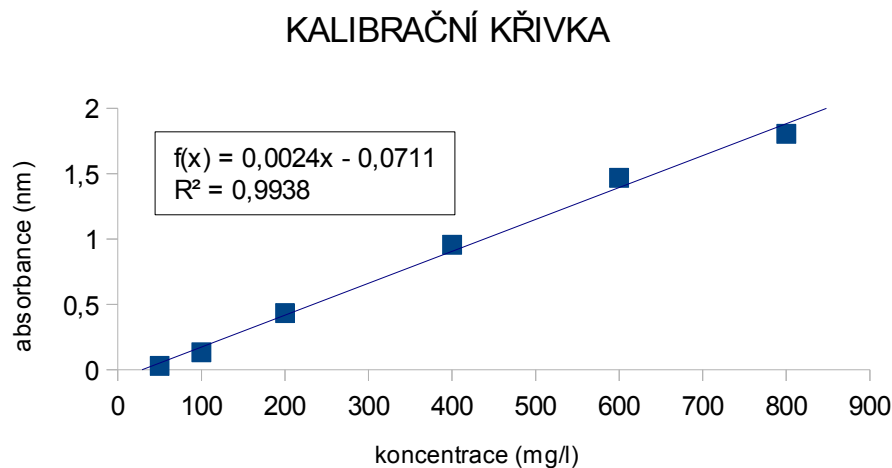
Naklíčená semena byla převedena do třecí misky a co nejjemněji rozetřena tloučkem. Poté bylo z rozmělněné hmoty odváženo 1,5 až 2g vzorku (podle celkového množství vzorku) do Erlenmayerovy baňky. K navážce rozetřených klíčků bylo přidáno 15 ml metanolu u navážky vzorku 1,5g a 20 ml u navážky 2g. Směs vzorku s metanolem se nechala 24 hodin extrahovat ve vodní lázni při 25°C a nakonec se vyextrahovaný vzorek nechal zfiltrovat. Získaný filtrát byl použit ke stanovení antioxidační kapacity a obsahu celkových polyfenolů [44].

6.3.2 Stanovení celkových polyfenolů Follinovou metodou

6.3.2.1 Kalibrace

Na přípravu standardu ke stanovení celkových polyfenolů byla použita kyselina gallová. Nejprve byl připraven zásobní roztok kyseliny gallové o koncentraci 4000 mg/l a z tohoto roztoku byly naředěny jednotlivé koncentrace pro sestavení kalibrační křivky. Připraveny byly následující koncentrace standardu: 800 mg/l, 600 mg/l, 400 mg/l, 200 mg/l, 100 mg/l a 50 mg/l. Příprava jednotlivých koncentrací standardu pro měření byla stejná jako byl postup přípravy vzorku, s tím rozdílem, že vzorek byl nahrazen jednotlivými koncentracemi standardu. Připravené koncentrace standardů se změřily proti slepému vzorku na spektrofotometru Libra S6 (Biochrom Ltd., Cambridge, UK) při 765 nm a poté byla sestrojena kalibrační křivka s rovnicí regrese.

Graf 1: Závislost absorbance (nm) na koncentraci kys. gallové (mg/l)



6.3.2.2 Příprava a stanovení vzorku

Do 10 ml odměrných baněk bylo napipetováno automatickou pipetou 0,1ml extraktu vzorku. K extraktu bylo přidáno 0,5 ml Folin-Ciocalteuova činidla a 1,5 ml 20% Na_2CO_3 . Nakonec se baňka doplnila po rysku destilovanou vodou a baňky se promíchaly. Vzorky se nechaly asi 30 minut stát a poté se změřily proti slepému vzorku na spektrofotometru Libra S6 (Biochrom Ltd., Cambridge, Velká Británie) při 765 nm. Slepým vzorkem bylo vše použité k přípravě vzorku k měření, avšak bez extraktu vzorku. Každý vzorek byl změřen 3x a byla u nich stanovena směrodatná odchylka. Obsah polyfenolů byl vypočten podle rovnice lineární regrese z kalibrační křivky pro standard kyselinu gallovou a přepočten na GAE/kg (Gallic Acid Equivalent) ekvivalentní množství kyseliny gallové na 1 kg vzorku [44]. Tabulky a grafy byly zpracovány v počítačovém programu Open Office org. 3.3.

6.3.3 Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH

6.3.3.1 Příprava roztoků

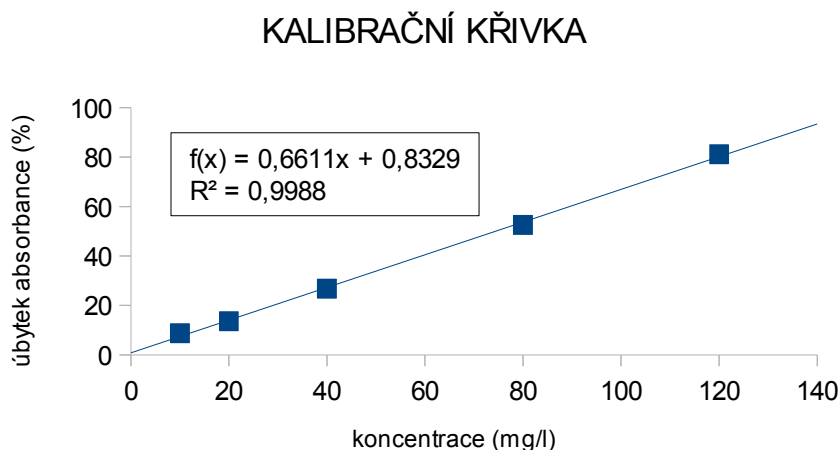
Pro stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH (2,2 - difenyl-1-pikrylhydrazyl) byly připraveny následující roztoky:

- **zásobní roztok DPPH** - navážilo se 0,024g DPPH s přesností na 0,001g na analytických vahách, převedlo kvantitativně do 100ml odměrné baňky, řádně promíchalo a doplnilo metanolem po rysku,
- **pracovní roztok DPPH** – z připraveného zásobního roztoku DPPH bylo válcem odebráno 60 ml do 500 ml Erlenmayerovy baňky, k tomu bylo válcem přidáno 270 ml metanolu a dostatečně promícháno [45].

6.3.3.2 Kalibrace

Ke stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH byla použita jako standard kyselina askorbová, která byla naředěna na požadované koncentrace. Pro kalibraci a sestavení kalibrační křivky byly použity následující koncentrace kyseliny askorbové: 10 mg/l, 20 mg/l, 40 mg/l, 80 mg/l a 120 mg/l. Příprava jednotlivých koncentrací standardu pro měření byla stejná jako byl postup přípravy vzorku, s tím rozdílem, že vzorek byl nahrazen jednotlivými koncentracemi standardu. Poté byly změřeny absorbance u jednotlivých koncentrací kyseliny askorbové na spektrofotometru Libra S6 (Biochrom Ltd., Cambridge, Velká Británie) při 515 nm. Následně byla sestrojena kalibrační křivka v závislosti úbytku absorbance (%) na koncentraci kyseliny askorbové (mg/l). Pomocí kalibrační křivky byla získána regresní rovnice [46].

Graf 1: Závislost úbytku absorbance (%) na koncentraci kyseliny askorbové (mg/l)



6.3.3.3 Příprava a stanovení vzorku

Do kádinky bylo automatickou pipetou odpipetováno 450 μm extraktu vzorku a k tomu bylo přidáno skleněnou pipetou 8,55ml připraveného pracovního roztoku DPPH. Poté se ihned vzorek vložil do tmy. Po hodině se kádinka se vzorkem vytáhla a vzorek se přelil do kyvety. Následně se tato kyveta se vzorkem nechala změřit ve spektrofotometru LIBRA S6 (Biochrom Ltd., Cambridge, Velká Británie) při vlnové délce 515 nm proti slepému vzorku, kterým byl metanol. Ještě před měřením vzorku byl změřen pracovní roztok DPPH proti slepému vzorku. Každý vzorek i pracovní roztok DPPH byl proměřen 3x a u vzorků byla vypočtena směrodatná odchylka. Antioxidační kapacita byla přepočítána dle vzorce:

$$\text{Úbytek absorbance (\%)} = (A_0 - A_1 / A_0) \cdot 100,$$

kde A_0 byla naměřená absorbance pracovního roztoku a A_1 získaná absorbance směsi pracovního roztoku s filtrátem z naklíčených semen. Úbytek absorbance byl pomocí regresní rovnice z kalibrační křivky přepočten na AAE/kg (Ascorbic Acid Equivalent) ekvivalentní množství kyseliny askorbové na 1 kg vzorku [47]. Tabulky a grafy byly zpracovány v počítačovém programu Open Office org. 3.3.

6.3.4 Stanovení minerálních látek

6.3.4.1 Stanovení sušiny

Do předem vysušených a zvážených hliníkových misek bylo naváženo přibližně 5 g vzorku naklíčených semen s přesností na 0,0001 g. Misky se vzorky byly vloženy do sušárny předem vyhřáté na teplotu 103 ± 2 °C a od doby, kdy vnitřní prostor sušárny dosáhl výše uvedené teploty, byly sušeny do konstantního úbytku hmotnosti. Poté byly misky se vzorky vloženy do exsikátoru. Po zchladnutí v exsikátoru byly misky i se vzorky zváženy s přesností na 0,001 g. Sušina (x) byla vypočtena dle vztahu :

$$x = (m_2 / m_1) \cdot 100,$$

kde m_1 je hmotnost navážky před sušením (g) a m_2 je hmotnost vysušeného vzorku (g). Výsledky sušiny byly uvedeny v g/100g neboli v % [48].

6.3.4.2 Postup stanovení

V naklíčených semenech vybraných obilovin a zelenin byly z minerálních látek analyzovány vápník, hořčík, sodík a draslík. Minerální látky byly stanovovány mineralizací rostlinné hmoty. Ke stanovení byl brán 1g vysušeného vzorku, který byl rozložen ve směsi koncentrované kyseliny sírové a peroxidu vodíku. Následně byl vzorek převeden do 250 ml odměrné baňky a doplněn po rysku destilovanou vodou. Mineralizát byl proměřen pomocí atomové absorpční spektrometrie na přístroji Philips PU 9200X (Philips Eindhoven Holandsko). Výsledné množství jednotlivých minerálních látek ve vzorku bylo uvedeno v procentech 100 % sušiny [49]. Tabulky a grafy byly zpracovány v počítačovém programu Open Office org. 3.3.

7 VÝSLEDKY

7.1 NAMĚŘENÉ HODNOTY CELKOVÝCH POLYFENOLŮ

Celkové polyfenoly byly analyzovány u sedmi druhů naklíčených semenech. K chemickým rozborům byla vybrána naklíčená semena obilovin a zeleniny. Z obilovin se analyzovala pšenice, žito a pohanka a ze zeleniny byla analyzována dýně, ředkvička, řeřicha a vojtěška. U jednotlivých druhů naklíčených semen byly zvoleny čtyři časové intervaly, ve kterých byly provedeny odběry vzorků klíčků. Jednotlivé vzorky byly uschovány v chladničce při chladírenské teplotě po dobu maximálně 48 hodin a poté byly co nejdříve laboratorně zpracovány. Obsah celkových polyfenolů ve vzorcích byl stanoven Follinovou metodou, přičemž byla provedena kalibrace a jako standard byla použita kyselina gallová. Výsledky analyzovaných vzorků byly dosazeny a vypočteny do regresní rovnice kalibrační křivky a vyjádřeny v mg GAE/kg čerstvé hmoty.

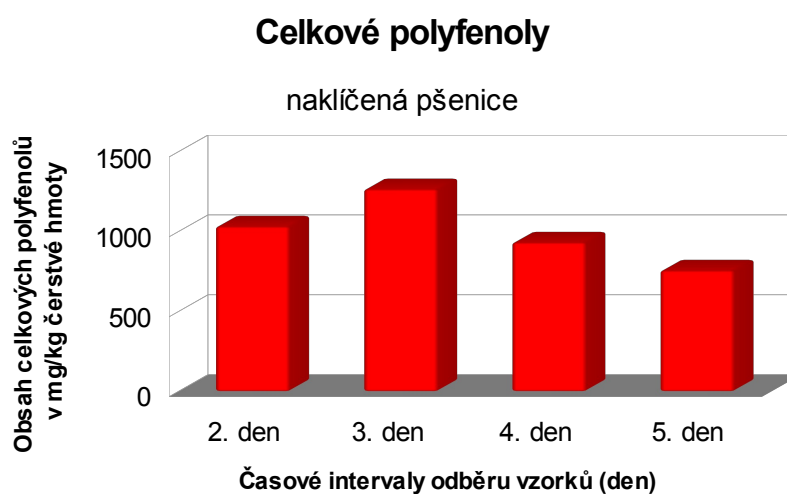
7.1.1 Pšenice

Vzorky semen pšenice se nechaly naklíčovat po dobu pěti dní, přičemž během klíčení byly ve vybraných termínech odebrány vzorky klíčků, a to ve 2., 3., 4. a 5. dnu naklíčování. Na počátku naklíčování, u prvního odběru vzorku, byl v naklíčené pšenici zjištěn obsah celkových polyfenolů v množství 1029,6 mg/kg čerstvé hmoty. Ke zvýšení obsahu celkových polyfenolů došlo v následujícím dnu, kde se hodnota GAE zvýšila na 1262,9 mg/kg. U dalších odběrů vzorku byl prokázán postupný úbytek obsahu celkových polyfenolů. Ve 4. dnu klíčení pšenice se obsah GAE snížil na 929,6 mg/kg a v posledním odběru klíčků pšenice se obsah GAE opět snížil na celkové množství 754,6 mg/kg čerstvé hmoty. Podle dosažených výsledků je zřejmé, že nejvyšší obsah celkových polyfenolů byl prokázán u naklíčené pšenice ve 3. dnu a nejnižší obsah byl zjištěn v 5. dnu naklíčování. Výsledky chemické analýzy vzorku naklíčené pšenice jsou popsány v tabulce 1 a grafu 3.

Tab. 1 : Obsah celkových polyfenolů v naklíčené pšenici

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
2	1029,6	± 9,81
3	1262,9	± 5,69
4	929,6	± 5,3
5	754,6	± 4,6

Graf 3: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty u naklíčené pšenice



7.1.2 Žito

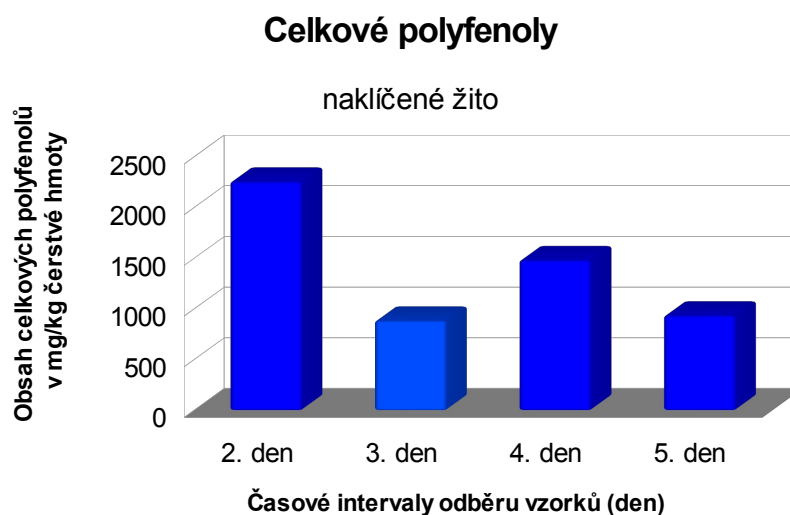
Žito bylo naklíčováno pět dní a oběry klíčků byly provedeny 2., 3., 4. a 5. den klíčení. U klíčícího žita byl zjištěn nejvyšší obsah celkových polyfenolů v prvním odběru klíčků s celkovým množstvím 2254,6 mg/kg čerstvé hmoty. Výrazný pokles obsahu GAE byl prokázán ve druhém odběru vzorku, kde se obsah celkových polyfenolů snížil až na 883,8 mg/kg čerstvé hmoty a tím vykazoval nejnižší obsah celkových polyfenolů. Naopak v dalším dnu naklíčování byl ve vzorku klíčícího žita zjištěn opět zvýšený obsah celkových

polyfenolů, kde výsledné množství činilo 1479,6 mg GAE/kg čerstvé hmoty. Poslední odběr vzorku byl proveden 5. den klíčení žita, kde konečná hodnota obsahu celkových polyfenolů činila 933,5 mg/kg čerstvé hmoty. Popis výsledků chemické analýzy vzorků naklíčeného žita je číselně posouzen v tabulce 2 a graficky zobrazen v grafu 4.

Tab. 2 : Obsah celkových polyfenolů v naklíčeném žitě

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
2	2254,6	± 11,96
3	883,8	± 6,25
4	1479,6	± 9,45
5	933,8	± 7,51

Graf 4: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty u naklíčeného žita



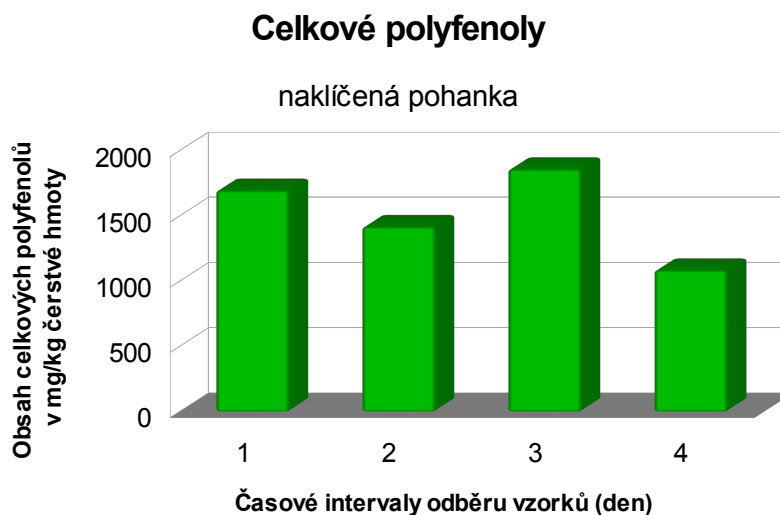
7.1.3 Pohanka

Semena pohanky se nechala klíčit po dobu 10 dnů a pro stanovení celkových polyfenolů byly vybrány klíčky odebrané ve 4., 6., 8. a 10. dnu nakličování. Ve 4. dnu klíčení pohanky byl obsah celkových polyfenolů v množství 1692 mg/kg čerstvé hmoty. Druhý odběr vzorku klíčící pohanky vykazoval snížený obsah GAE a to 1412,9 mg/kg čerstvé hmoty. Během dalších dvou dnů klíčení pohanky se obsah celkových polyfenolů zvýšil na nejvyšší stanovené množství v klíčící pohance s celkovým obsahem 1854,6 mg GAE/kg čerstvé hmoty. V posledním odběru, v 10. dnu nakličování se obsah celkových polyfenolů výrazně snížil na nejnižší stanovené množství s celkovým obsahem 1079,6 mg/kg čerstvé hmoty. Stanovené výsledky celkových polyfenolů jsou prezentovány v tabulce 3 a grafu 5.

Tab. 3: Obsah celkových polyfenolů v nakličované pohance

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
4	1692,0	± 3,43
6	1412,9	± 3,39
8	1854,6	± 6,25
10	1079,6	± 1,98

Graf 5: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty v klíčící pohance



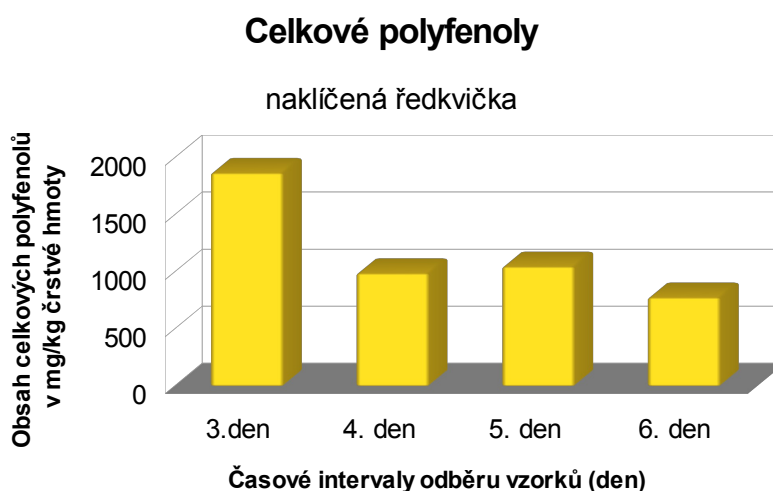
7.1.5 Ředkvička

Semínka ředkvičky byly naklíčovány celkem šest dní. Vzorky klíčků byly odebrány ve zvolených časových intervalech a to konkrétně ve 3., 4., 5. a 6. dnu klíčení. Nejvyšší obsah celkových polyfenolů byl prokázán v prvním odběru naklíčené ředkvičky, kde byl zjištěn obsah GAE v množství 1867,1 mg/kg čerstvé hmoty. U dalšího dne naklíčování, ve druhém odběru klíčků, se obsah celkových polyfenolů snížil téměř na poloviční množství, konkrétně na obsah 987,9 mg GAE/kg čerstvé hmoty. Ve vzorku naklíčené ředkvičky, odebrané v pátém dnu klíčení, došlo k mírnému vzrůstu obsahu celkových polyfenolů a to přesně o 58,4 mg/kg, kde bylo stanoveno celkové množství 1046,3 mg GAE/kg čerstvé hmoty. Nejnižší obsah celkových polyfenolů byl zjištěn ve vzorku naklíčené ředkvičky v 6. dnu klíčení, přičemž výsledný obsah GAE činil 775,4 mg/kg čerstvé hmoty. Výsledky chemické analýzy klíčící ředkvičky jsou shrnuty v tabulce 4 a grafu 6.

Tab. 4: Obsah celkových polyfenolů v naklíčené ředkvičce

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
3	1867,1	± 8,07
4	987,9	± 10,89
5	1046,3	± 4,20
6	775,4	± 4,55

Graf 6: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty v klíčící ředkvičce



7.1.5 Dýně

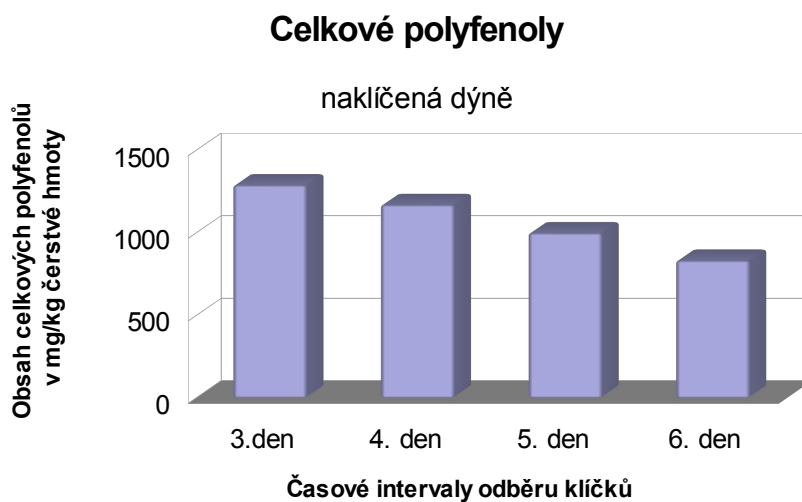
Semínka dýně se nechala naklíčovat šest dní a pro odběr vzorků klíčků byly zvoleny následující dny, a to 3., 4., 5. a 6. den klíčení. V prvním vzorku naklíčené dýně, který byl odebrán ve 3. dnu klíčení, bylo zjištěno množství celkových polyfenolů 1286,4 mg/kg čerstvé hmoty a tento výsledek se tak stal nejvyšším zjištěným množstvím celkových polyfenolů u stanovovaných vzorků klíčící dýně. U následujícího odběru se obsah GAE snížil na 1167,1 mg/kg čerstvé hmoty. V dalších dnech klíčení se obsah celkových polyfenolů postupně dále snižoval. Přičemž v 5. dnu naklíčování byl u vzorku klíčků dýně

prokázán obsah 996,3 mg GAE/kg čerstvé hmoty a v posledním dnu klíčení byl obsah celkových polyfenolů 829,6 mg/kg. Výsledné hodnoty obsahu celkových polyfenolů v naklíčené dýni jsou shrnuty v tabulce 5 a grafu 7.

Tab. 5: Obsah celkových polyfenolů v naklíčené dýni

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
3	1286,4	± 3,39
4	1167,1	± 3,75
5	996,3	± 6,83
6	829,6	± 4,15

Graf 7: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty v klíčící dýni



7.1.6 Řeřicha

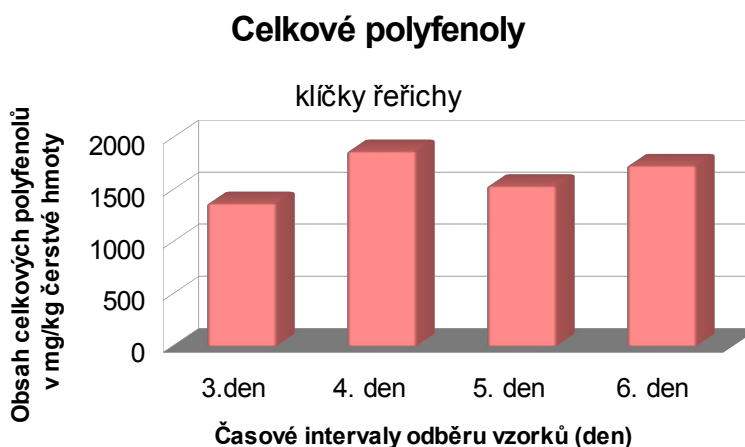
Řeřicha byla nakličována po dobu šesti dnů a vzorky klíčků byly odebrány ve 3., 4., 5. a 6. dnu klíčení. Nejnižší obsah celkových polyfenolů ze všech stanovovaných vzorků řeřichy

byl prokázán u klíčků získaných v prvním odběru klíčení, kde množství GAE bylo 1371,3 mg/kg čerstvé hmoty. Ve 4. dnu klíčení řeřichy byl zjištěn nejvyšší obsah celkových polyfenolů v množství 1871,3 mg/kg čerstvé hmoty. Další vzorek, který byl odebrán v 5. dnu nakličování, obsahoval nižší množství celkových polyfenolů a to 1537,9 mg GAE/kg čerstvé hmoty. U posledního odběru vzorku řeřichy byl prokázán o něco vyšší množství celkových polyfenolů než v předchozím odběru, a to konkrétně 1733,8 mg GAE/kg čerstvé hmoty. Výsledky chemické analýzy, které byly provedeny v klíčící řeřiše jsou popsány v tabulce 6 a grafu 8.

Tab. 6: Obsah celkových polyfenolů u klíčící řeřichy

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
3	1371,3	± 5,85
4	1871,3	± 5,20
5	1537,9	± 8,35
6	1733,8	± 9,15

Graf 8: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty v klíčící řeřiše



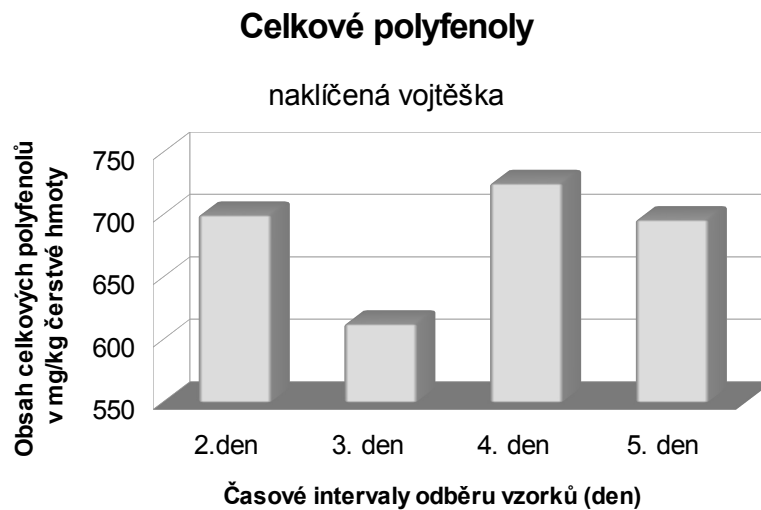
7.1.7 Vojtěška

Semena vojtěšky byla nakličována pět dní a k odběru vzorků došlo ve 2., 3., 4. a 5. dnu klíčení. Obsah celkových polyfenolů se v průběhu klíčení pohyboval v rozmezí 612,9 až 725,4 mg/kg čerstvé hmoty. Ve 2. dnu klíčení byl zjištěn obsah GAE v množství 700 mg/kg čerstvé hmoty. Další den nakličování vzorek vojtěšky obsahoval nižší množství celkových polyfenolů o 87,1 mg/kg, takže výsledné množství činilo 612,9 mg GAE/kg. U vzorku získaného ze třetího odběru bylo naopak prokázáno zvýšené množství celkových polyfenolů s obsahem 725,4 mg/kg čerstvé hmoty a tento vzorek tak vykazoval nejvyšší obsah GAE ze všech stanovovaných vzorků. V posledním odběru byl zjištěn mírný pokles celkových polyfenolů, kde konečné množství bylo 696,3 mg/kg čerstvé hmoty. Výsledky stanovení celkových polyfenolů v klíčící vojtěšce jsou číselně vyjádřeny v tabulce 7 a graficky zobrazeny v grafu 9.

Tab. 7: Obsah celkových polyfenolů u nakličené vojtěšky

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
2	700,0	± 5,85
3	612,9	± 5,20
4	725,4	± 8,35
5	696,3	± 9,15

Graf 9: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty v naklíčené vojtěšce



7.2 NAMĚŘENÉ HODNOTY ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY

Antioxidační kapacita byla stanovena u sedmi druhů naklíčených semenech. K chemickým rozborům byla vybrána naklíčená semena obilovin a zeleniny. Z obilovin se analyzovala pšenice, žito a pohanka a ze zeleniny byla analyzována dýně, ředkvička, řeřicha a vojtěška. U jednotlivých druhů naklíčených semen byly zvoleny čtyři časové intervaly, ve kterých byly provedeny odběry vzorků klíčků. Jednotlivé vzorky byly uschovány v chladničce při chladírenské teplotě po dobu maximálně 48 hodin a poté byly co nejdříve laboratorně zpracovány. Antioxidační kapacita ve vzorcích byla stanovena spektrofotometrickou metodou s činidlem DPPH a zároveň byla provedena kalibrace, kde byla použita jako standard kyselina askorbová. Výsledky analyzovaných vzorků byly vypočteny z regresní rovnice kalibrační křivky a vyjádřeny v mg AAE/kg čerstvé hmoty.

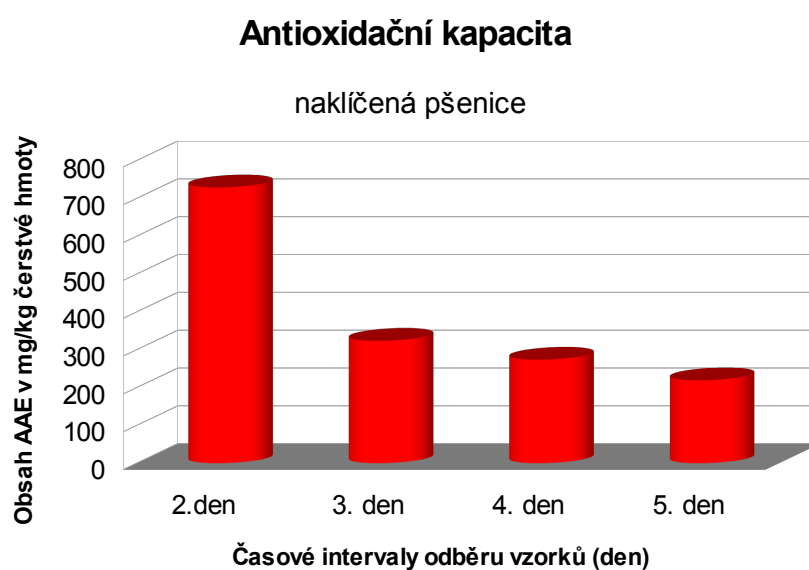
7.2.1 Pšenice

Semena pšenice ozimé byla nakličována celkem pět dní. Odběry vzorků naklíčených semen byly provedeny 2., 3., 4. a 5. den klíčení. Podle zjištěných výsledků je zřejmé, že nejvyšší obsah antioxidační kapacity bylo prokázáno u naklíčené pšenice v prvním odběru s celkovým obsahem 728,6 mg AAE/kg čerstvé hmoty a to ve druhém dnu klíčení. V druhém odběru byl zjištěn úbytek antioxidační kapacity o více jak polovinu, s celkovým množstvím 323,2 mg AAE/kg čerstvé hmoty. Ve třetím odběru, čtvrtém dnu nakličování, bylo zjištěno opět snížení antioxidační kapacity. Nejnižší obsah AAE byl prokázán v posledním odběru, v pátém dnu klíčení pšenice, kde bylo obsaženo 218,8 mg AAE/kg čerstvé hmoty. Z výsledků vyplívá, že obsah antioxidační kapacity se během klíčení pšenice postupně snižoval. Výsledky chemických analýz jsou číselně vyjádřeny v tabulce 8 a graficky znázorněny v grafu 10.

Tab. 8: Obsah antioxidační kapacity v naklíčené pšenici

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
2	728,6	± 3,08
3	323,2	± 4,79
4	273,3	± 8,35
5	218,8	± 5,30

Graf 10: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků naklíčené pšenice



7.2.2 Žito

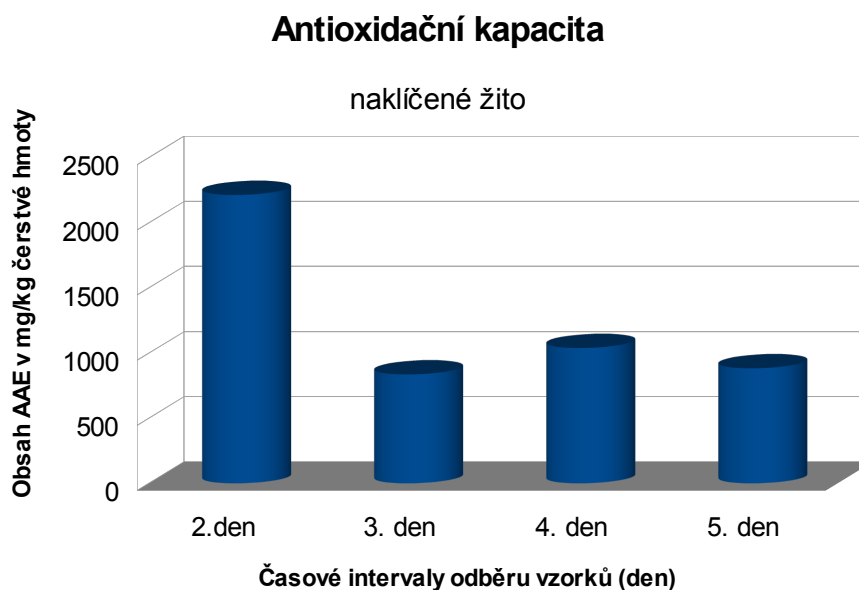
Žitná zrna byla naklíčována po dobu pěti dní, přičemž odběry vzorků byly provedeny 2., 3., 4. a 5. den klíčení. Nejvyšší obsah antioxidační kapacity byl zjištěn v prvním odběru, kdy množství AAE činilo 2213,4 mg/kg čerstvé hmoty klíčků. V druhém odběru, 3. dnu naklíčování, se obsah antioxidační kapacity prudce snížil, a to na 836 mg AAE/kg čerstvé hmoty. Během 4. dne klíčení došlo v klíčícím žitě k mírnému zvýšení AAE, konkrétně o

202,7 mg/kg čerstvé hmoty. V posledním odběru klíčků žita byl prokázán snížený obsah AAE, s celkovým množstvím 882,9 mg/kg čerstvé hmoty. Z výsledků vyplývá, že nejvyšší obsah antioxidační kapacity vykazovalo klíčící žito v 2. dnu klíčení a nejnižší obsah ve 3. dnu klíčení. Výsledky chemických analýz jsou vyjádřeny v tabulce 9 a grafu 11.

Tab. 9: Obsah antioxidační kapacity v naklíčeném žitě

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
2	2213,4	± 2,37
3	836,0	± 3,72
4	1038,7	± 5,88
5	882,9	± 5,05

Graf 11: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků naklíčeného žita



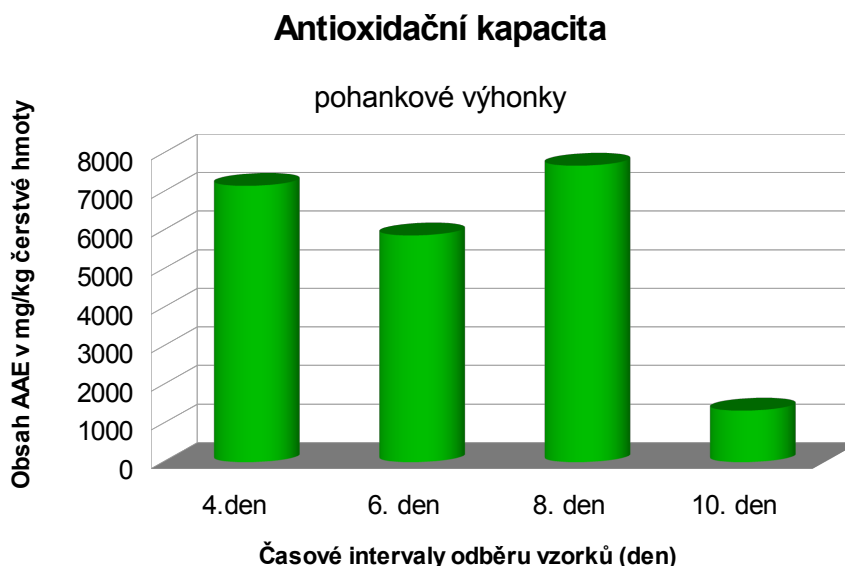
7.2.3 Pohanka

K odběru vzorků klíčící pohanky byl vybrán 4., 6., 8. a 10. den nakličování. Během klíčení obsah antioxidační kapacity značně kolísal. Ve 4. dnu, kdy byl proveden první odběr klíčků, byl zjištěn obsah AAE v množství 7160,1 mg/kg čerstvé hmoty vzorku. Ve druhém odběru se antioxidační kapacita pohankových výhonků snížila na celkový obsah 5874,4 mg AAE/kg čerstvé hmoty. V dalším odběru, 8. dnu klíčení pohanky, se antioxidační kapacita zvýšila na 7682 mg/kg čerstvé hmoty, přičemž toto množství bylo nejvyšší ze všech dosažených výsledků u klíčící pohanky. Nejnižší AAE bylo prokázáno v posledním odběru, kdy jeho hodnoty klesly až na 1333,6 mg/kg čerstvé hmoty. Výsledky stanovení antioxidační kapacity v pohankových výhoncích jsou popsány v tabulce 10 a grafu 12.

Tab. 10: Obsah antioxidační kapacity v pohankových výhoncích

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
4	7160,1	± 25,93
6	5874,4	± 26,38
8	7682,0	± 29,60
10	1333,6	± 5,65

Graf 12: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčící pohanky



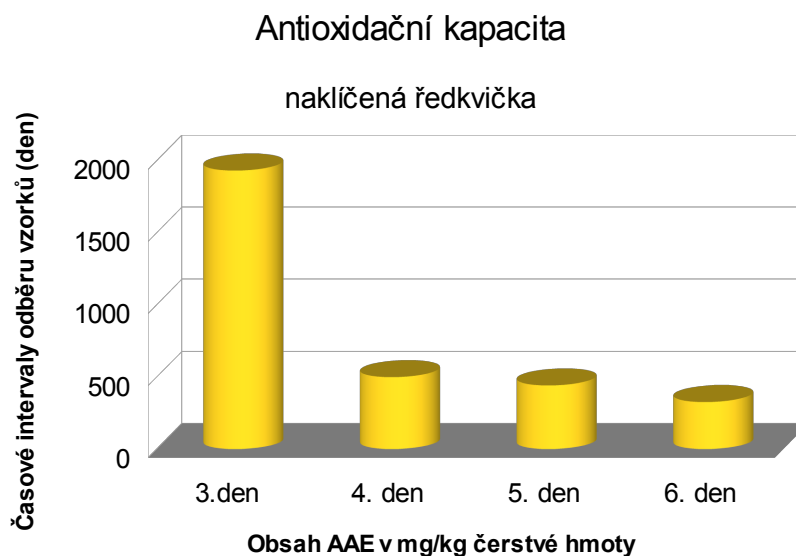
7.2.4 Ředkvička

Ředkvička se nechala naklíčovat celkem šest dní a odběry vzorků se uskutečnily 3., 4., 5. a 6. den klíčení. V prvním odběru klíčků byl zjištěn nejvyšší obsah antioxidační kapacity, a to v množství 1932,2 mg/kg čerstvé hmoty. Obsah antioxidační kapacity výrazně klesl v dalším dnu klíčení, kde bylo ve 4. dnu naklíčování prokázáno 498,7 mg AAE/kg čerstvé hmoty. U posledních dvou odběrů vzorků se antioxidační kapacita postupně snižovala. V 5. dnu naklíčování byl zjištěn obsah 441,2 mg AAE/kg čerstvé hmoty, což bylo o 58,5 mg AAE méně než v předešlém odběru. Nejnižší množství antioxidační kapacity vykazovaly výhonky ředkvičky v posledním dnu naklíčování, kde bylo obsaženo 326,2 mg AAE/kg čerstvé hmoty. Průměrné hodnoty antioxidační kapacity ve vzorcích naklíčené ředkvičky jsou shrnuty v tabulce 11 a graficky jsou popsány v grafu 13.

Tab. 11 : Obsah antioxidační kapacity v klíčící ředkvičce

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
3	1932,2	± 2,04
4	498,7	± 5,11
5	441,2	± 6,83
6	326,2	± 5,95

Graf 13: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčící ředkvičky



7.2.5 Dýně

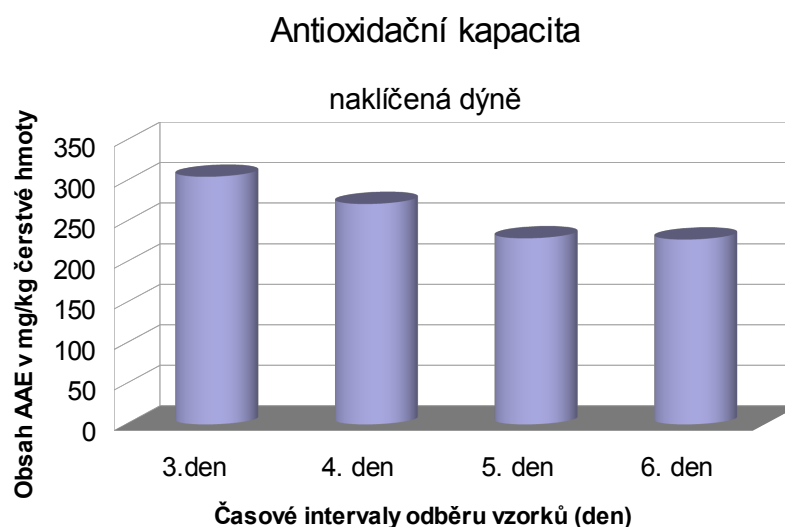
Semínka dýně byla nakličována po dobu šesti dní, přičemž odběry naklíčené dýně byly provedeny 3., 4., 5. a 6. den klíčení. Nejvyšší antioxidační kapacita byla zjištěna u prvního odběru naklíčené dýně, s celkovým obsahem 305,3 mg AAE/kg čerstvé hmoty. V dalším vzorku naklíčené dýně, který byl odebrán ve 4. dnu klíčení, byl prokázán nižší obsah AAE

než u odběru prvního, kde se antioxidační kapacita snížila na 271,8 mg/kg čerstvé hmoty. V dalších odběrech se obsah AAE opět mírně snižoval, avšak jen v zanedbatelném množství. V 5. dnu naklíčování byl obsah antioxidační kapacity 229,4 mg/kg a v posledním odběru vzorku se antioxidační kapacita snížila pouze o 1,5 mg/kg na konečné množství 227,9 mg/kg čerstvé hmoty. Výsledné hodnoty antioxidační kapacity pro naklíčenou dýni jsou popsány v tabulce 12 a grafu 14.

Tab. 12 : Obsah antioxidační kapacity v naklíčené dýni

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
3	305,3	± 3,03
4	271,8	± 4,34
5	229,4	± 1,87
6	227,9	± 2,45

Graf 14: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčící dýně



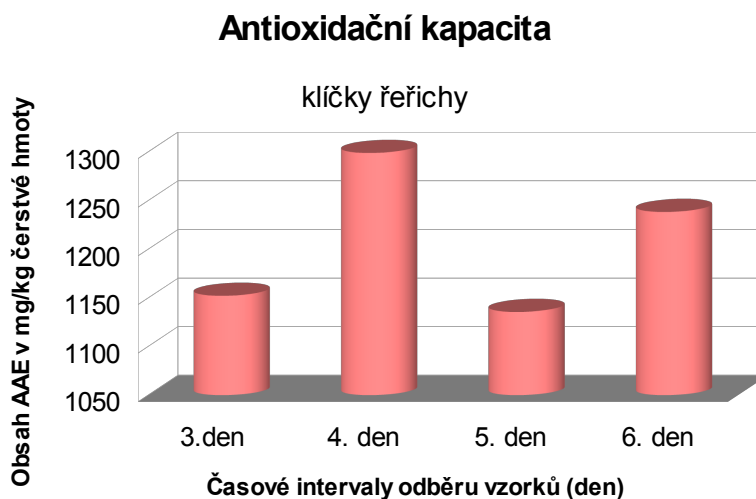
7.2.6 Řeřicha

Semena řeřichy se nechaly naklíčovat šest dní. Z těchto dnů byly vybrány termíny odběru vzorků pro stanovení antioxidační kapacity, a to konkrétně 3., 4., 5. a 6. den klíčení. Ve 3. dnu klíčení byl stanoven obsah 1152,1 mg AAE/kg čerstvé hmoty. V dalším odběru, ve 4. dnu naklíčování, byla prokázána nejvyšší antioxidační kapacita s celkovým množstvím 1298,9 mg/kg čerstvé hmoty. U třetího odběru vzorku klíčků řeřichy, byl zjištěn naopak pokles antioxidační kapacity, kde výsledná hodnota činila 1135,5 mg AAE/kg čerstvé hmoty, a tento výsledek tak byl nejnižší ze všech stanovených vzorků řeřichy. V posledním vzorku, který byl odebrán v 6. dnu naklíčování, bylo prokázáno zvýšené množství antioxidační kapacity s výsledným obsahem 1238,3 mg AAE/kg čerstvé hmoty. Z výsledků vyplývá, že obsah antioxidační kapacity v klíčící řeřiše měl mírně kolísavý charakter a pohyboval se v rozmezí zhruba 1100 až 1300 mg/kg čerstvé hmoty. Veškeré výsledky chemické analýzy u naklíčené řeřichy jsou popsány viz níže v tabulce 13 a graficky jsou vyobrazeny v grafu 15.

Tab. 13 : Obsah antioxidační kapacity v klíčící řeřiše

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
3	1152,1	± 3,55
4	1298,9	± 5,56
5	1135,5	± 5,07
6	1238,3	± 4,46

Graf 15: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčků řeřichy



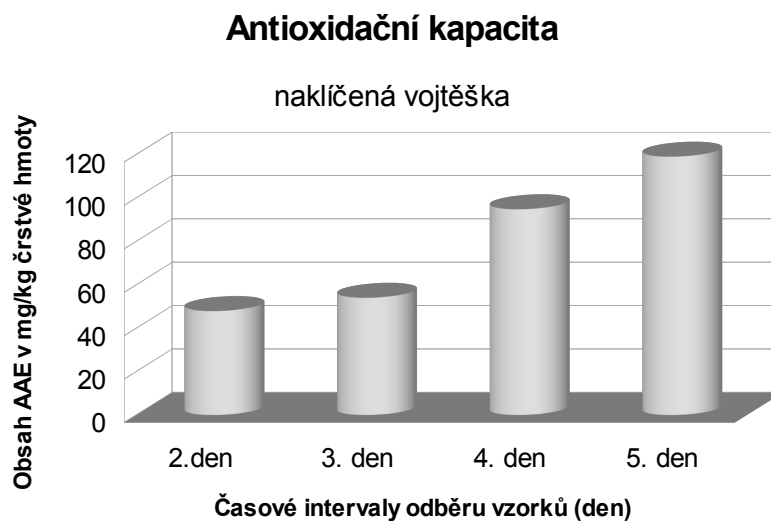
7.2.7 Vojtěška

Semena vojtěšky byla nakličována celkem pět dní a vzorky klíčků byly odebrány 2., 3., 4. a 5. den klíčení. Nejnižší množství AAE bylo prokázáno u naklíčené vojtěšky ve 2. dnu klíčení, kde klíčky obsahovaly 47,9 mg/kg čerstvé hmoty. O 6 mg/kg více bylo zjištěno v klíčcích v následujícím dnu, kde celkový obsah antioxidační kapacity činil 54 mg/kg čerstvé hmoty. Ve třetím odběru klíčků byl zjištěn opět zvýšený obsah antioxidační kapacity, kde výsledné množství bylo 94,8 mg AAE/kg čerstvé hmoty. Nejvyšší antioxidační kapacitu obsahovala naklíčená vojtěška v posledním odběru, kde byl konečný obsah AAE v množství 119 mg/kg čerstvé hmoty. Ze zjištěných výsledků je zřejmé, že obsah antioxidační kapacity se v průběhu klíčení postupně zvyšoval. Výsledné hodnoty zjištěné ze stanovení antioxidační kapacity u vzorků naklíčené vojtěšky jsou číselně vyjádřeny v tabulce 14 a graficky popsány v grafu 16.

Tab. 14 : Obsah antioxidační kapacity v naklíčené vojtěšce

Časové intervaly odběru vzorků (den)	Obsah GAE (mg/kg čerstvé hmoty)	Směrodatná odchylka
2	47,9	± 3,05
3	54,0	± 1,03
4	94,8	± 4,55
5	119,0	± 3,80

Graf 16: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků naklíčené vojtěšky



7.3 NAMĚŘENÉ HODNOTY VYBRANÝCH MINERÁLNÍCH LÁTEK

Pro stanovení minerálních látek v analyzovaných vzorcích byly vybrány následující prvky, a to vápník, sodík, draslík a hořčík. Tyto minerální látky byly zvoleny proto, že se nachází výhradně v klíčcích. K chemickým rozborům byla vybrána naklíčená semena obilovin a zeleniny. Z obilovin se analyzovala pšenice, žito a pohanka, ze zeleniny byla analyzována dýně, ředkvička, řeřicha a vojtěška. K minerálnímu stanovení byly použity vysušené vzorky, u nichž byla vypočtena sušina. U takto upravených vzorků byla provedena mineralizace a konečný vzorek byl proměřen pomocí atomové absorpční spektrometrie. Výsledné množství vybraných minerálních látek ve vzorku bylo vyjádřeno v procentech totální (100 %) sušiny. Kvůli nedostatku materiálu a finančním zdrojům byly ve vzorcích naklíčených semen zvoleny pouze dva časové intervaly, ve kterých byly provedeny odběry vzorků klíčků ke stanovení, přičemž vzorky byly změřeny pouze 2x, a proto nebyla vypočtena směrodatná odchylka.

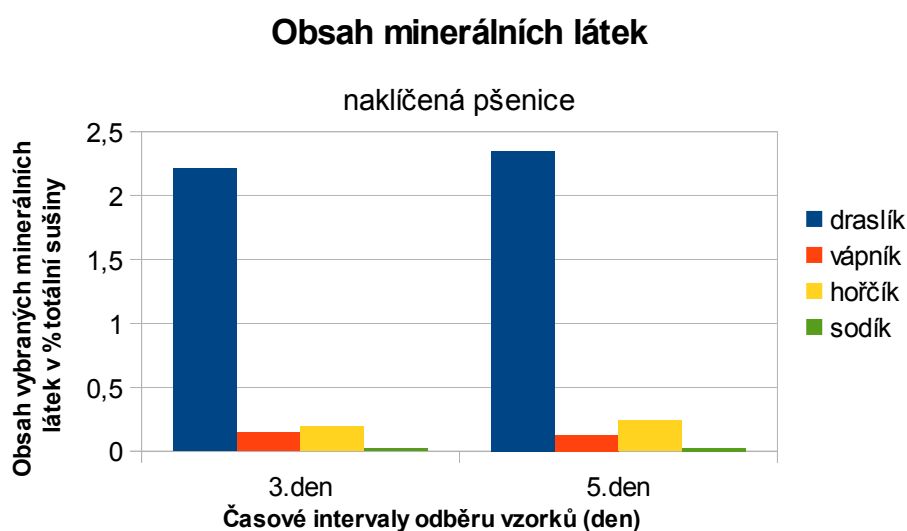
7.3.1 Pšenice

Pro stanovení minerálních látek byly vybrány dva vzorky klíčků, a to z druhého a posledního odběru. Každý vzorek byl pro stanovení minerálních látek vysušen a stanovila se u nich totální sušina. Totální sušina naklíčené pšenice byla ve 3. dnu nakličování 9,32 % a v 5. dnu klíčení se mírně zvýšila na 10,53 %. Poté byly ve vysušených vzorcích analyzovány jednotlivé minerální prvky a to konkrétně draslík, vápník, hořčík a sodík. Obsah draslíku v klíčcích pšenice byl ve 3. dnu klíčení 2,21 % totální sušiny a o 0,14 % vyšší množství bylo zjištěno v 5. dnu nakličování. Dalšími stanovovanými prvky byl vápník a hořčík, přičemž jejich obsah se pohyboval v nižších hodnotách než bylo zjištěno u draslíku. Ve 3. dnu klíčení byl obsah vápníku 0,15 % a hořčíku 0,2 % totální sušiny. V druhém odběru se množství vápníku snížilo na 0,13 % a množství hořčíku naopak zvýšilo na 0,24 % totální sušiny. Posledním prvkem, který byl prokázán v klíčící pšenici byl sodík a jeho obsah byl nejnižší ze všech stanovovaných prvků. V prvním odběru bylo v naklíčené pšenici 0,02 % sodíku a v druhém odběru 0,03 % v totální sušině. Výsledky minerálních látek, které byly analyzovány v klíčící pšenici jsou shrnuty v tabulce 15 a graficky popsány v grafu 17.

Tab. 15: Obsah vybraných minerálních látek v klíčcích pšenice

Časové intervaly odběru vzorků (den)	100 % sušina (%)	Draslík (% totální sušiny)	Vápník (% totální sušiny)	Hořčík (% totální sušiny)	Sodík (% totální sušiny)
3	9,32	2,21	0,15	0,2	0,02
5	10,53	2,35	0,13	0,24	0,03

Graf 17: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v klíčící pšenici



7.3.2 Žito

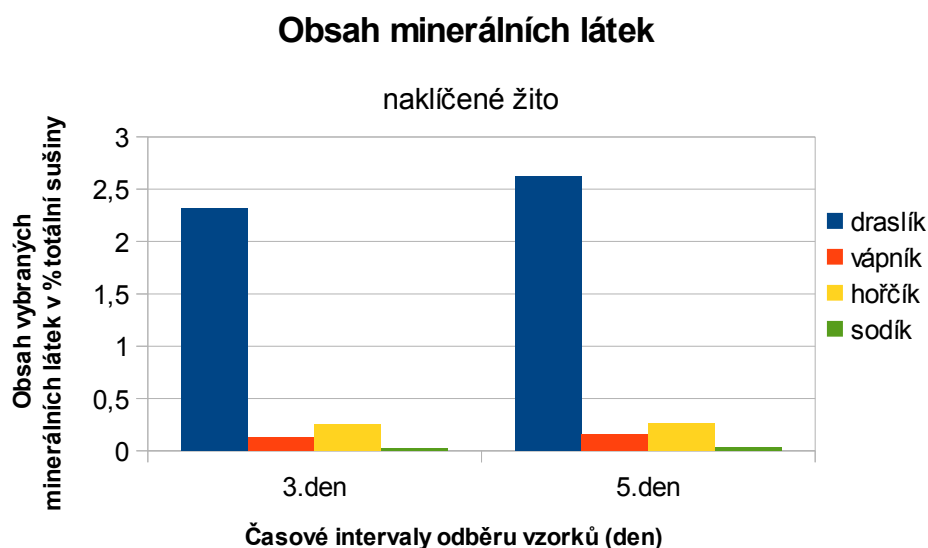
Semena žita byla naklíčována po dobu pěti dnů a odběry vzorků byly provedeny ve 3. a 5. dnu klíčení. Nejprve byla ve vzorcích stanovena 100 % sušina, která v prvním odebraném vzorku činila 10,75 % a v druhém odběru vzorku se zvýšila na 12,16 %. Poté byly stanovovány jednotlivé minerální látky jako draslík, vápník, hořčík a sodík. Draslík byl ze všech stanovovaných prvků obsažen v naklíčeném žitě v nejvyšším množství, kde ve 3. dnu klíčení jeho obsah činil 2,32 % a v 5. dnu klíčení 2,63 % totální sušiny. Další minerální prvek, který byl rozborován byl vápník. V prvním odběru klíčků žita bylo množství vápníku 0,12 % a ve druhém odběru se obsah vápníku mírně zvýšil na 0,16% totální sušiny. Minerální prvek hořčík byl ve 3. i 5. dnu klíčení obsažen ve stejném

množství 0,26 % totální sušiny. Také poslední analyzovaný minerální prvek sodík byl v obou odběrech prokázán ve stejném množství, kde jeho obsah činil 0,03 % totální sušiny. Výsledky chemických analýz u klíčícího žita je popsán v tabulce 16 a graficky vyjádřen v grafu 18.

Tab. 16: Obsah vybraných minerálních látek v naklíčeném žitě

Časové intervaly odběru vzorků (den)	100 % sušina (%)	Draslík (% totální sušiny)	Vápník (% totální sušiny)	Hořčík (% totální sušiny)	Sodík (% totální sušiny)
3	10,75	2,32	0,12	0,26	0,03
5	12,16	2,63	0,16	0,26	0,03

Graf 18: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v naklíčeném žitě



7.3.3 Pohanka

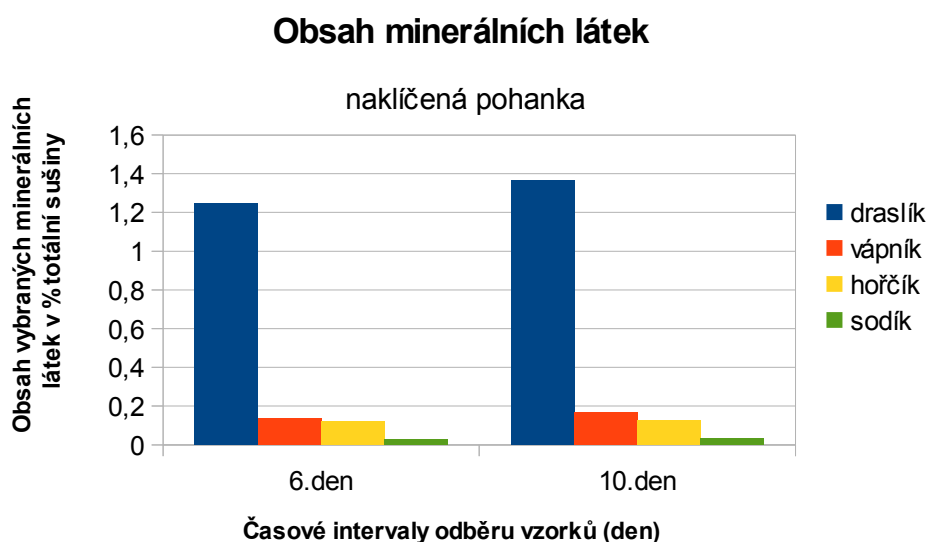
Semena byla naklíčována celkem deset dní. Z tohoto časového rozmezí byly vybrány dva dny pro odběr vzorku klíčků, konkrétně 6. a 10. den naklíčování. Jako první byla u vzorků stanovena totální sušina. V prvním odběru, neboli v 6. dnu klíčení pohanky, činila totální sušina 9,67 %. A v posledním odběru, v 10. dnu klíčení, se snížila na 5,15%. Následně byly

analyzovány jednotlivé minerální prvky. Nejméně zastoupeným prvkem v klíčící pohance byl sodík, který byl ve vzorku obsažen v 6. i 10. dnu klíčení ve stejném množství, s celkovým obsahem 0,03 % totální sušiny. Naopak nejvíce obsaženým prvek byl draslík, jehož obsah se ve vzorkách pohanky pohyboval v rozmezí 1,25 až 1,37 %, přičemž hodnota 1,25 % byla zjištěna v 6. dnu a hodnota 1,37 % v 10. dnu klíčení. Další dva minerální prvky vápník a hořčík, které byly v klíčící pohance sledovány, se svým množstvím pohybovaly v téměř stejné hladině. O něco nižší hodnoty byly prokázány u hořčíku, kde byl zjištěn v prvním i druhém odběru klíčků stejný obsah tohoto prvku s celkovým množstvím 0,12 %. Obsah vápníku činil v 6. dnu 0,14 % a v 10. dnu klíčení 0,17 % totální sušiny, tudíž došlo během růstu k jeho zvýšení. Výsledky chemických analýz pohanky jsou popsány v tabulce 17 a grafu 19.

Tab. 17: Obsah vybraných minerálních látek v klíčící pohance

Časové intervaly odběru vzorků (den)	100 % sušina (%)	Draslík (% totální sušiny)	Vápník (% totální sušiny)	Hořčík (% totální sušiny)	Sodík (% totální sušiny)
6	9,67	1,25	0,14	0,12	0,03
10	5,15	1,37	0,17	0,12	0,03

Graf 19: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v klíčící pohance



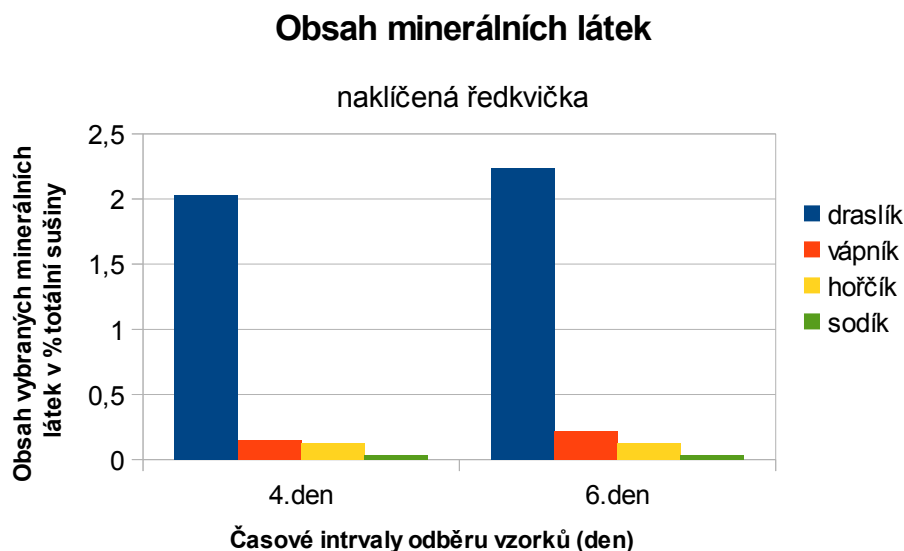
7.3.4 Ředkvička

Semena ředkvičky byly nakličovány celkem šest dní. Pro stanovení minerálních látek byly vybrány vzorky klíčků odebrané ve 4. a 6. dnu klíčení. Tyto vybrané vzorky byly vysušeny za daných podmínek do konstantní hmotnosti a byla u nich vypočtena totální sušina. Ve 4. dnu klíčení ředkvičky činila totální sušina 17,08 % a v 6. dnu klíčení 10,02 %. Z minerálních látek byl ve vzorcích ředkvičky sledován draslík, vápník, hořčík a sodík. Draslík byl v klíčící ředkvičce stanoven v nejvyšším množství, kde v prvním odběru vzorek obsahoval 2,03 % a ve druhém odběru 2,24 % totální sušiny. Dalším sledovaným minerálním prvkem byl vápník. Tento prvek byl ve vzorku získaném ve 4. dnu klíčení ředkvičky obsažen v množství 0,15 % a v 6. dnu klíčení se obsah mírně zvýšil na 0,22 % totální sušiny. Obsah hořčíku byl v prvním i druhém odběru prokázán ve stejném množství, a to 0,13 % totální sušiny. Nejméně zastoupeným minerálním prvkem nakličené ředkvičky byl sodík. Jeho množství činilo v prvním odběru vzorku 0,03 % a ve druhém odběru 0,04 % totální sušiny. Výsledné hodnoty ze stanovení sušiny a minerálních látek v klíčící ředkvičce jsou popsány v tabulce 18 a graficky znázorněny v grafu 20.

Tab. 18: Obsah vybraných minerálních látek v nakličené ředkvičce

Časové intervaly odběru vzorků (den)	100 % sušina (%)	Draslík (% totální sušiny)	Vápník (% totální sušiny)	Hořčík (% totální sušiny)	Sodík (% totální sušiny)
4	17,08	2,03	0,15	0,13	0,03
6	10,02	2,24	0,22	0,13	0,04

Graf 20: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálů v naklíčené ředkvičce



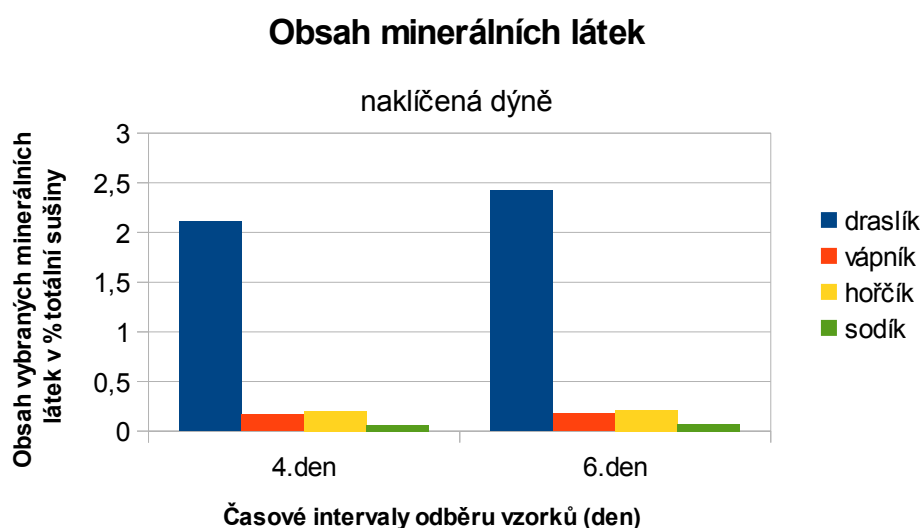
7.3.5 Dýně

Pro odběr vzorků klíčků dýně byly zvoleny následující dny klíčení, a to 4. a 6. den. U obou stanovovaných vzorků byla jako první stanovena totální sušina, která ve 4. dnu klíčení činila 35,43 % a v 6. dnu se snížila na 20,38 %. Poté byl u vysušených dýňových klíčků sledován obsah minerálních látek, mezi které byl vybrán draslík, vápník, hořčík a sodík. Nejvíce zastoupeným prvkem v klíčící dýni byl draslík. V prvním odběru klíčků byl zjištěn obsah draslíku 2,12 % a v druhém odběru jeho obsah mírně vzrostl na 2,42 % totální sušiny. Naopak nejmenší množství bylo prokázáno u sodíku. U vzorku odebraného ve 4. dnu klíčení bylo zjištěno 0,06 % a v 6. dnu bylo v klíčící dýni obsaženo o 0,01 % více s celkovým množstvím sodíku 0,07 % totální sušiny. Dalšími analyzovanými prvky byl vápník a hořčík. Obsah vápníku se u stanovovaných vzorků klíčků pohyboval v rozmezí 0,17 až 0,18 % totální sušiny. Téměř stejné množství bylo zjištěno i u hořčíku, kde ve vzorku odebraném v prvním odběru bylo prokázáno 0,2 % tohoto prvku a u druhého vzorku byl zjištěn obsah hořčíku 0,21 % v totální sušině. Výsledné hodnoty sušiny a minerálních látek v naklíčené dýni jsou popsány v tabulce 19 a grafu 21.

Tab. 19: Obsah vybraných minerálních látek v klíčící dýni

Časové intervaly odběru vzorků (den)	100 % sušina (%)	Draslík (% totální sušiny)	Vápník (% totální sušiny)	Hořčík (% totální sušiny)	Sodík (% totální sušiny)
4	35,43	2,12	0,17	0,2	0,06
6	20,38	2,42	0,18	0,21	0,07

Graf 21: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v naklíčené dýni



7.3.6 Řeřicha

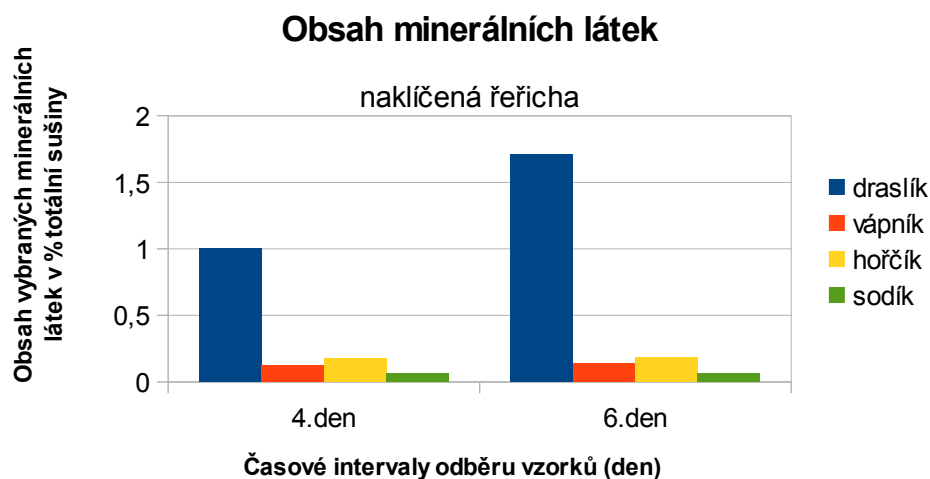
U vzorků naklíčené řeřichy byla stanovena totální sušina a obsah čtyř vybraných minerálních látek, mezi které patří draslík, vápník, hořčík a sodík. Stanovované vzorky byly odebrány ve 4. a 6. dnu klíčení. Obsah totální sušiny se u vybraných vzorků pohyboval v rozmezí 5,68 % až 7,02 %, přičemž během klíčení se obsah sušiny snižoval. Následně byly stanoveny minerální látky. Nejvyšší zjištěné množství z minerálních látek bylo v klíčící řeřiše prokázáno u draslíku, kde v prvním odběru vzorku jeho obsah činil 1,01 % a ve druhém odběru se obsah draslíku zvýšil na 1,71 % totální sušiny. Nejméně zastoupeným prvkem byl sodík, kde jeho obsah byl u obou stanovovaných vzorků řeřichy stejný s výsledným množstvím 0,06 % totální sušiny. Dalšími sledovanými prvky byl vápník a

hořčík. Obsah vápníku činil ve 4. dnu klíčení řeřichy 0,12 % totální sušiny a o 0,02 % více bylo prokázáno u vzorku odebraném v 6. dnu klíčení. Hořčík byl ve vzorkách řeřichy obsažen v mírně zvýšeném množství než vápník. Obsah hořčíku se pohyboval v rozmezí 0,17 až 0,18 % totální sušiny. Výsledky jednotlivých stanovení u analyzovaných vzorků řeřichy jsou shrnuty v tabulce 20 a graficky popsány v grafu 22.

Tab. 20: Obsah vybraných minerálních látek u klíčků řeřichy

Časové intervaly odběru vzorků (den)	100 % sušina (%)	Draslík (% totální sušiny)	Vápník (% totální sušiny)	Hořčík (% totální sušiny)	Sodík (% totální sušiny)
4	7,02	1,01	0,12	0,17	0,06
6	5,68	1,71	0,14	0,18	0,06

Graf 22: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek u klíčků řeřichy



7.3.7 Vojtěška

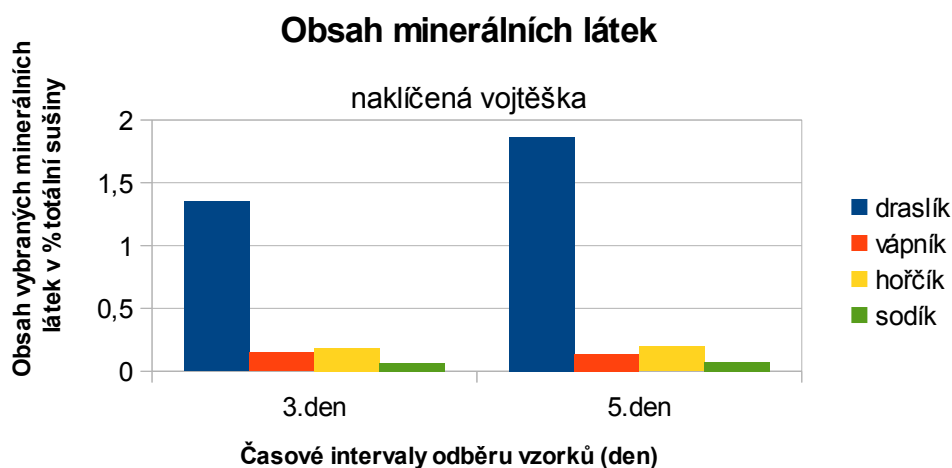
Semena vojtěšky byla nakličována celkem pět dní. Pro stanovení minerálních látek byly vybrány vzorky klíčků odebrané ve 3. a 5. dnu klíčení. Vzorky vojtěšky byly vysušeny za daných podmínek do konstantní hmotnosti a byla u nich vypočtena totální sušina. Ve 3.

dnu klíčení vojtěšky činila totální sušina 11,06 % a v 6. dnu klíčení se totální sušina snížila na 7,25 %. Z minerálních látek byl ve vzorkách naklíčené vojtěšky sledován draslík, vápník, hořčík a sodík. Draslík byl v klíčící vojtěšce stanoven v nejvyšším množství, kde v prvním odběru vzorek obsahoval 1,35 % a ve druhém odběru 1,87 % totální sušiny. Dalším sledovaným minerálním prvkem byl vápník. Tento prvek byl ve vzorku získaném ve 3. dnu klíčení vojtěšky obsažen v množství 0,15 % a v 5. dnu klíčení se obsah nepatrně snížil na 0,14 % totální sušiny. Obsah hořčíku byl v prvním odběru klíčků 0,19 % a ve druhém odběru 0,2 % totální sušiny. Nejméně zastoupeným minerálním prvkem naklíčené vojtěšky byl sodík. Jeho množství činilo ve 3. dnu klíčení vzorku 0,06 % a v 5. dnu klíčení 0,07 % totální sušiny. Výsledky ze stanovení sušiny a minerálních látek v klíčící vojtěšce jsou popsány v tabulce 18 a graficky znázorněny v garfu 20.

Tab. 21: Obsah vybraných minerálních látek u klíčků vojtěšky

Časové intervaly odběru vzorků (den)	100 % sušina (%)	Draslík (% totální sušiny)	Vápník (% totální sušiny)	Hořčík (% totální sušiny)	Sodík (% totální sušiny)
3	11,06	1,35	0,15	0,19	0,06
5	7,25	1,87	0,14	0,2	0,07

Graf 23: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálů u naklíčené vojtěšky



8 DISKUZE

Naklíčená semena jsou považována za nejlepší a nejlevnější zdroj enzymů, ale i mnoha vitaminů, minerálních látek a cenných aminokyselin. Mezi nutričně významné látky obsažené v naklíčených semenech patří zejména antioxidanty, mezi které se řadí některé vitaminy, karotenoidy, polyfenolické látky a jiné. Jejich množství v potravinách je v posledních letech stále více sledováno, kvůli jejich blahodárným účinkům na lidské zdraví. Pro lidský organismus jsou hlavním přínosem tím, že posilují imunitní systém, jsou účinné v boji proti rakovině, obezitě i projevům stárnutí, chrání organismus před kardiovaskulárními chorobami a přispívají k jeho celkovému posílení.

Hlavním cílem této práce bylo stanovit množství antioxidační kapacity, celkových polyfenolů a minerálních látek ve vybraných naklíčených plodinách v různých fázích jejich naklíčování. Ke stanovení těchto chemických parametrů byla použita naklíčená semena obilovin a zeleniny. Z obilovin byla vybrána ke klíčení a stanovení semena pšenice ozimé (*Triticum aestivum*), žito ozimé (*Secale aestivum*) a pohanka jedlá (*Fagopyrum esculenta*). U zeleniny byla analyzována naklíčená semena dýně obecné (*Cucurbita pepo*), řeřichy seté (*Lepidium sativum*), vojtěšky seté (*Medicago sativa*) a ředkvičky seté (*Raphanus sativus L.*).

Naklíčená semena zrnin jsou vynikajícím zdrojem antioxidantů, zejména vitaminu C, vitaminu E a vitaminu A, který je zde obsažen ve formě jeho prekurzoru β -karotenu. K dalším hojně se vyskytujícím antioxidantům klíčících semen patří polyfenolické látky, kde převažují hlavně flavonoidy, například obsah rutinu v pohance. Nemalý nutriční význam zde mají i obsažené minerální prvky [1].

Antioxidanty jsou látky, které se vyznačují různou antioxidační kapacitou. Antioxidační kapacitu lze stanovovat několika metodami. Pro stanovení antioxidační kapacity u vybraných druhů obilovin a zeleniny jsem zvolila spektrofotometrická metoda s činidlem DPPH. Polyfenolické látky byly v naklíčených semenech sledovány jako celkové

polyfenoly a k jejich stanovení byla využita spektrofotometrická metoda s Folin – Ciocalteuovým činidlem.

Problematika naklíčených semen a v nich obsažených antioxidantech je v počátku výzkumu, tudíž není mnoho literárních zdrojů pro srovnání s mnou stanovenými výsledky. V naklíčených obilovinách, konkrétně v pohance, byla stanovena nejvyšší hodnota antioxidační kapacity ze všech stanovovaných vzorků. Hodnoty AAE se v pohankových výhoncích pohybovaly od 1333,6 mg/kg do 7682 mg/kg čerstvé hmoty, přičemž nejvíce antioxidační kapacity bylo stanoveno v 8. dnu klíčení. Alvareze-Jubete et al. (2010) prokázali antioxidační kapacitu u 4 cm výhonků pohanky, kde použili metodu DPPH s Trolox ekvivalentem (TE) a jejich zjištěná hodnota činila 6660 mg TE/kg hmoty [51]. Také Bystrická et al. (2011) se zabývali obsahem antioxidační kapacity a celkových polyfenolů v různých částech rostlin v pohance (*Fagopyrum esculentum Moench.*), kde prokázali, že nejvíce antioxidační kapacity i celkových polyfenolů obsahují listy, méně pak stonek pohanky [53].

Například obsah celkových polyfenolů u klíčků pšenice se pohyboval v rozmezí 754,6 až 1029,6 mg/kg čerstvé hmoty, přičemž nejvyšší hodnota GAE byla zjištěna na počátku klíčení. Při srovnání mnou naměřených hodnot celkových polyfenolů v naklíčené pšenici a hodnot v pšenici ozimé, u které bylo zjištěno spektrofotometrickou Folin-Ciocalteuho metodou 812,0 mg GAE/kg čerstvé hmoty [50], je hodnota celkových polyfenolů zřetelně vyšší u stanovovaných pšeničných klíčků. V dalším literárním zdroji byl u klíčků pšenice sledován obsah celkových polyfenolů podle Folin-Ciocalteuho metody, kde obsah GAE činil 1100 mg/kg vzorku [51]. Porovnáním výsledků u klíčků pšenice z předchozího zdroje a mnou stanovovaných klíčků je zřejmé, že nejsou zjištěny zřetelné rozdíly mezi těmito vzorky v obsahu celkových polyfenolů. Antioxidační kapacita naklíčené pšenice byla u mnou stanovovaných vzorků nejvyšší ve 2. dnu klíčení s celkovým množstvím 728,6 mg/kg a nejnižší v 5. dnu klíčení, kde výsledná hodnota AAE činila 218,8 mg/kg čerstvé hmoty. O něco nižší hodnota byla stanovena u pšeničného zrna, kde metodou DPPH s použitím kyseliny askorbové jako standardu byla zjištěna hodnota 674,0 mg AAE/kg

čerstvé hmoty [50]. Dle Alvarez-Jubete et al. (2010) bylo stanoveno množství antioxidační kapacity v klíčcích pšenice metodou DPPH s použitím Troloxu jako ekvivalentu (TE), přičemž výsledná hodnota antioxidační kapacity činila 441 mg TE/kg hmoty [51].

U naklíčeného žita byla zjištěna hodnota celkových polyfenolů o něco vyšší než u klíčků pšenice. Hodnoty celkových polyfenolů se pohybovaly v rozmezí na začátku klíčení, ve 2. dnu 2254,6 mg/kg a na konci klíčení, v 5. dnu 933,8 mg GAE/kg čerstvé hmoty. S tímto zjištěním se shoduje i následující studie, kde byly analyzovány vzorky žitných klíčků pomocí Folin-Ciocalteuho fotometrické metody a bylo zde prokázáno 1905,6 mg GAE/kg [52].

Pro porovnání výsledků antioxidační kapacity a celkových polyfenolů naklíčených semen zeleniny nebyla nalezena srovnatelná literatura, proto jsou výsledky vzorků klíčků ve většině případů porovnávány s výsledky u plodů či samotné rostliny, ze které byla semena získána.

Ze zeleniny byla antioxidační kapacitou i obsahem celkových polyfenolů nejbohatší naklíčná ředkvička a řeřicha. Například u naklíčené ředkvičky bylo zjištěno rozmezí AAE od 326 mg/kg až do 1932,2 mg/kg čerstvé hmoty, kde nejvyšší hodnota byla prokázána na počátku klíčení a nejnižší hodnota AAE na konci klíčení. Obsah celkových polyfenolů byl v naklíčené ředkvičce identifikován v rozsahu od 1867,1 mg/kg do 775,4 mg/kg čerstvé hmoty, přičemž obsah polyfenolů se během klíčení nepravidelně snižoval. U Číži a kol. (2010), kteří se zabývali obsahem celkových polyfenolů v ředkvičce pomocí Folin-Ciocalteuho metody, byla zjištěna výsledná hodnota 899,0 mg GAE/kg čerstvé hmoty [54]. Porovnáním výsledků ředkvičky s naklíčenými semeny ředkvičky je zřejmé, že obsah celkových polyfenolů byl v klíčcích ředkvičky vyšší, přičemž nejvyšší obsah polyfenolů byl na počátku klíčení.

U naklíčené řeřichy byla zjištěna antioxidační kapacita v téměř vyrovnaných hodnotách, kde se hodnoty AAE pohybovaly od nejnižšího množství 1135,5 mg/kg po nejvyšší obsah

1298,9 mg/kg čerstvé hmoty. Obsah celkových polyfenolů byl ve srovnání s antioxidační kapacitou vyšší, přičemž obsah GAE v jednotlivých odběrech klíčků poněkud kolísal. Nejvyšší množství celkových polyfenolů bylo u řeřichy zjištěno v celkovém obsahu 1871,3 mg/kg a nejnižší množství činilo 1371,3 mg GAE/kg čerstvé hmoty. Hassimoto et al (2005) ve své práci zkoumali obsah celkových polyfenolů u řeřichy, kde zjistili dle Folin-Ciocalteuho metody obsah GAE v množství 1680 mg/kg čerstvé hmoty [55], což odpovídá množství v mnou stanoveném rozmezí hodnot celkových polyfenolů u řeřichy.

Nižší hodnoty antioxidační kapacity a celkových polyfenolů byly prokázány u naklíčených semen dýně. Kvůli absenci literárních zdrojů zabývající se tímto tématem byly mnou stanovované vzorky srovnány s plodem, ze kterého semena pochází, neboli s dýní. Rozsah výsledných hodnot AAE činil v klíčících dýňových semenech v množství od 227,9 mg/kg do 305,3 mg/kg čerstvé hmoty, kde obsah antioxidační kapacity během klíčení postupně klesal. Sledovaný obsah celkových polyfenolů v klíčící dýni byl ve srovnání s antioxidační kapacitou jednoznačně vyšší, přičemž nejvyšší prokázaná hodnota GAE byla 1286,4 mg/kg na počátku klíčení a nejnižší hodnota na konci klíčení s výsledným obsahem 829,6 mg GAE/kg čerstvé hmoty. Obsahem celkových polyfenolů a antioxidační kapacity v dýni se zabývali Wangcharoen a Morasuk (2007), kteří aplikovali pro stanovení antioxidační kapacity metodu DPPH s použitím standardu kyseliny askorbové, kde výsledná hodnota činila 110 mg/kg čerstvé hmoty dýně. Pro stanovení celkových polyfenolů byla zvolena metoda dle Folin-Ciocalteuho s kyselinou gallovou jako standardním roztokem a výsledné hodnoty zde byly stanoveny v množství 240 mg/kg čerstvé hmoty dýně [56]. Z výsledků obou stanovení je zřejmé, že naklíčená semena dýně jsou bohatší na antioxidační kapacitu i celkové polyfenoly ve srovnání s dýní samotnou.

V klíčící vojtěšce byly prokázány nejnižší hodnoty antioxidační kapacity i celkových polyfenolů v porovnání s ostatními vzorky. Celkové polyfenoly v klíčící vojtěšce činily téměř vyrovnané hodnoty GAE v rozsahu od 612,9 mg/kg do 725,4 mg/kg čerstvé hmoty. V jiném literárním zdroji byl identifikován obsah celkových polyfenolů v klíčících vojtěšky v množství 530 mg GAE/kg čerstvé hmoty [57], což je hodnota mírně nižší ve srovnání s

mnou stanovenými výsledky. Obsahem celkových polyfenolů v klíčící vojtěšce za různých podmínek se zabývali Bolívar et al. (2010), kde analyzovali 7 denní klíčky vojtěšky[58]. Antioxidační kapacita se u mnou stanovovaných vzorků vojtěšky pohybovala v rozmezí od 47,9 mg/kg do 119 mg AAE/kg čerstvé hmoty, přičemž obsah AAE postupně vzrůstal.

Další analyzovanou skupinou v naklíčených semenech obilovin a zeleniny byly minerální prvky a to konkrétně draslík, vápník, hořčík a sodík. Jednotlivé prvky byly analyzovány u dvou zvolených odběrů vzorků klíčků, pro nedostatek materiálu a finančních zdrojů. K jejich stanovení byla použita metoda atomové absorpční spektrometrie, přičemž vzorky byly předem vysušeny na 100 % sušinu, poté zmineralizovány, dále pak zpracovány dle pracovního postupu a nakonec proměřeny na příslušném analyzátoru. Pro všechna naklíčená semena, které se analyzovala, byla nejdříve stanovena 100% sušina a jednotlivé výsledky vzorků pak byly na tuto hodnotu vztaženy.

Nejvíce zastupeným prvkem u všech analyzovaných vzorků klíčků byl draslík. Jeho obsah se pohyboval ve vybraných obilných klíčcích v rozmezí s nejvyšší hodnotou v klíčícím žitě 2,63 % totální sušiny v druhém odběru, neboli 5. dnu klíčení a nejnižší hodnotou u výhonků pohanky v prvním odběru, 4. dnu klíčení, kde množství draslíku tvořilo 1,25 % totální sušiny. Při rozboru klíčků vybraných druhů zeleniny byla nejbohatší na tento prvek naklíčená semena dýně získaná ve druhém odběru, 6. dnu klíčení s množstvím 2,42 % totální sušiny a nejméně byly klíčky řechy v prvním odběru, 4. dnu klíčení s celkovým obsahem 1,01 % totální sušiny. Podle zjištěných výsledků je zřejmé, že obsah stanovovaných minerálních prvků se během klíčení postupně zvyšoval. Ve své práci tuto skutečnost potvrdili i Myung et al. (2004), kteří stanovovali obsah minerálních prvků v klíčící pohance, konkrétně ve 3. a 7. dnu klíčení a obsah draslíku, vápníku, hořčíku i sodíku se u analyzovaných klíčků postupně zvyšoval [59].

Obsah dalšího vybraného minerálu, vápníku, byl u všech vzorků prokázán v téměř vyrovnaném množství. Nejvíce vápníku obsahovala naklíčená ředkvička v druhém odběru, 6. dnu klíčení, v množství 0,22 %. O významném zvýšení obsahu vápníku po 2 dnech

klíčení ředkvičky ve své práci pojednává Tarasevičienė et al. (2008), přičemž porovnávají více druhů klíčících semen a naklíčená ředkvička spolu s čočkou patří mezi vápníkem nejbohatší [60]. Naopak nejmenší množství vápníku v mnou stanovovaných vzorcích vykazovalo z obilovin naklíčené žito v prvním odběru, 5. dnu klíčení a u zeleniny klíčky řepičky v prvním odběru, 4. dnu klíčení, kde výsledný obsah vápníku činil u obou vzorků 0,12% totální sušiny.

Stanovením draslíku, vápníku, hořčíku a sodíku se také zabývali Plaza et al. (2003), kteří stanovovali obsah minerálních prvků v naklíčené pšenici a vojtěšce, přičemž došli k podobným výsledkům [61].

Množství hořčíku bylo u většiny klíčků prokázáno v mírně vyšších koncentracích než u zjištěného vápníku. Nejvyšší hodnoty hořčíku vykazovaly obilné klíčky, konkrétně u žita v množství 0,22 % totální sušiny a u zeleninových klíčků byla nejvyšší hodnota stanovena v klíčící dýni s obsahem hořčíku 0,21 % totální sušiny. Naopak nejméně tohoto prvku obsahovala klíčící pohanka z obilovin a poté klíčky ředkvičky ze zeleniny, kde zjištěné hodnoty hořčíku činily 0,12 % a 0,13 % totální sušiny. Například obsah draslíku, vápníku, hořčíku a sodíku v klíčcích vojtěšky je popsán v tomto literárním zdroji [62].

Posledním stanovovaným prvkem v naklíčených semenech byl sodík. Tento minerální prvek se ve vzorcích vyskytoval v nejnižších stanovených koncentracích ze všech analyzovaných prvků. Nejnižší množství Na obsahovaly zejména naklíčené obiloviny, a to prvořadě klíčky pšenice, kde obsah sodíku činil 0,02% totální sušiny. Nejvyšší obsah sodíku byl zjištěn u klíčků dýně a vojtěšky s výslednou hodnotou 0,07% totální sušiny.

Například Kopec (1998) uvádí obsah vybraných minerálních prvků v řepišce zahradní (*Lipidium Sativum*), kde množství draslíku činí 1100 mg/kg, vápníku 500 mg/kg, hořčíku 220 mg/kg a sodíku 190 mg/kg [63].

9 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na netradiční rostlinnou surovinu, která se hojně používá zejména ve zdravé výživě - naklíčená semena. K výživě se tato strava využívá zejména proto, že vyniká dostatečným obsahem fytonutrientů jako jsou antioxidanty, kam se řadí flavonoidy, fenolické kyseliny, karotenoidy, vitaminy a některé minerální prvky.

Cílem této práce bylo stanovit vybrané nutriční složky obsažené v naklíčených semenech obilovin a zeleniny, a to antioxidační kapacitu, dále obsah celkových polyfenolů a minerálních prvků, konkrétně draslíku, vápníku, hořčíku a sodíku. Pro stanovení antioxidační kapacity a celkových polyfenolů byly použity vzorky odebrané ve čtyřech časových intervalech růstu klíčků a minerální prvky byly posuzovány ve vzorcích odebraných ve dvou časových intervalech růstu klíčků, přičemž odběry vzorků byly pro jednotlivé druhy semen zvoleny individuálně.

Konkrétní výsledky mé práce jsou následující:

1) Celkové polyfenoly

Sledovaný obsah celkových polyfenolů byl z obilovin nejvyšší u naklíčeného žita na počátku růstu klíčků, tedy ve 2. dnu klíčení, s celkovým množstvím 2254,6 mg/kg čerstvé hmoty. Naopak nejnižší obsah celkových polyfenolů byl zjištěn v naklíčené pšenici u posledního 5. dne naklíčování, kde obsah GAE činil 754,6 mg/kg čerstvé hmoty.

U naklíčených semen zeleniny byly výsledky následující. Nejvyšší obsah celkových polyfenolů vykazovala ředice ve 4. dnu klíčení a obsah GAE zde činil 1871,3 mg/kg čerstvé hmoty. Nejnižší množství celkových polyfenolů bylo prokázáno u naklíčené vaječnice ve 3. dnu klíčení, kde hodnota GAE byla 612,9 mg/kg čerstvé hmoty.

2) Antioxidační kapacita

Antioxidační kapacita byla z obilovin stanovována u naklíčené pšenice, žita a pohanky. Jednoznačně nejvyšší obsah antioxidační kapacity vykazovala naklíčená semena pohanky,

kde v 8. dnu klíčení hodnoty AAE činily 7682,0 mg/kg čerstvé hmoty. Nejnížší antioxidační kapacita byla zjištěna u klíčků pšenice, odebraných v posledním 5. dnu nakličování, s výsledným obsahem 218,8 mg AAE/kg čerstvé hmoty.

Ze zeleniny byly analyzovány vzorky naklíčené ředkvičky, dýně, řeřichy a vojtešky. Nejvyšší antioxidační kapacita byla prokázána u klíčků ředkvičky a to ve 3. dnu nakličování s výsledným obsahem 1932,2 mg AAE/kg. Nejnížší hodnota antioxidační kapacity byla zjištěna u naklíčené vojtešky ve 3. dnu klíčení s výsledným množstvím 54 mg AAE/kg čerstvé hmoty.

3) Minerálních látky

Nejvyšší obsah draslíku byl u stanovovaných obilovin prokázán u naklíčeného žita v 5. dnu klíčení v množství 2,63 % totální sušiny a nejnižší obsah u pohanky v 6. dnu klíčení s výsledným množstvím 1,25 % totální sušiny. Obsah vápníku byl ve vzorcích naklíčených obilovin téměř vyrovnaný, pohyboval se v rozmezí 0,12 % u klíčků žita ve 3. dnu klíčení a 0,17 % totální sušiny u klíčků pohanky v 10. dnu nakličování. Dalším stanovovaným prvkem byl hořčík, který byl prokázán v nejvyšším množství z uvedených obilovin v naklíčeném žitě ve 3. i 5. dnu klíčení s celkovým obsahem 0,26 % totální sušiny a nejnižší obsah tohoto prvku byl zjištěn v pohance v 6. i 10. dnu klíčení s obsahem 0,12 % totální sušiny. Nejvíce vyrovnaný obsah minerálního prvku obsaženého ve vzorcích naklíčených semen byl prokázán u sodíku, který ve všech sledovaných vzorcích obilovin činil 0,03 % totální sušiny, pouze u naklíčené pšenice byla hodnota obsahu sodíku nižší a to v množství 0,02 % totální sušiny.

Ze zeleninových semen bylo zjištěno nejvyšší množství draslíku, kterého bylo obsaženo nejvíce v klíčcích dýně, konkrétně v 6. dnu klíčení v množství 2,42 % a naopak nejmenší množství bylo prokázáno v naklíčené řeřiše ve 4. dnu klíčení, kde výsledná hodnota draslíku činila 1,01 % totální sušiny. Obsah vápníku se v naklíčené zelenině pohyboval v rozmezí 0,12 % u klíčků řeřichy do 0,22 % totální sušiny u naklíčené ředkvičky. Další sledovaný minerální prvek hořčík, byl nejméně obsažen v naklíčené ředkvičce, kde činil

0,13 % a nejvíce obsažen v klíčích dýně s obsahem 0,21 % totální sušiny. Nejméně zastoupeným prvkem v naklíčené zelenině byl sodík, přičemž nejnižší koncentrace toho prvku byla stanovena u klíčků ředkvičky, a to 0,03 % totální sušiny. Naopak nevíce sodíku bylo zjištěno v naklíčené dýni v 6. dnu a u vajtěšky v 5. dnu naklíčování, kde jejich množství činilo 0,07 % totální sušiny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] JABLONSKÝ, I. *Pěstujeme klíčící osivo a výhonky*. Praha: Grada publishing, 2005. 96s. ISBN 80-247-1114-1.
- [2] WIGMORE, A. *Klíčení rostlin*. Praha: Pragma, 1986. 119s. ISBN 978-80-7349-075-1.
- [3] TICHÁ, M. Vyzínová P. *Polní plodiny*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2006. 41s. bez ISBN.
- [4] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2007. 55s. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [5] AIHARA, H. *Základy makrobiotiky*. Olomouc: Anag, 2010. 199s. ISBN 978-80-7263-543-6.
- [6] PAMPALONA-ROGER, G. D. *Encyklopedie léčivých potravin*. Praha: Advent-Orion, 2005. 385s. ISBN 978-80-7172-119-2.
- [7] SCHLETT, S. *100 potravin pro zdraví*. Praha: Euromedia group, 2008. 248 s. ISBN 978-80-249-0991-2.
- [8] ŠMAJSTRLA, Z. *Pohanka ve mlýně a v kuchyni*. Rožnov pod Radhoštěm: TNM, 2000. 103s. ISBN 978-80-238-53834.
- [9] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ J., PETR J., MICHALOVÁ A. *Pohanka a proso*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005. 206s. ISBN 80-7271-162-8.
- [10] DOSTUPNÉ NA: <http://tilia.zf.mendelu.cz/~xhorak06/NUTR-e-learning-2010-7.kap..doc>, [online 19.2. 2012].
- [11] KOPEC, K. *Zelenina ve výživě člověka*. Praha: Grada, 2010. 159s. ISBN 978-80-247-2845-2.

- [12] OSIČKA, J. *Vliv skladování na antioxidační vlastnosti ovoce a zeleniny*. Zlín: 2011. 107 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati, bez ISBN.
- [13] DOSTUPNÉ NA: <http://www.vegetarian.cz/potraviny/zel/redkvic.html>, [online 21.2. 2012].
- [14] DALLEN, M. *Zelené potraviny: když jídlo je našim lékem*. Praha: Ratio Bona, 2010. 113s. ISBN 978-80-254-4590-7.
- [15] DOSTUPNÉ NA: <http://vitainfo.cz/eshop/detail.php?idzb=42>, [online 23.2. 2012].
- [16] PASSWATER, R. A. *O antioxidantech*. Praha: Pragma, 2002. 94s. ISBN 80-7205-897-5.
- [17] JORDÁN, V., HEMZALOVÁ, M. *Antioxidanty, zázračné zbraně*. Brno: Jota, 2001. 153s. ISBN 80-7217-156-9.
- [18] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 3*. Tábor: Osis, 2002. 343s. ISBN 80-86659-02-X.
- [19] ZAVADILOVÁ, M. *Antioxidační aktivita vybraných druhů kdoulí*. Zlín: 2010. 110s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati, bez ISBN.
- [20] PETROŠOVÁ, K. *Antioxidanty: zpomalte čas dietou*. Praha: Sun, 2010. 111s. ISBN 978-80-7371-344-7.
- [21] MINDELL, E. *Vitaminová bible pro 21. století*. Praha: Knižní klub, 2000. 303 s. ISBN 80-242-0406-1.
- [22] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 2*. Tábor: Osis, 2002. 303s. ISBN 80-86659-01-1.
- [23] KALAČ, P. *Funkční potraviny, kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona, 2003. 130s. ISBN 80-7322-029-6.
- [24] CABÁLKOVÁ, I., *Antioxidační účinky ovoce a zeleniny*. Brno: 2007. 44 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, bez ISBN.

- [25] GROPPER, S. A. S., SMITH, J. L., GROFF, J. L. *Advanced nutrition and human metabolism*. Australia: Wadsworth/Cengage Learning, 2009. 600 s. ISBN 978-0-495-11657-8.
- [26] SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *The Journal of Nutrition*. 2000, 130 (8), 20735-20855. ISSN 0022-3166.
- [27] LACHMAN J., PIVEC V., ORSÁK M., HOSNEDL V., PROKINOVÁ E., LAPČÍKO. *Polyphenolic compounds - antioxidants influencing biological quality of seed*, [online 26.2.2012] dostupné z: <http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=111118&iSub=566&PHPSESSID=a3>).
- [28] BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 1998, 56(11), 317-333. ISSN: 1054-5476.
- [29] BRABANCOVÁ, A., *Antioxidační kapacita v plodech rakytníku, dužnatých růžích a muchovníku*. Zlín: 2011. 79 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati, bez ISBN.
- [30] VOLF. K. Flavonoidy jako antioxidanty. *Praktický lékař*, 2002, 82(7), 379-384. bez ISSN.
- [31] JAROŠOVÁ, M., *Biologicky aktivní látky ve funkčních potravinách*. Brno: 2010. 65s. Bakalářská práce. Mendelova univerzita, bez ISBN.
- [32] DOSTUPNÉ NA: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rutin> [online 27.2. 2012].
- [33] ROGINSKY, V; LISSI, E. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chemistry*. 2005, 92 (2), 235-254. bez ISSN.
- [34] ZLOCH, J. *Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu*. Plzeň, 2004. 49 s. Závěrečná zpráva. Univerzita Karlova, Lékařská fakulta. bez ISBN.

- [36] ŠTÍPEK, S. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a nemoci*. Tábor: Grada, 2000. 314s. ISBN 80-7169-704-4.
- [37] ORTEMBERGOVÁ, A. *Mládneme s antioxidanty*, Praha: Ivo Železný, 2003. 126s. ISBN 80-237-3742-2.
- [38] PIŤHA, J., POLEDNE, R. *Zdravá výživa pro každý den*, Praha: Grada, 2009. 143 s. ISBN 978-80-247-2488-1.
- [39] ANONYM. Zázračný hořčík, *Prameny zdraví*, 2006, 7 (1), 4, bez ISSN.
- [40] HOPFENZITZOVÁ, P. *Minerální látky: udržují tělo fit*, Praha: Ikar, 1999. 88 s. ISBN 80-7202-546-5.
- [41] PROVAZNÍK, K. *Manuál prevence v lékařské praxi 2: výživa*, Praha: Státní zdravotní ústav, 1995. 103 s. ISBN 80-7168-227-6.
- [42] ANONYM, Návod k pěstování klíčků semen, Vega Provita s.r.o. Frýdek Mýstek.
- [43] BALÍK J., KOPEC, K. *Zahradnická kvalitologie: seminární praktikum*, Brno: Zemědělská a lesnická univerzita, 2008. 59 s. ISBN 978-80-7375-199-9.
- [44] KIM, D.O., JEONG, S.W., LEE, C.Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivar of plums, *Food Chemistry*, 2003, 81(3), 321-326, bez ISSN.
- [45] ROP, O., MLČEK, J., KRÁČMAROVÁ 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.
- [46] RUPASINGHE, H.P.V., JAYASANKAR, S., LAY, W. Variation in total phenolic and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Scientia Horticulturae*, 2006, 108 (3), 243-246, bez ISSN.
- [47] ROP, O., ŘEZNÍČEK, V., MLČEK, J., JURÍKOVÁ, T., BALÍK, J., SOCHOR, J., KRÁČMAROVÁ D., K. Antioxidant and radical oxygen species scavenging

- activites of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit. *Horticultural Science*, 2011, 38(2), 63-70, ISSN 0862-867X.
- [48] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P., Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin. Vyškov: VVŠ PV, 1998. 83 s. ISBN 80-7231-022-4.
- [49] NOVOTNÝ, F. Metodiky chemických rozborů pro hodnocení kvality odrůd, Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2006. 206 s. ISBN 80-86548-81-3.
- [50] MRÁZOVÁ, E. *Stanovení fenolických látek a antioxidační aktivity u cereálií*. Zlín: 2011. 68s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati, bez ISBN.
- [51] ALVAREZ-JUBETE, L., WIJNGAARD, H., ARENDT, E.K., GALANGHER, E. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking . *Food Chemistry*, 2010, 119 (2), 770-778, bez ISSN.
- [52] VONDRÁČKOVÁ, H. *Sledování obsahu aktivních polyfenolických látek v různých druzích cereálních produktů*. Brno: 2010. 152 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, bez ISBN.
- [53] BYSTRICKÁ, J., VOLLMANNOVÁ, A., KUPECSEK, A., MUSILOVÁ, J., POLÁKOVÁ, Z., ČIČOVÁ, I., BOJŇANSKÁ, T., Bioactive compounds indifferent plant parts of various buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Monch.) cultivars. *Cereal Research Communications*, 2011, 39 (3), 436-444, ISSN 0133-3720.
- [54] ČÍŽA, M., ČÍŽOVÁ, H., DENEV, P., KRATCHANOVA, M., SLAVOV, A., LOJEK, A. Different methods for control and comparison of the antioxidant properties of vegetables. *Food Control*, 2010, 21 (4), 518-523, bez ISSN.
- [55] HASSIMOTTO, N. M. A., GENOVESE, M. I., LAJOLO, F. M. Antioxidant Activity of Dietary Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53 (8), 2928-2935, bez ISSN.

- [56] WANGCHAROEN, W., MORASUK, W. Antioxidant capacity and phenolic content of some Thai culinary plant. *Journal of Science and Technology*, 2007, 1 (2), 100-106, ISSN 1905-7873.
- [57] DOSTUPNÉ NA: <http://www.traditional-foods.com/antioxidants/alfalfa-sprouts/> [online 17.4. 2012].
- [58] BOLÍVAR, A., CEVALLOS, C., CISNEROS-ZEVALLOS, L. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. *Food Chemistry*, 2010, 119 (4), 1485-1490, ISSN 0308-8146.
- [59] MYUNG, H. L., JUNG, S. L., TAE, H. L. *Germination of Buckwheat Grain: Effects on Minerals, Rutin, Tannins and Colour*, Advances in Buckwheat Research. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. Congress Centre, University of Agriculture, Prague – Suchdol 18-22 August 2004, 737 s., ISBN 80-86555-46-1.
- [60] TARASEVIČIENĚ, Ž., DANILČENKO, H., SERAPINAS, P., JARIENĚ, E., PAULAUSKIENĚ, A., KULAITIENĚ, J. Mineral Composition and its Changes during Seeds Germination. *Biomedical Sciences*, 2008, 78(31), 5, ISSN 1648-116X.
- [61] PLAZA, L., DE ANCOS, B., PILAR CANO, M. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum*.L) and alfalfa(*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *European Food Research and Technology* , 2003, 216, 138-144, ISSN 1438-2377.
- [62] DOSTUPNÉ NA: https://store.easygreen.com/Nutritional-Data-Tables_ep_54.html [online 19.4. 2012].
- [63] KOPEC, K. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998. 72 s. ISBN 80-86153-64-9.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AAE	Ascorbic Acid Equivalentents
DNA	Deoxy-ribonukleová kyselina
DPPH	2,2 - difenyl-1-pikrylhydrazyl
GAE	Gallic Acid Equivalence method
PET	Polyethylentereftalát
TE	Trolox ekvivalent
UV	Ultrafialové (záření)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Klíčky ředkvičky - vysoký obsah chlorofylu	18
Obrázek 2: Naklíčené semena pšenice - 4. den klíčení	22
Obrázek 3: Naklíčené semena žita - 2. den klíčení	23
Obrázek 4: Dýňová semínka - 3. den klíčení	29
Obrázek 6: Výhonky vojtěšky seté - 6. den klíčení	34
Obrázek 7: Struktura vitamínu C	37
Obrázek 8: Struktura vitamínu E (α -tokoferol)	38
Obrázek 9: Struktura retinolu	40
Obrázek 10: Struktura β - karotenu	41
Obrázek 11: Struktura rutinu	43
Obrázek 12: Vzorčky semen obilovin a zeleniny	52
Obrázek 13: Klíčící souprava používaná ke klíčení vzorků	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 : Obsah celkových polyfenolů v naklíčené pšenici	62
Tab. 2 : Obsah celkových polyfenolů v naklíčeném žitě	63
Tab. 3: Obsah celkových polyfenolů v naklíčené pohance	64
Tab. 4: Obsah celkových polyfenolů v naklíčené ředkvičce	66
Tab. 5: Obsah celkových polyfenolů v naklíčené dýni	67
Tab. 6: Obsah celkových polyfenolů u klíčící řeřichy	68
Tab. 7: Obsah celkových polyfenolů u naklíčené vojtěšky.....	69
Tab. 8: Obsah antioxidační kapacity v naklíčené pšenici	72
Tab. 9: Obsah antioxidační kapacity v naklíčeném žitě	73
Tab. 10: Obsah antioxidační kapacity v pohankových výhoncích	74
Tab. 11 : Obsah antioxidační kapacity v klíčící ředkvičce	76
Tab. 12 : Obsah antioxidační kapacity v naklíčené dýni	77
Tab. 13 : Obsah antioxidační kapacity v klíčící řeřiše	78
Tab. 14 : Obsah antioxidační kapacity v naklíčené vojtěšce	80
Tab. 15: Obsah vybraných minerálních látek v klíčcích pšenice	82
Tab. 16: Obsah vybraných minerálních látek v naklíčeném žitě	83
Tab. 17: Obsah vybraných minerálních látek v klíčící pohance	84
Tab. 18: Obsah vybraných minerálních látek v naklíčené ředkvičce	85
Tab. 19: Obsah vybraných minerálních látek v klíčící dýni	87
Tab. 20: Obsah vybraných minerálních látek u klíčků řeřichy	88
Tab. 21: Obsah vybraných minerálních látek u klíčků vojtěšky	89

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Závislost absorpance (nm) na koncentraci kys. gallové (mg/l).....	57
Graf 2: Závislost úbytku asorbance (%) na koncentraci kyseliny askorbové (mg/l).....	58
Graf 3: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty u naklíčené pšenice	62
Graf 4: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty u naklíčeného žita	63
Graf 5: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE /kg čerstvé hmoty v klíčící pohance	65
Graf 6: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE /kg čerstvé hmoty v klíčící ředkviče	66
Graf 7: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty v klíčící dýni	67
Graf 8: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE /kg čerstvé hmoty v klíčící řeřiše	68
Graf 9: Grafické znázornění obsahu celkových polyfenolů v mg GAE/kg čerstvé hmoty v naklíčené vajtěšce	70
Graf 10: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků naklíčené pšenice	72
Graf 11: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků naklíčeného žita	73
Graf 12: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčící pohanky.....	75
Graf 13: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčící ředkvičky.....	76
Graf 14: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v AAE mg/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčící dýně.....	77

Graf 15: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků klíčků řeřichy	79
Graf 16: Grafické znázornění obsahu antioxidační kapacity v mg AAE/kg čerstvé hmoty u vzorků naklíčené vojtěšky	80
Graf 17: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v klíčící pšenici	82
Graf 18: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v naklíčeném žitě	83
Graf 19: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v klíčící pohance	84
Graf 20: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálů v naklíčené ředkvičce.....	86
Graf 21: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek v naklíčené dýni	87
Graf 22: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálních látek u klíčků řeřichy	88
Graf 23: Grafické znázornění obsahu vybraných minerálů u naklíčené vojtěšky	89