

# **Listová a stonková zelenina - nutriční a gastronomický význam**

Gabriela Gaubová

---

Bakalářská práce  
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Gabriela Gaubová**

Osobní číslo: **T15834**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Listová a stonková zelenina – nutriční a gastronomický význam**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Charakteristika listové a stonkové zeleniny.
2. Chemické složení listové a stonkové zeleniny.
3. Gastronomický význam listové a stonkové zeleniny.

### II. Praktická část

1. Příprava modelových vzorků.
2. Stanovení vybraných ukazatelů – šťáv z listové a stonkové zeleniny.
3. Vyhodnocení a zpracování výsledků.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] PETŘÍKOVÁ, Kristína a Jaroslav HLUŠEK. Zelenina: pěstování, výživa, ochrana a ekonomika. Praha: Profi Press, 2012, 190 s. ISBN 978-80-86726-50-2.
- [2] SLUKOVÁ, Marcela. Výroba potravin a nutriční hodnota. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 168 s. ISBN 978-80-7080-947-1. Dostupné také z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid\\_isbn-978-80-7080-947-1](http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid_isbn-978-80-7080-947-1).
- [3] MARTÍN-BELLOSO, Olga a Robert SOLIVA-FORTUNY. Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group, Food preservation technology series. 2011, 410 s. ISBN 978-1-4200-7121-4.
- [4] TERRY, Leon A. Health-promoting properties of fruits and vegetables. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI, 2011, 417 s. ISBN 978-1-84593-528-3.
- [5] KOPEC, Karel. Zelenina ve výživě člověka. Zdraví & životní styl. Praha: Grada, 2010. 159 s. ISBN 978-80-247-2845-2. Dostupné také z: [http://toc.nkp.cz/NKC/201005/contents/nkc20102086941\\_1.pdf](http://toc.nkp.cz/NKC/201005/contents/nkc20102086941_1.pdf).

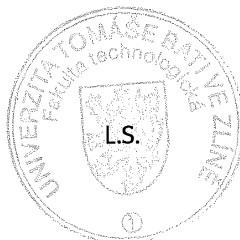
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.**  
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**

Ve Zlíně dne 2. února 2018

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



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

Příjmení a jméno: GAUBOVÁ GABRIELA

Obor: TRŽ

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, 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 25.4.2018

Gaubová

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na listovou a stonkovou zeleninu, především na nutriční a gastronomický význam. Stonková a listová zelenina obsahuje cenné zdroje živin, jako jsou vitaminy, minerální prvky, vláknina, chlorofyl. Je také uznávána za své antioxidační vlastnosti. Aby bylo možné zhodnotit přínosy pro zdraví člověka, v praktické části byla provedena analýza, v níž byla stanovena antioxidační kapacita a obsah polyfenolických látek ve 100% zeleninových šťávách u 7 vzorků, které byly čerstvé a pasterované. Bylo zaznamenáno, že pasterované zeleninové šťávy mají vyšší antioxidační aktivitu, naopak u čerstvých zeleninových šťáv byl analyzován vyšší obsah polyfenolů než u pasterovaných.

Klíčová slova: listová a stonková zelenina, nutriční a gastronomický význam, antioxidační kapacita, polyfenoly, zeleninové šťávy

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis is focused on leaf and stem vegetables, especially for nutritional and gastronomic importance. Stem and leaf vegetables contain valuable source of nutrients such as vitamins, mineral elements, fiber, chlorophyll. It is also recognized as its antioxidant properties. In order to evaluate the benefits for human health, an analysis was carried out in the practical part, which determined the antioxidant capacity and the content of polyphenols in 100% vegetable juices in 7 samples which were fresh and pasteurized. It was noted that pasteurized vegetable juices have a higher antioxidant activity, whereas higher fresh polyphenols have been analyzed for fresh vegetable juices than pasteurized.

Keywords: leaf and stem vegetables, nutritional and gastronomic importance, antioxidant capacity, polyphenols, vegetable juices

**Poděkování:**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za odborné a cenné rady při vedení závěrečné práce. Rovněž děkuji Ing. Lence Fojtíkové za odbornou pomoc při práci v laboratoři.

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

# OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 CHARAKTERISTIKA LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY.....	12
1.1 LISTOVÁ ZELENINA .....	12
1.1.1 Salát hlávkový ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i> L. - čeleď Hvězdicovité, <i>Asteraceae</i> ) .....	12
1.1.2 Salát ledový ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i> L. forma <i>nidus jaggeri</i> Helm. - čeleď Hvězdicovité - <i>Asteraceae</i> ).....	13
1.1.3 Salát listový ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>acephala</i> Alef., syn. <i>L. s.</i> var. <i>secalina</i> Alef., syn. <i>L. s.</i> var. <i>crispa</i> L. - čeleď Hvězdicovité - <i>Asteraceae</i> ).....	13
1.1.4 Salát římský ( <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i> Lam., syn. <i>L.s.</i> var. <i>romana</i> Hort. in Bailey - čeleď Hvězdicovité - <i>Asteraceae</i> ) .....	14
1.1.5 Štěrbák ( <i>Cichorium endivia</i> L. - čeleď Hvězdicovité - <i>Asteraceae</i> ).....	14
1.1.6 Čekanka salátová hlávková ( <i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i> Hegi forma <i>capitata</i> - čeleď Hvězdicovité - <i>Asteraceae</i> ).....	15
1.1.7 Polníček kozlíček ( <i>Valerianella locusta</i> Bectcke, syn. <i>V. olitoria</i> (L.) Pollich - čeleď Kozlíkovité - <i>Valerianaceae</i> ) .....	15
1.1.8 Špenát setý ( <i>Spinacia oleracea</i> L. - čeleď Laskavcovité - <i>Amaranthaceae</i> ) .....	16
1.1.9 Novozélandský špenát (čtyřboč rozložitý) - ( <i>Tetragonia</i> <i>tetragonoides</i> (Pallas) Kunte, syn. <i>Tetragonia expansa</i> Murr. - čeleď Kosmatcovité - <i>Aizoaceae</i> ) .....	16
1.1.10 Pekingské zelí ( <i>Brassica pekinensis</i> Ruprecht, syn. <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>pekinensis</i> (Loureiro) Hanelt. - čeleď Brukvovité - <i>Brassicaceae</i> ) .....	17
1.1.11 Čínské zelí - pak choi ( <i>Brassica chinensis</i> L., syn. <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>chinensis</i> (L.) Hanelt. - čeleď Brukvovité - <i>Brassicaceae</i> ).....	17
1.1.12 Celer naťový (listový) - ( <i>Apium graveolens</i> L. var. <i>secalinum</i> Alef. - čeleď Miříkovité - <i>Apiaceae</i> ) .....	18
1.1.13 Petržel naťová ( <i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) A. W. Hill, syn. <i>Petroselinum crispum</i> subsp. <i>crispum</i> (Mill.) A. W. Hill - čeleď Miříkovité - <i>Apiaceae</i> ) .....	18
1.1.14 Pažitka ( <i>Allium schoenoprasum</i> L. - čeleď Amarylkovité - <i>Amaryllidaceae</i> ) .....	19
1.2 STONKOVÁ ZELENINA.....	19
1.2.1 Celer řapíkatý ( <i>Apium graveolens</i> L. var. <i>dulce</i> (Mill.) Pers. - čeleď Miříkovité - <i>Apiaceae</i> ) .....	19
1.2.2 Fenykl sladký ( <i>Foeniculum vulgare</i> var. <i>azoricum</i> Mill., Thell - čeleď Miříkovité - <i>Apiaceae</i> ) .....	20
1.2.3 Mangold ( <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>cicla</i> L., syn. <i>Beta vulgaris</i> L.ssp. <i>vulgaris</i> var. <i>cicla</i> L - čeleď Laskavcovité - <i>Amaranthaceae</i> ).....	20
1.2.4 Chřest ( <i>Asparagus officinalis</i> L. - čeleď Chřestovité - <i>Asparagaceae</i> ) .....	21
1.2.5 Reveň vlnitá - rebarbora ( <i>Rheum rhabarbarum</i> L., syn. <i>R. undulatum</i> L. - čeleď Rdesnovité - <i>Polygonaceae</i> ).....	21



<b>2</b>	<b>CHEMICKÉ SLOŽENÍ LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY .....</b>	<b>22</b>
2.1	ENERGIE .....	22
2.2	VODA .....	22
2.3	SACHARIDY .....	23
2.4	BÍLKOVINY .....	24
2.5	LIPIDY .....	24
2.6	VLÁKNINA.....	25
2.7	PŘÍRODNÍ AROMATICKÉ LÁTKY .....	26
2.7.1	Organické kyseliny.....	26
2.7.2	Hořké látky .....	26
2.7.3	Chuťové látky.....	26
2.7.4	Vonné látky .....	27
2.8	MINERÁLNÍ LÁTKY .....	27
2.8.1	Minerální látky listové a stonkové zeleniny.....	28
2.8.2	Zastoupení minerálních látek ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny .....	29
2.9	PLYNY .....	29
2.10	VITAMINY .....	29
2.10.1	Vitaminy rozpustné v tucích .....	30
2.10.2	Vitaminy rozpustné ve vodě.....	31
2.11	BARVIVA .....	32
2.12	ENZYMY .....	33
2.13	BIOAKTIVNÍ LÁTKY .....	33
<b>3</b>	<b>GASTRONOMICKÝ VÝZNAM LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY.....</b>	<b>35</b>
3.1	SALÁTY .....	35
3.2	ZELENINOVÉ NÁPOJE .....	35
3.3	TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY .....	36
3.4	UCHOVÁNÍ ZELENINY .....	36
3.5	ZPRACOVÁNÍ VYBRANÝCH DRUHŮ ZELENINY .....	36
<b>4</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>38</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ.....</b>	<b>40</b>
5.1	PŘÍPRAVA ČERSTVÝCH ZELENINOVÝCH ŠTÁV .....	40
5.2	PŘÍPRAVA PASTEROVANÝCH ZELENINOVÝCH ŠTÁV .....	41
5.3	PŘÍPRAVA ZELENINOVÝCH MIXŮ .....	41
<b>6</b>	<b>STANOVENÍ VYBRANÝCH UKAZATELŮ - ŠTÁV Z LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY .....</b>	<b>42</b>

6.1	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY METODOU DPPH.....	42
6.1.1	Příprava chemikálií a zeleninových vzorků .....	42
6.2	CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLŮ METODOU FOLIN-CIOCALTEU ČINIDLEM.....	43
6.2.1	Příprava chemikálií a zeleninových vzorků .....	43
<b>7</b>	<b>VYHODNOCENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ.....</b>	<b>45</b>
7.1	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY METODOU DPPH.....	45
7.1.1	Vyhodnocení výsledků antioxidační kapacity .....	46
7.2	STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLŮ METODOU FOLIN- CIOCALTEU ČINIDLEM -TPC.....	47
7.2.1	Vyhodnocení výsledků polyfenolů .....	48
7.3	CELKOVÉ VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ .....	48
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>58</b>

## ÚVOD

Listová a stonková zelenina obsahuje velké množství prospěšných látek pro zdraví člověka. Je důležitá součástí výživy a využívá se čteně v gastronomii. Nejčastěji se konzumuje v syrovém stavu jako salátová zelenina, zeleninová šťáva nebo se tepelně zpracovává.

Listová a stonková zelenina je bohatá především na provitamin A, vitaminy C a E, minerální látky, vlákninu, také na přírodní antioxidanty, jako jsou karotenoidy, chlorofyl, fenoly, flavonoidy. Tyto antioxidanty jsou významné pro inhibici řetězové reakce, potlačení tvorby volných radikálů vazbou na kovové ionty nebo při odstranění různých volných radikálů v těle člověka.

Biologicky aktivní látky napomáhají k prevenci a snižování civilizačních chorob, např. kardiovaskulární nemoci, neurologických poruch, procesu stárnutí.

V bakalářské práci bude charakterizována listová a stonková zelenina - její zařazení dle druhů, chemického složení - energie, obsahu vody, sacharidů, bílkovin, lipidů, vlákniny, přírodních aromatických látek, minerálních látek, plynů, vitaminů, barviv, enzymů, bioaktivních látek a její gastronomický význam.

Na teoretický základ bude navazovat praktická část, ve které bude posuzován obsah biologicky aktivních látek ve vybraných vzorcích zeleninových šťáv. Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH a celkových polyfenolů metodou Folin-Ciocalteu činidlem. Analyzované budou vzorky čerstvých a pasterovaných 100 % zeleninových šťáv. Nezbytnou součástí této analýzy vede ke zvážení, zda je přínosné konzumovat čerstvou, či pasterovanou zeleninovou šťávu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CHARAKTERISTIKA LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY

Charakteristickým znakem u této skupiny zeleninových druhů se konzumují listy většinou v syrovém stavu. Mezi tyto druhy řadíme salát hlávkový, listový či římský, čekanka salátová hlávková, endivie kadeřavá, eskariol, rychlené čekankové puky, pekingské zelí, čínské zelí, polníček, pažitka, petržel naťová, nebo také tepelné upravené, případně i syrové řapíky nebo metamorfované části řapíků a stonků - celer řapíkatý, mangold, reveň vlnitá, fenykl sladký, chřest [1].

Dalším znakem u této skupiny zeleniny se nachází vysoký obsah zelených barviv, kyseliny listové, ochranných antioxidantů, provitaminu A, vitaminu typu C a K, minerálií a většinou i nutričně hodnotných bílkovin, vyšší obsah vlákniny. Některé druhy zeleniny obsahují hořčiny intybin nebo inulin, které jsou vhodné na správný chod trávení. Tento komplex ochranných složek zlepšuje mozkovou činnost, schopnost koncentrace, trávení a správnou činnost jater [1].

Lze pěstovat všechny druhy stonkové a listové zeleniny v našich klimatických (nejsou náročné na teplotu) i půdních podmínkách. Skladovatelnost a čerstvost je v řádech několika dní [1].

Dělení jednotlivých druhů listové a stonkové zeleniny se může mnohdy lišit, neboť někteří autoři se odlišují v literárních zdrojích.

### 1.1 Listová zelenina

#### 1.1.1 Salát hlávkový (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L. - čeled' Hvězdnicovité, *Asteraceae*)

Salát tvoří hlávky vejčitých listů, po řezu vytéká mléčná šťáva a po zaschnutí tmavne do hnědé barvy. Obsahuje chlorofyl, hořčinu (laktucin), která slouží jako obrana proti škůdcům, a také má cytostatické účinky. Salát je charakteristický nízkou nutriční hodnotou [1,2].



Obr. 1: Salát hlávkový [3]

### 1.1.2 Salát ledový (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L. forma *nidus jaggeri* Helm. - čeleď Hvězdnicovité - *Asteraceae*)

Salát ledový patří mezi hlávkové saláty, listy a žebra listů mají skelný povrch (jakoby namrzlé), jsou výrazně žabernaté, zkadeřavěné a křehké. Okrajové listy jsou tmavě zelené a ke středu hlávky je jejich barva světlejší. Není náročný na skladování a vydrží řádově několik týdnů v chladírenských teplotách [1,2].



Obr. 2: Salát ledový [4]

### 1.1.3 Salát listový (*Lactuca sativa* L. var. *acephala* Alef., syn. *L. s.* var. *secalina* Alef., syn. *L. s.* var. *crispa* L. - čeleď Hvězdnicovité - *Asteraceae*)

Salát listový tvoří růžici celokrajných, vykrajovaných nebo stříhaných listů od žluté, zelené, červené nebo červenohnědé barvy. Dělíme jej podle tvaru listů na dva typy: typ lollo s kadeřavými listy žlutozelené barvy (lollo biondo), červenohnědé (lollo rossa), typ dubolistý barvy od zelené po sytě červenou až hnědočervenou. V gastronomii se používá k dekoraci pokrmů nebo je součástí chlazených směsných salátů. Zelené odrůdy listového salátu obsahují více vlákniny než odrůdy salátu hlávkového. Odrůdy salátu dubolistého neobsahují hořké látky (např. seskviterpeny) [1,5].



Obr. 3: Salát listový [6]

#### 1.1.4 Salát římský (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* Lam., syn. *L. s.* var. *romana* Hort. in Bailey - čeleď Hvězdnicovité - *Asteraceae*)

Mezi typickou oblast, ve které se pěstuje římský salát je Středomoří (Itálie, Francie, Španělsko). Zavinutá hlávka doutníkového tvaru, tvořena světlezelenými až sytě zelenými protáhlými listy s vystouplým žebrem a voskovým povrchem ve tvaru srdčiček. Obsahuje větší množství laktucinu než hlávkový salát a způsobuje touto látkou nahořklou chuť (cytostatické účinky) [1,2].



Obr. 4: Salát římský [7]

#### 1.1.5 Štěrbák (*Cichorium endivia* L. - čeleď Hvězdnicovité - *Asteraceae*)

Štěrbák neboli endivie obsahuje více sušiny a vlákniny než hlávkový salát. Podle listů rozeznáváme dva typy štěrbáku: endivii kadeřavou s bohatě vykrajovanými listy a eskariol s celokrajnými listy. Vysoký je obsah flavonoidů, vitamínu A, vitamínu K, kyseliny listové a vlákniny. Je dobrým zdrojem minerálních látek, jako je draslík, hořčík, vápník, fosfor, sodík a železo. Hořká chuť štěrbáku je dána složkou intybin, která se vyskytuje v tmavě zelených listech [1,2].



Obr. 5: Štěrbák [8]

#### 1.1.6 Čekanka salátová hlávková (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi forma *capitata* - čeled' Hvězdnicovité - *Asteraceae*)

Čekanka salátová hlávková je dvouletá rostlina, která v prvním roce tvoří červenofialové hlávky s výrazným bílým žebrem, poté přechází do hlávek (nadzemních růžic). Konzumní částí jsou nažloutlé puky. Čekankové puky jsou dobrým zdrojem minerálních látek (vápník, draslík), dále obsahuje hořčiny intybin a inulin [1,2].

Obr. 6: Čekanka salátová  
hlávková [9]

#### 1.1.7 Polníček kozlíček (*Valerianella locusta* Bectcke, syn. *V. olitoria* (L.) Pollich - čeled' Kozlíkovité - *Valerianaceae*)

Listy polníčku jsou oválné, tmavě zelené barvy, které jsou bohaté na provitamin A, vitamin C, rutin. Vyskytuje se vyšší obsah minerálních látek, především vápník, draslík, železo a fosfor [1,2].





Obr. 7: Polníček kozlíček [10]

### 1.1.8 Špenát setý (*Spinacia oleracea* L. - čeleď Laskavcovité - *Amaranthaceae*)

Špenát setý má lesklé řapíkaté listy (střední až dlouhé), jsou uspořádány v přízemní růžici. Listy jsou bohaté na barvivo chlorofyl, kyselinu listovou (folacin), kyselinu křemičitou i nežádoucí kyselinu šťavelovou, která váže na sebe v lidském těle vápník. Dále má značný obsah kyseliny askorbové, vitaminů skupiny B, vysoký obsah železa, draslíku, hořčíku. Špenát při růstu kumuluje velké množství dusičnanů [1,2].



Obr. 8: Špenát setý [11]

### 1.1.9 Novozélandský špenát (čtyřboč rozložitý) - (*Tetragonia tetragonioides* (Pallas)

Kunte, syn. *Tetragonia expansa* Murr. - čeleď Kosmatcovité - *Aizoaceae*)

Pěstuje se pro sklizeň krátkých a křehkých řapíkatých listů trojúhelníkovitého tvaru. Sbírají se také mladé výhonky. Novozélandský špenát obsahuje kyselinu šťavelovou, vitamin C, karoten A, vitaminy skupiny B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> a niacin. Mezi minerálními látkami jsou zastoupeny: draslík, vápník, fosfor, hořčík, železo [1].



Obr. 9: Novozélandský špenát  
(čtyřboč rozložitý) [12]

#### 1.1.10 Pekingské zelí (*Brassica pekinensis* Ruprecht, syn. *Brassica rapa* subsp. *pekinensis* (Loureiro) Hanelt. - čeled' Brukvovité - *Brassicaceae*)

Pekingské zelí tvoří hlávky. Listy jsou dlouhé oválného tvaru, bezřapíkaté se zdužnatělými širokými žebry, hladké s vlnitým okrajem. Barvy světle zelené. Hlávky mají rozdílné tvary, výšku a zbarvení listů. Má nižší energetickou hodnotu [1,2].



Obr. 10: Pekingské zelí [13]

#### 1.1.11 Čínské zelí - pak choi (*Brassica chinensis* L., syn. *Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L.) Hanelt. - čeled' Brukvovité - *Brassicaceae*)

Tvoří polovzpřímené nebo přizemní listové růžice tvořené žlábkovitými řapíkatými listy, netvořící hlávku. Listy jsou lesklé, mírně ochlupené, silně žebrované, zbarvené od světle zelené do tmavě zelené barvy. Čínské zelí má vysoký obsah vitamínu C, a také vyšší obsah minerálních látek než pekingské zelí, mezi které můžeme zařadit např. fosfor, hořčík, zinek. Je typické pro svoji nízkou energetickou hodnotu a vysokou nutriční hodnotu [1,2].



Obr. 11: Čínské zelí [14]

#### 1.1.12 Celer naťový (listový) - (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef. - čeled' Miříkovité - *Apiaceae*)

Celer naťový je tvořen rozvětvenými, dužnatými kořeny. Listy jsou charakteristicky aromatické celerovou vůní, aroma tvoří silice apiin, cholin, kyselina palmitová, sedanolid, karvon,  $\beta$ -selenin a další. Nať je bohatá na vitaminy a minerální látky [1,2].



Obr. 12: Celer naťový (listový) [15]

#### 1.1.13 Petržel naťová (*Petroselinum crispum* (Mill.) A. W. Hill, syn. *Petroselinum crispum* subsp. *crispum* (Mill.) A. W. Hill - čeled' Miříkovité - *Apiaceae*)

Petržel naťová tvoří zoubkované řapíkaté listy, které jsou hladké nebo zkadeřené. Je významná pro svoji nutriční hodnotu, má vysoký obsah vitamínu C, karotenoidů, vitamínu E a minerálních látek (draslík, fosfor, vápník, chlor, mangan, hořčík, železo). Aroma tvoří éterické petrželové silice, zejména apiol [1,2].



Obr. 13: Petržel naťová [16,17]

#### 1.1.14 Pažitka (*Allium schoenoprasum* L. - čeleď Amarylkovité - *Amaryllidaceae*)

Pažitka se řadí mezi vytrvalou rostlinu a tvoří husté, tmavě zelené trsy trubkovitých listů, které vyrůstají z cibulek. Významná pro vysoký obsah vitamínu C a minerálních látek (draslík, vápník, hořčík a železo), aroma tvoří silice [1].



Obr. 14: Pažitka [18]

## 1.2 Stonková zelenina

### 1.2.1 Celer řapíkatý (*Apium graveolens* L. var. *dulce* (Mill.) Pers. - čeleď Miříkovité - *Apiaceae*)

Řapíky jsou žlutozelené až bělavé, kořenová část je tvořena dužnatými kořeny. Aroma řapíkatého celeru tvoří silice se složkou sedanolid, obsahuje také glykosidy apiin a limonen, a také vysoký obsah vitamínů, chlorofylu, luteinu, vlákniny a minerálních látek jako je vápník či sodík [1,2].



Obr. 15: Celer řapíkatý [19]

### 1.2.2 Fenykl sladký (*Foeniculum vulgare* var. *azoricum* Mill., Thell - čeled' Miříkovité - *Apiaceae*)

U fenyklu se konzumují hlízy, které obsahují velké množství vitamínu C a minerálních látek (vápník, železo, hořčík) [1].



Obr. 16: Fenykl sladký [20]

### 1.2.3 Mangold (*Beta vulgaris* ssp. *cicla* L., syn. *Beta vulgaris* L.ssp. *vulgaris* var. *cicla* L - čeled' Laskavcovité - *Amaranthaceae*)

Listy mangoldu se liší odrůdově, avšak vzhledově i chuťově (betain) se podobají řepě. Listové čepele jsou zbarvené od světle, tmavě zelené i červenofialové barvy. Řapíkaté odrůdy tvoří silné dužnaté řapíky. Významný je obsah karotenů, flavonoidů, provitaminu A, vitamínu C, B<sub>2</sub>, vlákniny, minerálních látek (železo, vápník, draslík). Méně žádoucí je obsah kyseliny šťavelové [1,2].



Obr. 17: Mangold [21]

#### 1.2.4 Chřest (*Asparagus officinalis* L. - čeleď Chřestovité - *Asparagaceae*)

Chřest se pěstuje pro vybělené výhonky, tzv. pazochy - bílý chřest, méně pro výhonky ne-bělené - zelený chřest. Obsahuje především draslík a vitaminy skupiny B, aminokyselinu asparagin (odstraňuje z těla cizorodé látky) [1].



Obr. 18: Chřest [22]

#### 1.2.5 Reveň vlnitá - rebarbora (*Rheum rhabarbarum* L., syn. *R. undulatum* L. - čeleď Rdesnovité - *Polygonaceae*)

Reveň se pěstuje pro řapíky, které jsou rýhované, dužnaté (zelené, načervenalé až červené). Minerální látky v reveni jsou draslík, vápník, jód, železo. Nežádoucí kyselina šťavelová se tvoří v průběhu vegetace [1,2].



Obr. 19: Reveň vlnitá - rebarbora [23]

## 2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY

Mezi hlavní přednosti zeleniny patří vyšší obsah vody, vlákniny, vitamínů, minerálních látek a v neposlední řadě má nízký obsah kalorií. Díky svému složení přispívá stonková a listová zelenina k prevenci civilizačních chorob a přispívá ke zvýšení biologické hodnoty stravy člověka [2].

### 2.1 Energie

Listová a stonková zelenina patří mezi potraviny nízkoenergetické [2].

Tabulka 1: Energetická hodnota ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Energetická hodnota [kJ/kg]	
petržel	2430
špenát	1376
řapíkatý celer	1370
salát hlávkový	750
pekingské zelí	510

### 2.2 Voda

Společným znakem pro listovou a stonkovou zeleninu je vysoký obsah vody v pletivech, který je kolem 75–95 % [2,24].

V zelenině je obsažena jednak voda volná, jednak vázaná na koloidy. Volná voda se vyskytuje ve šťávě zeleniny a jsou v ní rozpuštěny další látky, které šťávy obsahují (cukr, kyseliny, apod.). Voda, vázaná na koloidy, tvoří okolo nich vodní obal, který je jejich neoddělitelnou částí [25].

Ke změnám v obsahu vody dochází v potravinách při skladování a během technologického či kulinárního zpracování, např. při sušení, vaření. Ztráty vody a současně i ve vodě rozpustných látek vznikají při zmrazování a rozmrazování potravin. O ztrátě vody rozhoduje čas obou operací. Při pomalém procesu jsou ztráty vyšší (poškození buněk velkými krystaly ledu) než při rychlém procesu [26].

Tabulka 2: Obsah vody ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Obsah vody [g/kg]	
petržel	862
špenát	915
řapíkatý celer	930
salát hlávkový	947
pekingské zelí	954

### 2.3 Sacharidy

Sacharidy jsou produktem asimilace CO<sub>2</sub> zelenými částmi rostlin. Listy pohlcují CO<sub>2</sub> ze vzduchu a pomocí vody, kterou čerpají kořeny z půdy, tvoří v přítomnosti chlorofylu a za působení slunečního světla glukosu a z ní škrob i ostatní sacharidy [24].

Mají v buňkách různé funkce. Využíváme je především jako zdroj energie, a proto se spolu s bílkovinami a lipidy řadí k hlavním živinám. Jsou základními jednotkami mnoha buněk, chrání je před působením různých vnějších vlivů. Jsou biologicky aktivními látkami nebo složkami mnoha biologicky aktivních látek, jako jsou glykoproteiny, některé koenzymy, hormony, vitaminy aj. [26].

Tabulka 3: Obsah sacharidů ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Obsah sacharidů [g/kg]	
petržel	90
špenát	41
řapíkatý celer	37
salát hlávkový	27
pekingské zelí	10



## 2.4 Bílkoviny

Bílkoviny jsou polymery aminokyselin, které vznikly procesem proteolýzy. Na molekuly bílkovin mohou být vázány molekuly vody, různé anorganické ionty i organické sloučeniny [26].

Základní složky bílkovin, aminokyseliny, se řadí také mezi stavební materiál lidského těla. Esenciální aminokyseliny jsou nepostradatelné, protože lidské tělo si je nedokáže samo vytvořit. Některé z nich v zelenině chybí. V zelenině bývá méně než 1 g/kg jednotlivých aminokyselin [2].

U zeleniny s intenzivně zelenými listy jako je např. špenát, se vyznačuje vyšším obsahem bílkovin a esenciálních aminokyselin. Ze světle žlutého zbarvení listové zeleniny je možno soudit na nižší obsah bílkovin, vitamínu C a karotenů [27].

Během kulinárních a technologických úprav jsou pletiva poškozeny, což se projevuje v žádoucí, ale často v nežádoucí aktivitě různých enzymů (hnědnutí potravin) [26].

Tabulka 4: Obsah bílkovin ve vybraných  
druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Obsah bílkovin [g/kg]	
petržel	37
špenát	34
řapíkatý celer	13
salát hlávkový	15
pekingské zelí	11

## 2.5 Lipidy

Lipidy jsou označovány jako přírodní sloučeniny obsahující esterově vázané mastné kyseliny o více než 3 atomech uhlíku v molekule. Nicméně jsou význačné a nevyhnutelné pro zdraví a vývoj organismu [26].

Lipidů v zelenině se nachází malé množství, nicméně není energeticky významný. Avšak se podílejí na tvorbě chuti a vůně, neboť jsou vázány v různých aromatických složkách [2].

Tabulka 5: Obsah lipidů ve vybraných  
druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Obsah lipidů [g/kg]	
petržel	10
špenát	6
řapíkatý celer	2
salát hlávkový	3
pekingské zelí	3

## 2.6 Vlákna

Vlákna je jednou z nejvýznamnějších složek zeleniny. Je souborem neškrobových polysacharidů, které nejsou rozložitelné pro naše trávicí enzymy. Avšak část vlákniny se v zažívacím traktu rozloží a stráví, ostatní odchází z těla jako nestravitelná složka. Tvoří ji celulóza (1–2 %), hemicelulózy, pektiny, gummy a sliz. Další nestravitelné oligosacharidy, lignin a doprovodné látky (kutin, třísloviny). Součástí vlákniny je inulin, který má schopnost snižovat hladinu škodlivého cholesterolu a zvyšuje využitelnost minerálních látek (vápníku) [2,26].

Významná schopnost vlákniny je vázat a odvádět škodlivé látky, včetně cholesterolu, ze zažívacího ústrojí, zvláště těžkých kovů jako je olovo, rtuť nebo kadmium [2].

Je prokázáno, že nízký obsah vlákniny má spojitost s onemocněním zažívacího traktu i se vznikem zhoubných tumorů. Tudíž je nepostradatelné respektovat doporučenou denní dávku vlákniny, která se pohybuje v rozmezí 25–30 g. Zelenina obsahuje 10–80 g/kg potravinové vlákniny. Průměrná hodnota vlákniny se pohybuje kolem hodnoty 6,6 g/kg [2,28].

Tabulka 6: Obsah vlákniny ve vybraných  
druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Obsah vlákniny [g/kg]	
petržel	50
špenát	21
řapíkatý celer	24
salát hlávkový	9
pekingské zelí	16

## 2.7 Přírodní aromatické látky

### 2.7.1 Organické kyseliny

Kyselost potravin souvisí s množstvím přítomných nedisociovaných a disociovaných kyselin (oxoniových iontů). Mezi organické kyseliny můžeme začlenit kyselinu citronovou a jablečnou. Mnohdy se uplatňují také další kyseliny, např. askorbová (ovoce), vinná (hrozny), šťavelová (reveň), mléčná (kysané zelí), octová (konzervovaná zelenina) [5].

Kvalita a intenzita je závislá na pH. U čerstvé zeleniny se pohybuje pH kolem hodnoty 5,0–6,6. Výjimkou je reveň, kde se hodnota pH pohybuje kolem 3,2 (poměrně kyselá). Obsah kyselin v čerstvé zelenině se pohybuje v rozmezí 2–4 g/kg [5].

#### *Kyselina šťavelová*

Šťavelová kyselina je běžnou složkou v zelenině, jako kyselý nebo neutrální šťavelan draselný a jako šťavelan vápenatý. S  $\text{Ca}^{2+}$  (vápenaté ionty) tvoří nerozpustnou sůl (šťavelan vápenatý), což může za jistých okolností vážně interferovat s metabolismem vápníku a snižovat jeho hodnotu v těle. Obsahuje ji z listové zeleniny špenát a ze stonkové zeleniny reveň [5].

### 2.7.2 Hořké látky

Hořkými látkami těchto zelenin jsou seskviterpeny, kde je hlavní složka laktucin. Laktucin má příznivé fyziologické účinky na sekreci trávicích šťáv [2,5].

Slabě nahořklou chuť má řada zelenin z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*), např. štěrbák (endivie), čekanka a hlávkový salát - zvláště košťál a mléčná šťáva [5].

### 2.7.3 Chuťové látky

Chuť přijímáme pomocí chuťových receptorů, které jsou uloženy v dutině ústní. Máme 4 základní chutě (sladká, slaná, kyselá, hořká). Doplnující trpkou chuť nám tvoří polyfenolické látky. Řadíme je mezi polární, rozpustné, netěkavé látky. Chuť listové zeleniny může být během skladování měněna kvůli degradaci chlorofylu a ztrátám vody [5,35].

### ***Slaná chuť***

Slanost v zelenině je dána anorganickými ionty sodíku, lithia a draslíku. Aktivátorem je chlor. Taktéž se vyskytují některé soli organických kyselin, které podmiňují kvalitu chuti a její další atributy (hořká chuť) [5].

### ***Sladká chuť***

Sladkost v zelenině tvoří přírodní sacharidy a dusíkaté sloučeniny (glycin, alanin), které se vyskytují v menším množství v zelenině [5].

### ***Kyselá chuť***

Kyselost v zelenině tvoří šťavelová a v menším množství citronová kyselina [5].

### ***Hořká chuť***

Hořkost v zelenině tvoří alkaloidy, hydrofóbní aminokyseliny, peptidy a fenolické látky [5].

## **2.7.4 Vonné látky**

Vůni přijímáme pomocí čichových receptorů. Tyto látky řadíme mezi nepolární/málo polární sloučeniny, které jsou málo rozpustné až nerozpustné. Interagující složky, které nám dávají intenzitu vůně, jsou lipidy, sacharidy, bílkoviny. Zásadní složka vonných látek v zelenině jsou terpenové uhlovodíky, alkoholy, nenasycené alkoholy, karboxylové sloučeniny (aldehydy, ketony), karboxylové kyseliny (estery) [5].

Celkové množství aromatických látek se pohybuje od 7–200 mg/kg [2].

## **2.8 Minerální látky**

Minerální látky jsou přítomny ve formě přijatelných anorganických i organických sloučenin. Rostliny je přijímají do svých pletiv z půdy prostřednictvím kořenů. Pro lidský organismus jsou nepostradatelné, jednak je využíváme jako stavební složky (vápník, fosfor), jednak složky enzymů, na nichž závisí životní funkce (železo, mangan, draslík) [2,29].

Minerální podíl tvoří u většiny potravin 0,5–3 hmotnostních procent [26].

### 2.8.1 Minerální látky listové a stonkové zeleniny

Listová a stonková zelenina obsahuje velké množství minerálních látek, jejichž obsah kolísá podle druhu [1].

Největší zastoupení v listové a stonkové zelenině má draslík, který dosahuje hodnot od 1500–5500 mg/kg, poté sodík 20–2200 mg/kg, vápník od 190–1400 mg/kg, hořčík 50–850 mg/kg, fosfor 100–600 mg/kg a železo 2–65 mg/kg [1].

Tabulka 7: Obsah makroelementů ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Obsah makroelementů [g/kg]							
	Sodík (Na)	Draslík (K)	Hořčík (Mg)	Vápník (Ca)	Chlor (Cl)	Fosfor (P)	Síra (S)
petržel	330	7360	410	1940	1200	1280	n
špenát	650	4500	460	860	560	450	200
řapíkatý celer	860	3600	250	800	1370	480	220
salát hlávkový	135	2180	158	570	499	205	156
pekingské zelí	67	2020	110	400	180	550	n

Tabulka 8: Obsah minoritních prvků ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2]

Obsah minoritních prvků [g/kg]		
	Železo (Fe)	Zinek (Zn)
petržel	43,2	7,8
špenát	33	3,4
řapíkatý celer	21	0,7
salát hlávkový	11	3,9
pekingské zelí	6	2

## 2.8.2 Zastoupení minerálních látek ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny

### *Listová zelenina*

Petržel je bohatá na vápník, železo, fosfor a zinek. Špenát obsahuje vápník, železo, sodík a hořčík. Hlávkový salát obsahuje významné množství vápníku a železa. Pekingské zelí má významné množství draslíku a vápníku [28].

### *Stonková zelenina*

Řapíkatý celer obsahuje významné množství sodíku, vápníku a železa [28].

## 2.9 Plyny

### **Dusičnany a dusitany**

Dusičnany a dusitany jsou přirozeným komponentem životního prostředí a podílejí se na koloběhu dusíku v přírodě. V rámci tohoto koloběhu se rozkladem bílkovin a jiných dusíkatých látek živých organismů uvolňuje amoniak [5].

Vyskytují se v rostlinných buňkách, jen v několika zeleninových druzích, anebo za nevhodných pěstitelských podmínek se kumulují v četnějším množství, většinou z půdy, která obsahuje hnojiva (posklizňové zbytky, zelené hnojení, stájové hnoje, průmyslová hnojiva) [2,5].

Listová zelenina má tendenci hromadit dusičnany. Proto je důležité správné hnojení dusíkatými hnojivy. Vysoký obsah dusičnanů obsahuje především listová zelenina - salát, endivie, špenát, mangold, pekingské a čínské zelí, reveň. Střední obsah dusičnanů - petržel [1,5].

Dusičnany jsou relativně netoxické, ale jejich metabolity a reakční produkty, např. oxid dusičitý, dusitany a N-nitrososloučeniny, mají negativní vliv na zdraví člověka, neboť se podílejí na methemoglobinémii a vývoji rakoviny [30].

## 2.10 Vitaminy

Vitaminy patří mezi organické nízkomolekulární sloučeniny s různou chemickou strukturou. Jsou součástí katalyzátorů biochemických reakcí a patří mezi významnou složku nutriční hodnoty stonkové a listové zeleniny. U listové zeleniny je větší obsah vitamínu C s antioxidačním účinkem [2,26,31].

### 2.10.1 Vitaminy rozpustné v tucích

#### *Vitamin A*

U potravin rostlinného původu se nevyskytuje vitamin A, ale jsou přítomny jeho provitaminy, mezi které řadíme karoteny, xanthofyly. Nejvýznamnějším provitaminem A je  $\beta$ -karoten, který se nachází především v mrkvi, v listové zelenině, v rajčatech a v paprikách [26,31].

Tabulka 9: Obsah  $\beta$ -karotenu ve vybraných druzích listové zeleniny [2]

Obsah B-karotenu [mg/kg]	
petržel	30–260
špenát	50–480
hlávkový salát	3–25
pekingské zelí	26–50
řapíkatý celer	2–20

#### *Vitamin D*

Vitamin D zvyšuje využití vápníku a fosforu. V malém množství ho obsahuje petrželová nať [2].

#### *Vitamin E*

Vitamin E se řadí mezi antioxidanty. Hlavní formou vitamínu v zelených částech rostlin je  $\alpha$ -tokoferol, který je lokalizován v plastidech. Mezi zeleninové zdroje patří špenát, petrželová nať, kapusta, brokolice. Celkový obsah vitamínu E ve špenátu je 16–25 mg/kg [26,31].

#### *Vitamin K*

U rostlin se vyskytuje vitamin  $K_1$ , který je běžnou součástí buněk chloroplastů. Je nepostradatelný pro správnou funkci proteinů podílejících se na srážení krve. Bohatým zdrojem je zelená listová zelenina - špenát, nať petržele [26,31].

## 2.10.2 Vitaminy rozpustné ve vodě

### *Vitamin C*

Vitamin C má významné antioxidační schopnosti, inhibuje tvorbu nitrosaminů a uplatňuje se při hydroxylačních reakcích, které probíhají v organismu (např. hydroxylace kolagenu). Zelenina je dobrým zdrojem vitamínu C např. paprika, listová zelenina a brukvovitá zelenina [2,26,31].

### *Vitamin B<sub>1</sub> (thiamin)*

Thiamin je nezbytnou součástí některých enzymů v organismu, udržuje funkčnost nervového systému. Zelenina má obsah vitamínu B<sub>1</sub> až 12 %. Mezi zeleninové zdroje je možné zařadit špenát [26,31].

### *Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin)*

Asi 10 % celkového množství vitamínu přijímaného v potravě zajišťuje zelenina. Bohaté na riboflavin jsou špenát, zelí, chřest. Riboflavin se minimálně rozkládá tepelnou úpravou [32].

### *Vitamin B<sub>3</sub> (niacin, kyselina nikotinová)*

Nikotinamid je součástí oxidované formy NAD<sup>+</sup> - ta se podílí na degradaci tuků, cukrů, bílkovin; redukované formy NADH a jeho fosforečného esteru NADP - uplatňuje se v syntéze makromolekul, mastných kyselin a cholesterolu. Jsou kofaktory několika set různých enzymů. Nedostatek vitamínu, se projevuje poškozením kůže, poruchami trávicího ústrojí. Vitamin B<sub>3</sub> obsahuje listová zelenina a chřest [26,32].

### *Vitamin B<sub>5</sub> (kyselina pantothenová)*

Vitamin B<sub>5</sub> je součástí enzymů. Zabraňuje předčasnému šedivění vlasů, poruchy trávicího ústrojí a zabezpečení nervového systému. Zdrojem je např. zelí [2].

### *Vitamin B<sub>6</sub> (pyridoxin)*

Vitamin B<sub>6</sub> chrání cévy před kornatěním, zabezpečuje funkci nervového systému a jater. Je součástí některých enzymů. Ze zeleniny je získáváno asi 22 % celkového příjmu vitamínu ve stravě. Nachází se v listové a kořenové zelenině [2,32].



### ***Kyselina listová (folacin)***

Kyselina listová se řadí mezi vitaminy skupiny B a pro lidské tělo je nepostradatelná. Ovlivňuje krevní oběh a přeměnu bílkovin v těle člověka. Nedostatek kyseliny listové souvisí s potížemi, jako je anémie, správný vývin plodu u těhotných žen, či potíže s trávením. V těle se podílí na tvorbě hormonu serotoninu (hormon štěstí). Kyselina listová je zastoupena v listové zelenině [2,32].

## **2.11 Barviva**

Barviva jsou látky, jejichž, výskyt v buňkách, vymezuje charakteristickou barvu založenou na selektivní absorpci světla. Barviva jsou význačnou skupinou senzorycky aktivních látek potravin. Jsou význačné díky svým antioxidačním schopnostem, snižují výskyt rakoviny [5].

### **Flavonoidy**

Flavonoidy jsou barevné fenolové látky a vyskytují se ve vyšších rostlinách v buňce ve vakuolách. Tyto látky se vyznačují pozitivními biologickými účinky. Jsou primárními antioxidanty, které se vyznačují antioxidačním účinkem a inhibují aktivitu volných radikálů v těle člověka. Zástupcem této skupiny je rutin, kvercetin, luteolin, myricetin, hesperidin. Mezi zeleninové zdroje můžeme zařadit salát, kapustu, mrkev, cibuli, rajče [5,33].

### **Karotenoidy**

Karotenoidy se řadí mezi rozsáhlejší skupinu lipofilních barviv zeleniny a ovoce. Řadí se mezi antioxidanty, jsou efektivní při zhášení singletového kyslíku, reagují s volnými radikály. Jejich pigmenty mohou být žluté, oranžové, žlutozelené, červené až hnědé barvy [5].

### **Chlorofyl**

Chlorofylová barviva jsou skupinou zelených barviv, která se nacházejí v pletivech zajišťujících fotosyntézu. Řadí se mezi pyrolová barviva (chlorofyl a, chlorofyl b, chlorofylin aj.), charakteristický pro zelenou barvu listů. Podléhají rozkladu při stárnutí pletiv, taktéž při zpracování a mění se na olivově zelený feofytin, na světle zelený chlorofylin, případně hnědý feoforbin [2].

V zelených částech rostlin je přítomen v množství kolem 600–1500 mg/kg. V listové zelenině, např. ve špenátu, salátu a naťových zeleninách, se nachází v množství do 1000 mg/kg [2,5].

Chlorofyl má pozitivní vliv na tvorbu červených krvinek a zamezuje výskyt rakoviny. Také byl doporučován při anémii, při ztrátě krve, rekonvalescenci a pro snížení cholesterolu v krvi [2].

## 2.12 Enzymy

Reakce enzymového hnědnutí vzniká v potravinách rostlinného i živočišného původu, kdy je poškozena buněčná struktura, tudíž enzymy a buněčné látky se smíchají. Příímým důsledkem působení polyfenoloxidázy a peroxidázy na polyfenoly tvořící chinony, které nakonec polymerizují. Reakce se projevuje vznikem hnědého pigmentu (melaninový typ) u čerstvě nakrájené zeleniny a ovoce. Reakce probíhá při zpracování potravin, taktéž při skladování a patří mezi nežádoucí pro spotřebitele [5,34].

## 2.13 Bioaktivní látky

### Antioxidanty

Působení antioxidantů je jednou z možností, jak organismus chránit před vlivem exogenních i endogenních volných radikálů. Interferují s procesem oxidace lipidů a jiných oxalabilních sloučenin tak, že reagují s volnými radikály (AO primární), nebo redukují vzniklé hydroperoxy (AO sekundární). Váží se do komplexů katalyticky působící kovy, eliminují přítomný kyslík [5].

V zelenině je přítomno několik desítek antioxidantů, u kterých se efekt sčítá, jindy znásobuje (synergický efekt), nebo se vzájemně omezuje. Mnoho antioxidantů patří do kategorie polyfenolů, karotenoidů a tokoferolů [2].

U čerstvé a zmrazené zeleniny je vyšší antioxidační aktivita než u tepelně zpracované. V některých případech tomu tak nemusí být, a naopak se po tepelném zpracování může účinnost zvyšovat. V antioxidačním účinku se vitamin C a vitamin E vzájemně zesilují [2].

### Polyfenolické látky

Vyskytují se ve všech druzích zeleniny. Zdraví prospěšné jsou zpravidla velké složité molekuly (polyfenoly). Působí na tělo člověka antioxidačně, stimulují určité enzymy, mají

ochranou bariéru nad srdečně - cévním a nádorovým onemocněním, posilují kapiláry, omezují shlukování krevních destiček. Kyselina askorbová s polyfenoly zvyšuje antioxidační účinek a zlepšuje sensorickou jakost. Listová zelenina, která obsahuje hořké látky (např. intybin), obsahuje více polyfenolických látek. Obsah fenolických látek v zeleninách dosahuje hodnot až 3000 mg/kg [2,35].

### **3 GASTRONOMICKÝ VÝZNAM LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENY**

Listová a stonková zelenina je významnou složkou zdravé výživy. Oproti minulému desetiletí je spotřeba této zeleniny ve vyspělých státech vyšší [35].

Zatímco většina listové a stonkové zeleniny je konzumována v syrovém stavu jako salátová zelenina a zeleninové nápoje. Některé druhy jsou konzumovány až po tepelném zpracování [35].

Doporučený denní příjem zeleniny se pohybuje kolem 5 až 10 porcí denně. Velmi důležitá je listová zelenina, do své stravy bychom měli začlenit alespoň 1 až 2 porce denně. Čerstvá zelenina si zachovává nutriční hodnoty, proto je velmi významná [2,36].

#### **3.1 Saláty**

Míchané saláty jsou složeny z čerstvé zeleniny a jsou ve velké oblibě. Zlepšují chuťovou harmonii i nutriční hodnotu. Většinou do zeleninových salátů přidáváme různé zálivky s přídavkem oleje (např. olivový, řepkový, dýňový) k dokonalému dochucení, a také aby byly lépe vstřebávány vitaminy (A, D, E, K) a barviva (např. karotenoidy, chlorofyl), které jsou rozpustné v tucích [2,29,31].

#### **3.2 Zeleninové nápoje**

##### **Zeleninová šťáva**

Zeleninovou šťávou se označuje neředěný, nezkvašený nebo mléčně zkvašený tekutý výrobek ze zeleniny. Vyrábí se z koncentrátu zeleninové šťávy nebo dřeně [31].

Ve výrobku se nachází větší část nerozpustné sušiny, včetně vlákniny. Šťáva se konzervuje zpravidla sterilací, při níž se usmrtí většina mikroorganismů, které by mohly vyvolat onemocnění. Probíhá v hermeticky uzavřených obalech (např. sklenice, lahve) a využívá teploty do 100° C [2].

##### **Čerstvé šťávy - smoothies**

Čerstvé šťávy lze označit také jako smoothies nebo freshe. Jsou čím dál tím více oblíbenější v populaci díky rychlému nasycení a chuťové pestrosti. Šťávy poskytují lehce stravitelné, koncentrované živiny rychleji. Lze kombinovat různé druhy zeleniny i s ovocem, např.

řapíkatý celer s petrželí a pomerančem nebo kombinace špenátu, jablka, citronu a máty. Často je nutno šťávu ředit, jelikož má výraznou chuť. Na výrobu šťávy je potřebné mít odšťavňovač, který se vyrábí v mnoha provedení [2].

### **3.3 Tepelné zpracování listové a stonkové zeleniny**

U tepelně zpracovaných potravin mohou být vyšší nutriční hodnoty, a také vyšší senzoricke vlastnosti [2].

#### **Vaření v páře**

Vaření v páře probíhá co nejkratší dobu, aby byly minimální ztráty živin. Upravujeme touto metodou např. špenát, řapíkatý celer, fenykl, čekanku [36].

#### **Dušení zeleniny**

Považujeme za nejšetrnější úpravu zeleniny. Dusíme s malým množstvím tuku a tekutiny. Tekutina může být vývar, vlastní šťáva nebo cibulový základ. Ztráty vitamínu C jsou kolem 20 %, zatímco při vaření kolem 75 %. Pokud chceme nahradit ztrátu vitamínu, pak přidáme před podáním na pokrm nakrájené zelené natě např. petržele [29].

### **3.4 Uchování zeleniny**

#### **Sušení**

Po opláchnutí zeleninu otřepeme a sušíme. Po usušení odtrhneme lístky a rozdrtíme je a dáme do uzavíratelné sklenice. Usušenou zeleninu přidáváme do polévek, při dušení masa apod. Sušíme nejčastěji petržel a špenát [29].

#### **Zmrazování**

Před zmrazováním pečlivě očistíme, krájíme nebo krátce tepelně zpracováváme např. spařováním či povařením. Zmrazujeme šokem při nižší teplotě, než je  $-18^{\circ}\text{C}$ . Využíváme zelené natě (např. petržel, pažitku) a špenát [29].

### **3.5 Zpracování vybraných druhů zeleniny**

#### **Řapíkatý celer**

U řapíkatého celeru používáme řapíky, které po opláchnutí a osušení krájíme na nudličky a používáme v menším množství jako salát. Řapíkatým celerem ochucujeme i zeleninové

saláty s více druhy zeleniny. Část řapíků blíže ke kořeni se silnějšími konci upravujeme krátkým povařením [29].

### **Petržel naťová**

Petržel naťová je významná pro vysoký obsah vitamínu C, proto ji tepelně neupravujeme, aby nedocházelo ke ztrátě tohoto vitamínu. Používáme jen nať, kterou oplachujeme, osušíme a poté ji nadrobno nakrájíme. Zdobíme s ní hotové pokrmy, chuťovky, studené mísy - masové i zeleninové, pomazánky. Do tepelně zpracovaných pokrmů (např. vývary, polévky) ji přidáváme až nakonec [29].

### **Hlávkový salát**

Saláty vždy pečlivě omyjeme pod tekoucí vodou, nejlépe list po listu, poté osušíme. Za syrova zpracováváme saláty nejčastěji. Malé vnitřní lístky nekrájíme, ostatní listy trháme na menší kousky. Trháním dochází k minimální ztrátě hodnotných živin. Můžeme kombinovat různé druhy salátů s přidavkem i dalších druhů zeleniny, které jsou výraznější chuti. K ochucení používáme zálivky (např. bylinkové, octové) nebo dresinky (např. jogurtové). Tepelné zpracování salátů není obvyklé [29].

### **Špenát**

Špenát pečlivě omýváme pod tekoucí vodou, abychom omyli maximum zeminy, poté osušíme nebo otřepeme. Na salát používáme jen nejmenší lístky, které nadrobno trháme a přidáváme do jiného salátu z více druhů syrové zeleniny. Častěji jej zpracováváme tepelnou úpravou [29].

### **Pekingské zelí**

Zelí pekingské opláchneme studenou vodou a poté osušíme. Tento druh zpracováváme nejčastěji za syrova, a to jako salát. Na dochucení používáme různé zálivky s bylinkami nebo dresinky. Tepelná úprava není moc častá [29].

## 4 CÍL PRÁCE

V praktické části bakalářské práce byl posuzován obsah biologicky aktivních látek ve vybraných vzorcích zeleninových šťáv. V této práci se věnovala pozornost na antioxidanty a polyfenolické látky, které hrají významnou roli v metabolickém pochodu člověka.

Nejprve byly vybrány vhodné druhy listové a stonkové zeleniny, které jsou dostupné v tržní síti. Poté z nich vyrobena šťáva, jednodruhová a směsná.

Cílem práce bylo zjištění obsahu antioxidačních a polyfenolických látek u čerstvé zeleninové šťávy v porovnání s pasterovanou šťávou.

Sledovány byly následující parametry:

1. Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH
2. Stanovení celkového obsahu polyfenolů metodou Folin-Ciocalteu činidlem

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 5 PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ

Při praktické práci byly použity modelové vzorky, které jsou běžně dostupné v tržní síti a mají časté využití v gastronomii. Z listové zeleniny byly vybrány tyto druhy: baby špenát, hlávkový salát, petržel naťová a pekingské zelí. Ze stonkové zeleniny byl analyzován řapíkatý celer.



Obr. 20: Příprava modelových vzorků

### 5.1 Příprava čerstvých zeleninových šťáv

Zeleninové šťávy byly připraveny těsně před analýzou z důvodu jakosti a zanechání biologicky aktivních látek. Jednotlivé druhy zeleniny byly rozmixovány tyčovým mixérem a následně propasírované přes jemné sítko, aby byly šťávy bez jakékoliv vlákniny. Pokud byla spatřena přebytečná vláknina, vzorky byly centrifugovány při 10 000 otáčkách za minutu po dobu 15 minut. Následně proběhla analýza čerstvých zeleninových vzorků.

## **5.2 Příprava pasterovaných zeleninových šťáv**

Zeleninové šťávy byly pasterovány před samotnou analýzou ve vodní lázni při teplotě 65°C po dobu 10 minut.

## **5.3 Příprava zeleninových mixů**

Byly analyzované dvě kombinace zeleninových šťáv, které se skládaly ze tří vzorků. První připravený vzorek byl charakteristický dle vyšších hodnot antioxidační kapacity a skládal se ze šťávy z řapíkatého celeru, z hlávkového salátu a z pekingského zelí.

Druhá kombinace byla připravena podle vyšších hodnot polyfenolických látek, která se skládá se z hlávkového salátu, baby špenátu a naťové petržele.

## 6 STANOVENÍ VYBRANÝCH UKAZATELŮ - ŠŤÁV Z LISTOVÉ A STONKOVÉ ZELENINY

### 6.1 Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH

Antioxidační kapacita (AO) je charakterizována jako schopnost směsi látek inhibovat oxidační degradaci různých sloučenin. V první řadě jsou to antioxidační vitaminy C, E, karotenoidy a polyfenolické látky, jejichž zdrojem je zelenina.

Metoda antioxidační kapacity spočívá v reakci testovaného vzorku s DPPH (stabilní volný radikál 1,1 - difenyl - 2 - pikrylhydrazyl). Účinnost primárního antioxidantu lze snadno určit např. při reakci s radikálem. V metanolovém roztoku je v barevné radikálové formě DPPH· radikál a vykazuje silnou absorpci v UV/VIS spektru. Redukce DPPH antioxidantem se projevuje odbarvením roztoku, které se měří spektrofotometricky při  $\lambda = 515$  nm.

Antioxidační kapacita byla vyjádřena z poklesu absorbance v % dle vztahu:

$$A[\%] = \frac{A_0 - A}{A_0} \cdot 100$$

kde:

$A_0$  ...naměřená absorbance pracovního roztoku

$A$  ...získaná absorbance směsi pracovního roztoku se vzorkem

Zjištěná závislost úbytku absorbance  $A_0$  na koncentraci kyseliny askorbové je znázorněna kalibrační křivkou. Výsledky jsou poté vyjádřeny jako ekvivalent odpovídající antioxidační kapacitě, kterou by způsobilo množství kyseliny askorbové [37].

#### 6.1.1 Příprava chemikálií a zeleninových vzorků

##### Příprava zásobního roztoku DPPH

Na analytických vahách bylo naváženo 0,024 g DPPH. Navážka byla kvantitativně převedena do 100 ml odměrné baňky a doplněna methanolem po rysku. Roztok byl poté skladován při teplotě  $-18^\circ\text{C}$ .

##### Příprava pracovního roztoku

Pracovní roztok DPPH byl připraven ze zásobního roztoku. Pipetou byl odebrán objem 20 ml zásobního roztoku DPPH a zředěno 90 ml methanolu.

### **Příprava vzorků zeleninových šťáv na analýzu**

Do zkumavky byl převeden pracovní roztok o objemu 4 ml a k němu přidáno 210  $\mu$ l extraktu vzorku, popř. jiné vhodné množství extraktu vzorku. Poté analyzovaný vzorek se nechá 60 minut ve tmě. Po uplynutí této doby se provede měření při vlnové délce  $\lambda = 515$  nm.

## **6.2 Celkový obsah polyfenolů metodou Folin-Ciocalteu činidlem**

V alkalickém prostředí jsou fenolické látky oxidovány Folin-Ciocalteu činidlem. Toto činidlo nereaguje s fenoly, ale s většinou reagujících molekul (např. kyselina askorbová). Činidlo je tvořeno směsí kyseliny fosforečno-wolframové a kyseliny fosforečno-molybdenové, která se po oxidace fenolů redukuje na směs modrých oxidů wolframu a molybdenu. Touto reakcí dochází ke snížení oxidačního čísla molybdenu.

Modré zbarvení roztoku silně absorbuje v oblasti  $\lambda = 765$  nm a je úměrné celkovému množství původně přítomných fenolových sloučenin.

### **6.2.1 Příprava chemikálií a zeleninových vzorků**

#### **Příprava analyzovaných vzorků**

U přípravy analyzovaných vzorků je vhodné mít rozestup mezi přidávanými chemikáliemi minimálně 30 sekund, z důvodu proběhnutí reakce.

#### Slepý pokus (blanc)

Do 10 ml odměrné baňky bylo přidáno cca 5 ml destilované vody, 500  $\mu$ l Folin - Ciocalteu činidla, poté 1500  $\mu$ l 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a následné doplnění odměrné baňky destilovanou vodou po rysku.

#### Analyzovaný vzorek

Do 10 ml odměrné baňky bylo přidáno cca 5 ml destilované vody a následně napipetováno 100 $\mu$ l, popř. jiné vhodné množství extraktu vzorku. K roztoku bylo převedeno 0,5 ml Folin-Ciocalteu činidla, 1,5 ml 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a odměrná baňka byla doplněna destilovanou vodou po rysku.



Obr. 21: Příprava analyzovaných vzorků pro stanovení polyfenolů

### **Stanovení polyfenolů ve vzorcích**

Analyzované vzorky se měřily po 30 minutách při vlnové délce  $\lambda = 765 \text{ nm}$ . Nejprve se měřil slepý vzorek - blanc, poté se měřil vzorek 2x vedle sebe.

## 7 VYHODNOCENÍ A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

### 7.1 Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH

Stanovení antioxidační kapacity (AO) v čerstvých a v pasterovaných zeleninových šťávách bylo provedeno metodou DPPH. Každý analyzovaný vzorek zeleninové šťávy byl proměřen třikrát. Ze získaných hodnot byl vypočítán pro každý vzorek průměr a jeho směrodatná odchylka. Pro výpočet antioxidační kapacity byla použita kalibrační křivka standardu kyseliny askorbové.

Rovnice kalibrační křivky:  $y = 0,3476x - 0,3272$

Vypočtena průměrná hodnota absorbance byla dosazena do rovnice, poté byla vypočtena koncentrace antioxidační kapacity. Výsledné hodnoty antioxidační kapacity čerstvých a pasterovaných zeleninových šťáv jsou uvedené v tab. 10.

Tabulka 10: Stanovení antioxidační kapacity u čerstvých a pasterovaných šťáv

Antioxidační kapacita [mg/l]		
Analyzovaný vzorek	Čerstvá šťáva	Pasterizovaná šťáva
petržel	254,68 ± 3,51	545,64 ± 1,23
špenát	303,55 ± 4,81	592,35 ± 6,12
řapíkatý celer	168,02 ± 6,20	372,66 ± 2,03
hlávkový salát	297,16 ± 3,29	447,63 ± 5,76
pekingské zelí	276,84 ± 1,17	439,28 ± 4,33
MIX 1: řapíkatý celer, hlávkový salát, pekingské zelí	183,75 ± 5,46	305,31 ± 2,31
MIX 2: hlávkový salát, špenát, petržel	158,97 ± 3,89	312,45 ± 4,06

Provedenou analýzou DPPH bylo zjištěno, že celková antioxidační kapacita u pasterovaných zeleninových šťáv je vyšší než u čerstvých šťáv. Tudíž pasterace má vliv na antioxidační kapacitu v modelových vzorcích.

Z čerstvých šťáv byla naměřena největší antioxidační kapacita u špenátu  $303,55 \pm 4,81$  mg/l, po pasteraci se tato hodnota zvětšila skoro o polovinu na  $592,35 \pm 6,12$  mg/l. U hlávkového salátu v čerstvé šťávě byla antioxidační kapacita  $297,16 \pm 3,29$  mg/l, po pasteraci antioxidační kapacita vzrostla na  $447,63 \pm 5,76$  mg/l. V čerstvé šťávě pekingského zelí byla stanovena antioxidační kapacita  $276,84 \pm 1,17$  mg/l, po pasteraci tato hodnota stoupla na  $439,28 \pm 4,33$  mg/l. V čerstvé šťávě petržele byla stanovena antioxidační kapacita na hodnotu  $254,66 \pm 3,51$  mg/l, po tepelném ošetření vzrostla více jak o polovinu na hodnotu  $545,64 \pm 1,23$  mg/l. V čerstvé šťávě řapíkatého celeru byla naměřena antioxidační kapacita  $168,02 \pm 6,20$  mg/l, po pasteraci hodnota vzrostla na hodnotu  $372,66 \pm 2,03$  mg/l.

V prvním mixu šťáv, který je složen z řapíkatého celeru, hlávkového salátu a pekingského zelí, byla stanovena antioxidační kapacita na hodnotu  $183,75 \pm 5,46$  mg/l, což odpovídá blízké průměrné hodnotě šťáv, které jsou naměřeny samostatně. Po pasteraci byla naměřena hodnota  $305,31 \pm 2,31$  mg/l.

V druhém mixu šťáv, který je složený z hlávkového salátu, špenátu a petržele, byla stanovena antioxidační kapacita na hodnotu  $158,97 \pm 3,89$  mg/l, což tato hodnota je nižší než naměřené vzorky samostatně. Po pasteraci tato hodnota stoupla na  $312,45 \pm 4,06$  mg/l.

### 7.1.1 Vyhodnocení výsledků antioxidační kapacity

Pomocí výpočtů a grafů bylo zjištěno, že nejvyšší antioxidační kapacitu u pasterovaných šťáv vykazuje špenát a petržel, obsahující mnoho vitamínu C a  $\beta$  - karotenu. Nejnižší antioxidační kapacita byla stanovena u pasterované šťávy z řapíkatého celeru a MIXU 1, který je složen z řapíkatého celeru, hlávkového salátu a pekingského zelí. Nejvyšší antioxidační kapacita u čerstvé šťávy vykazoval špenát a hlávkový salát, který obsahuje vitamín C a  $\beta$  - karoten. Nejnižší antioxidační kapacita u čerstvé šťávy byla zjištěna u řapíkatého celeru a MIXU 2, který je složen z hlávkového salátu, špenátu a petržele.

U mixovaných šťáv byl analyzován nízký obsah antioxidační kapacity, důvodem může být, že jednotlivé složky složitých směsí antioxidantů reagovaly s radikály různými mechanismy, tudíž mohly na sebe působit inhibičně [38].

## 7.2 Stanovení celkového obsahu polyfenolů metodou Folin-Ciocalteu činidlem -TPC

Stanovení celkového obsahu polyfenolů v čerstvých a v pasterovaných zeleninových šťávách bylo provedeno metodou Folin-Ciocalteu činidlem. Každý vzorek zeleninové šťávy byl proměřen třikrát. Ze získaných hodnot byl vypočítán pro každý vzorek průměr a jeho směrodatná odchylka. Pro výpočet celkového obsahu polyfenolů byla použita kalibrační křivka standardu kyseliny gallové.

Rovnice kalibrační křivky:  $y = 0,0009x + 0,0196$

Vypočtena průměrná hodnota absorbance byla dosazena do rovnice, poté byla vypočtena koncentrace polyfenolických látek. Výsledné hodnoty polyfenolických látek čerstvých a pasterovaných zeleninových šťáv jsou uvedené v tab. 11.

Tabulka 11: Stanovení polyfenolů v čerstvých a pasterovaných zeleninových šťávách

Stanovení polyfenolických látek [mg/l]		
Analyzovaný vzorek	Čerstvá šťáva	Pasterizovaná šťáva
petržel	2281,33 ± 4,00	966,67 ± 3,12
špenát	2259,48 ± 5,71	724,67 ± 4,26
řapíkatý celer	1128,36 ± 6,17	454,78 ± 2,91
hlávkový salát	1054,34 ± 3,72	526,56 ± 3,46
pekingské zelí	529,44 ± 1,11	204,89 ± 5,82
MIX 1: řapíkatý celer, hlávkový salát, pekingské zelí	1327,28 ± 1,43	709,99 ± 4,52
MIX 2: hlávkový salát, špenát, petržel	1203,39 ± 3,38	970,89 ± 2,60

Celkový obsah polyfenolů v analyzovaných vzorcích zeleninových čerstvých šťávách se pohyboval v rozmezí 500–2300 mg/l. U pasterovaných šťáv byla koncentrace polyfenolů nižší než u čerstvých šťáv, kde se hodnota pohybovala v rozmezí 200–1000 mg/l.



Patras, který se zabýval studií, kde zkoumal polyfenolické látky v ovocných a zeleninových šťávách podal tvrzení, že se může obsah po pasteraci zachovat či snížit. Dle výsledků můžeme potvrdit, že se obsah polyfenolů po pasteraci snižuje [41].

Největší obsah polyfenolů v čerstvé šťávě vzorku petržele, hodnota činila  $2281 \pm 4,00$  mg/l, po pasteraci obsah polyfenolů klesl  $966,67 \pm 3,12$  mg/l, což odpovídá našim předpokladům. Druhý největší obsah polyfenolů byl stanoven ve vzorku špenátu, kde hodnota byla stanovena na  $2259,48 \pm 5,71$  mg/l, po pasteraci byla stanovena hodnota na  $724,67 \pm 4,26$  mg/l. V následujících vzorcích byl stanoven obsah polyfenolů velmi obdobně. V čerstvé šťávě řapíkatého celeru byl stanoven obsah na hodnotu  $1128,36 \pm 6,17$  mg/l, po pasteraci byl stanoven obsah polyfenolů na  $454,78 \pm 2,91$  mg/l. U hlávkového salátu v čerstvé šťávě byl stanoven obsah polyfenolů  $1054,34 \pm 3,72$  mg/l, po pasteraci tohoto vzorku byl stanoven obsah polyfenolů  $526,56 \pm 3,46$  mg/l. Čerstvá šťáva pekingského zelí obsahovala  $529,44 \pm 1,11$  mg/l polyfenolů, což byla stanovena nejnižší hodnota ve vybraných vzorcích, po pasteraci obsah klesl na hodnotu  $204,89 \pm 5,82$  mg/l.

Kombinace tří druhů šťáv, nazvaný jako MIX 1, který se skládá z řapíkatého celeru, hlávkového salátu a pekingského zelí, byla stanovena hodnota polyfenolů u čerstvé šťávy  $1327,28 \pm 1,43$  mg/l, po pasteraci tohoto vzorku byla stanovena hodnota polyfenolů  $709,99 \pm 4,52$  mg/l.

Druhá kombinace tří druhů šťáv, nazvaný jako MIX 2, který se skládá z hlávkového salátu, špenátu a petržele, byla stanovena hodnota polyfenolů u čerstvé šťávy  $1203,39 \pm 3,38$  mg/l, po pasteraci tohoto vzorku byla stanovena hodnota polyfenolů  $970,89 \pm 2,60$  mg/l.

### 7.2.1 Vyhodnocení výsledků polyfenolů

Polyfenoly v zelených rostlinách nejsou rozloženy rovnoměrně, a proto může mít technologické zpracování velký vliv na jejich obsah v zeleninových šťávách. Tudiž při lisování a mixování se naruší buněčné struktury a dochází k uvolnění fenolických látek, které jsou za syrova nedostupné. Byl zaznamenán vyšší obsah polyfenolů u čerstvých šťáv než u tepelně zpracovaných, kde se obsah snižuje s teplotou [39,40].

### 7.3 Celkové vyhodnocení výsledků

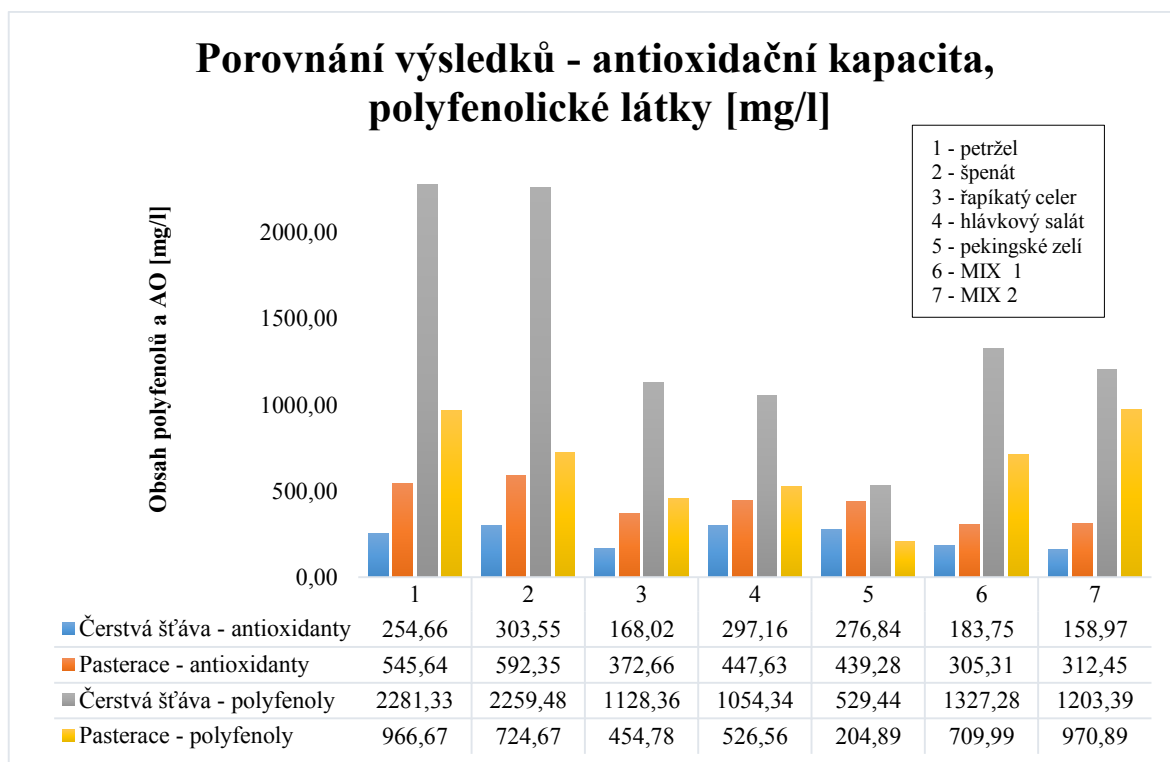
Výsledky ukázaly, že by stonková a listová zelenina měla být minimálně zpracována, aby byly chráněny sloučeniny, které přispívají k inhibici antioxidantů. Nicméně mírné zahřátí

zeleninové šťávy (60°C/10minut) zvyšuje antioxidační kapacitu a snižuje polyfenolické látky.

Dle studií bylo zjištěno, že na ztrátě antioxidační kapacity se může podílet čas, kdy zelená barva šťáv bledne, nebo mírně oxiduje se vzdušným kyslíkem [41].

Ve většině studií bylo dokázáno, že po tepelném ošetření zeleniny se antioxidační kapacita snižuje. Fanasco však zaznamenal opak tohoto tvrzení, ve své studii analyzoval antioxidační kapacitu u zeleného chřestu a brokolice, kde docházelo ke zvýšení AO po tepelném opracování [42]. V naší studii se můžeme k tomuto tvrzení přiklonit, neboť u všech analyzovaných vzorků čerstvých šťáv je o polovinu nižší antioxidační kapacita než u pasterovaných zeleninových šťáv.

Polyfenolické látky v čerstvé šťávě jsou o polovinu vyšší než u pasterovaných, což nám potvrzuje studium od Patrasy [41].



Obr. 22: Grafové vyhodnocení AO a polyfenolů stanovené pro 7 vzorků (1 - petržel, 2 - špenát, 3 - řapíkatý celer, 4 - hlávkový salát, 5 - pekingské zelí, 6 - mix 1, 7 - mix 2)

## ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá problematikou listové a stonkové zeleniny - nutričního a gastronomického významu. V teoretické části první kapitoly byly zařazeny a charakterizovány druhy listové a stonkové zeleniny. V druhé kapitole byla věnována pozornost chemickému složení listové a stonkové zeleniny. Třetí kapitola se věnovala gastronomickému významu. V praktické části byl posuzován obsah biologicky aktivních látek ve vybraných vzorcích zeleninových šťáv.

Cílem bakalářské práce bylo vyhodnotit antioxidační kapacitu a obsah polyfenolických látek u čerstvých a pasterovaných zeleninových šťávách z listové a stonkové zeleniny. Vzorky, které byly analyzovány, obsahovaly 100 % zeleninovou šťávu - špenát, petržel, řapíkatý celer, hlávkový salát, pekingské zelí, MIX 1 složený z řapíkatého celeru, hlávkového salátu a pekingského zelí a MIX 2 složený z hlávkového salátu, špenátu a petržele.

Listová a stonková zelenina je bohatá na některé bioaktivní látky, ať už jsou to fenolické, chlorofylové a karotenoidní sloučeniny, které přispívají k vysoké antioxidační kapacitě, která se dá stanovit např. metodou DPPH.

Stanovení antioxidační kapacity metodou DPPH prokázalo, že u čerstvých šťáv všechny analyzované vzorky vykazovaly menší antioxidační kapacitu než u pasterovaných vzorků. U pasterovaných vzorků nastalo navýšení antioxidační kapacity cca o polovinu než u čerstvých zeleninových vzorků. Největší antioxidační kapacita byla stanovena u pasterovaných vzorků, šťávy ze špenátu a šťávy z petržele.

Stanovení obsahu polyfenolů v zeleninových vzorcích čerstvé šťávy ukázalo, že je hodnota dvakrát vyšší než u pasterovaných vzorků. Nejvyšší obsah polyfenolů obsahoval vzorek petrželové a špenátové šťávy. U MIXŮ zeleninových šťáv 1 a 2 byl celkový obsah antioxidantů a polyfenolů nízký, zřejmě z důvodů sloučenin, které se vzájemně při reakci inhibovaly.

Výsledky tohoto výzkumu ukázaly, že pasterace ovlivňuje celkový obsah polyfenolů a antioxidačních vlastností stonkové a listové zeleniny. Během zpracování zeleniny mohou nastat kvalitativní změny, ztráty AO při technologickém zpracování jako je např. blanšírování, pasterování, vaření, sterilování, konzervování, mražení nebo mohou vzorky šťáv oxidovat se vzdušným kyslíkem. Tyto metody mohou ovlivnit výtěžek, složení a biologickou dostupnost AO, jako je např. tepelně labilní vitamin C a karotenoidy. Tudíž by měla být

listová a stonková zelenina minimálně zpracována, tak aby byly chráněny sloučeniny anti-oxidantů. Dle výsledků můžeme uvažovat, zda konzumovat čerstvou nebo pasterovanou šťávu. Čerstvá šťáva vykazuje dvakrát větší obsah polyfenolických látek než u pasterovaných vzorků a dvakrát menší obsah antioxidantů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] PETŘÍKOVÁ, Kristína a Jaroslav HLUŠEK. *Zelenina: pěstování, výživa, ochrana a ekonomika*. Praha: Profi Press, 2012, 190 s. ISBN 978-80-86726-50-2.
- [2] KOPEC, Karel. *Zelenina ve výživě člověka. Zdraví & životní styl*. Praha: Grada, 2010, 159 s. ISBN 978-80-247-2845-2. Dostupné z: [http://toc.nkp.cz/NKC/201005/contents/nkc20102086941\\_1.pdf](http://toc.nkp.cz/NKC/201005/contents/nkc20102086941_1.pdf).
- [3] Hlávkový salát. *LS ZETIS* [online]. 2018 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://www.ls-zetis.cz/hlavkovy-salat->.
- [4] Ledový salát. *České delikatesy* [online]. 2018 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://ceskedelikatesy.cz/153-zelenina>.
- [5] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin II*. Rozšířené a přepracované 3. vydání. Tábor: OSSIS, 2009, 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9.
- [6] Hlávkový salát červený. *Farma Ráječek* [online]. 2018 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://farmarajecek.cz/shop/cz/hlavkovy-salat-cerveny/>.
- [7] Římský salát. *České delikatesy* [online]. 2018 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://ceskedelikatesy.cz/ovoce-a-zelenina/1112-rimsky-salat-bio/>.
- [8] Endivie. *Seewinkler Sonnengemüse* [online]. 2015 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: [http://www.seewinkler.at/unsere\\_gemuese/gemueseuebersicht/](http://www.seewinkler.at/unsere_gemuese/gemueseuebersicht/).
- [9] Hlávková čekanka. *Fitweb* [online]. 2014 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://www.fitweb.cz/clanky/kuchyne/459715-7-pokladu-z-podzimni-zahrady/>.
- [10] Polníček. *Bio-Life* [online]. 2008 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://www.bio-life.cz/clanky/faq/co-je-to-rukola-mangold-polnicek.html>.
- [11] Špenát. *Bydlení pro každého - zahrada*. [online]. 2005 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://zahradabydleniprokazdeho.cz/zelenina/Spenat/>.
- [12] Novozélandský špenát. *ReceptyOnline* [online]. 2005 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.receptyonline.cz/novozelandsky-spenat/>.
- [13] Pekingské zelí. *Sezonka* [online]. 2012 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://sezonka.cz/pekingske-zeli/>.

- [14] Čínské zelí. *ReceptyOnLine* [online]. 2005 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.receptyonline.cz/cinske-zeli-a-zali-pekingske/>.
- [15] Celer listový jemný. *Grow garden* [online]. 2012 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.growgarden.cz/>.
- [16] Petržel naťová. *Instacart* [online]. 2016 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.instacart.com/kroger/products/3403249-italian-parsley-each/>.
- [17] Petržel naťová. *Zahrada v obýváku* [online]. 2018 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://www.rostlinyzesemen.tode.cz/>.
- [18] Pažitka. *NejCeny* [online]. 2017 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.nejceny.cz/670794/domaci-zahradka-canova-pocket-garden-pazitka.html>.
- [19] Řapíkatý celer. *FarmaCity* [online]. 2015 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://www.farmacity.cz/rapikaty-celer-a-hubnuti/>.
- [20] Fenykl sladký. *ReceptyOnLine* [online]. 2005 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.receptyonline.cz/fenykl-sladky/>.
- [21] Mangold. *Pro vaše smysly* [online]. 2013 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://provasesmysly.blog.cz/1312/mangold-neskutecne-zdrava-mnamka/>.
- [22] Chřest zelený a bílý. *Depositphotos* [online]. 2009 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/40928073/stock-photo-asparagus-green-and-white.html>.
- [23] Rebarbora. *Bydlení pro každého – zahrada* [online]. 2005 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://zahrada.bydleniprokazdeho.cz/zelenina/Rebarbora/>.
- [24] MICHAJLOVIČ-SKORŇÁKOV, Sergej a kolektiv. *Zelená kuchyně*. Praha: Lidové nakladatelství, 1985, 399 s. ISBN 80-7022-042-2.
- [25] VASILJEVIČ-CEREVITINOV, Fedor. *Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952, 321 s. CNB 000407535.
- [26] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin I*. Rozšířené a přepracované 3. vydání. Tábor: OSSIS, 2009, 580 s. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [27] HRABĚ, Jan, Otakar ROP a Ignác HOZA. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1. dotisk. Zlín: UTB, 2008, 179 s. ISBN 978-80-7318-372-1.

- [28] TERRY-ATWELL, Leon. *Health-promoting properties of fruits and vegetables*. Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom: CABI, 2011, 417 s. ISBN 978-1-84593-528-3.
- [29] PELEŠKA, Stanislav a Hana SEDLÁČKOVÁ. *Zelenina na zahrádce a v kuchyni*. Praha: Ikar, 2010, 183 s. ISBN 978-80-249-1351-3.
- [30] KVASNIČKOVÁ, Alexandra. *Stanovisko EFSA k dusičnanům v zelenině* [online]. 2008 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/>.
- [31] SLUKOVÁ, Marcela. *Výroba potravin a nutriční hodnota*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 168 s. ISBN 978-80-7080-947-1. Dostupné z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid\\_isbn-978-80-7080-947-1](http://vydavatelstvi.vscht.cz/katalog/publikace?uid=uid_isbn-978-80-7080-947-1).
- [32] LÁNSKÁ, Dagmar a Milan ZEMINA. *Od artyčoku po zelí. Zelenina v kuchyni*, Praha: Květ, 1998, 158 s. ISBN 80-85362-35-X.
- [33] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin III*. Tábor: OSSIS, 1999, 342 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [34] KHANIZADEH, Shahrokh, Rong TSAO a Djamila REKIKI. *Polyphenol composition and total antioxidant capacity of selected apple genotypes for processing*. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2008, **21**, s. 396–401.
- [35] MARTÍN-BELLOSO, Olga a Robert SOLIVA-FORTUNY. *Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group, Food preservation technology series, 2011, 410 s. ISBN 978-1-4200-7121-4.
- [36] MELINA, Vesanto a Brenda DAVIS. *Průvodce (začínajícího) vegetariána: [kompletní průvodce zdravou vegetariánskou stravou]*. Radňovice: Andrea Kominčková, c2008, 429 s. ISBN 978-80-904291-0-9.
- [37] BRAND-WILLIAMS, Wilkins, Marie-Elisabeth CUVELIER a Claudette BERSET. *Use of free radical method to evaluate antioxidant activity*. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 1995, **28** (1), s. 25–30.

- [38] PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÁKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. *Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro*. Chemické listy, Praha: Česká společnost chemická, 2004, **98** (4), s. 174–179. ISSN 0009-2770.
- [39] SCALBERT, Augustin a Gary WILLIAMSON. *Dietary intake and bioavailability of polyphenols*, 2000, **130** (8), s. 2073–2085.
- [40] BURDA, Stanislaw, Wieslaw OLESZEK a Chang LEE. *Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage*. J. Agric. Food Chem., 1990, **38** (4), s. 945–948.
- [41] PATRAS, Ankit, Nigel BRUNTON, Sara Da PIEVE, Francis BUTLER a Gerard DOWNEY. *Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purées*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2009, **10** (1), s. 16–22.
- [42] CHIPURURA, Batsirai, Maud MUCHUWETI a Faith MANDITSERAA. *Effects of Thermal Treatment on the Phenolic Content and Antioxidant Activity of Some Vegetables*. Asian Journal of Clinical Nutrition, 2010, **2** (3), s. 93–100. Dostupné také z: <http://scialert.net/qredirect.php?doi=ajcn.2010.93.100&linkid=pdf>.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Apod. A podobně.

Např. Například.

Aj. A jiné.

Popř. Popřípadě.

pH Potenciál vodíku.

NAD<sup>+</sup> V reakcích akceptuje elektron a redukuje se do NADH.

NADH Nikotinamidadeninukleotid.

NADP Nikotinamidadeninukleotidfosfát.

AO Antioxidant.

TPC Total phenolic content.

DPPH Stabilní volný radikál 1,1 - difenyl - 2 - pikrylhydrazyl.

UV/VIS Ultra/viditelná spektroskopie.

CO<sub>2</sub> Oxid uhličitý.

Ca<sup>2+</sup> Vápenaté ionty.

$\lambda$  Vlnová délka [nm].

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: Salát hlávkový [3].....	13
Obr. 2: Salát ledový [4].....	13
Obr. 3: Salát listový [6].....	14
Obr. 4: Salát římský [7] .....	14
Obr. 5: Štěrбак [8] .....	15
Obr. 6: Čekanka salátová hlávková [9].....	15
Obr. 7: Polníček kozlíček [10].....	16
Obr. 8: Špenát setý [11] .....	16
Obr. 9: Novozélandský špenát (čtyřboč rozložitý) [12] .....	17
Obr. 10: Pekingské zelí [13] .....	17
Obr. 11: Čínské zelí [14].....	18
Obr. 12: Celer naťový (listový) [15].....	18
Obr. 13: Petržel naťová [16,17] .....	19
Obr. 14: Pažitka [18].....	19
Obr. 15: Celer řapíkatý [19].....	20
Obr. 16: Fenykl sladký [20].....	20
Obr. 17: Mangold [21].....	21
Obr. 18: Chřest [22].....	21
Obr. 19: Reven vlnitá - rebarbora [23] .....	21
Obr. 20: Příprava modelových vzorků.....	40
Obr. 21: Příprava analyzovaných vzorků pro stanovení polyfenolů .....	44
Obr. 22: Grafové vyhodnocení AO a polyfenolů stanovené pro 7 vzorků (1 - petržel, 2 - špenát, 3 - řapíkatý celer, 4 - hlávkový salát, 5 - pekingské zelí, 6 - mix 1, 7 - mix 2).....	49

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Energetická hodnota ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] ....	22
Tabulka 2: Obsah vody ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] .....	23
Tabulka 3: Obsah sacharidů ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] .....	23
Tabulka 4: Obsah bílkovin ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] .....	24
Tabulka 5: Obsah lipidů ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] .....	25
Tabulka 6: Obsah vlákniny ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] .....	25
Tabulka 7: Obsah makroelementů ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] .....	28
Tabulka 8: Obsah minoritních prvků ve vybraných druzích listové a stonkové zeleniny [2] .....	28
Tabulka 9: Obsah $\beta$ -karotenu ve vybraných druzích listové zeleniny [2] .....	30
Tabulka 10: Stanovení antioxidační kapacity u čerstvých a pasterovaných šťáv .....	45
Tabulka 11: Stanovení polyfenolů v čerstvých a pasterovaných zeleninových šťávách .....	47