

Zahradnická fakulta

Ústav posklizňové technologie zahradnických produktů

---



## BIOAKTIVNÍ LÁTKY VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

Bakalářská práce

*Vedoucí bakalářské práce:*

Ing. Petr Šnurkovič, Ph.D., DiS.

*Vypracovala:* Tereza Jirková

---

Lednice 2017

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *bioaktivní látky ve výživě člověka* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 ods. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne:

.....  
podpis

Mendelova univerzita v Brně  
Zahradnická fakulta v Lednici

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Tereza Jirková**  
Studijní program: Zahradnictví  
Obor: Jakost rostlinných potravinových zdrojů  
Název tématu: **Bioaktivní látky ve výživě člověka**  
Rozsah práce: 30-40 stran, tabulky, grafy

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte literaturu pojednávající o zadané problematice.
2. Zaměřte se na vliv výživy na lidské zdraví.
3. Rozdělte a charakterizujte jednotlivé skupiny látek a jejich účinky na lidské zdraví.
4. Vyhodnoťte, které druhy ovoce a zeleniny jsou pro konzumenty z hlediska obsahu bioaktivních látek nejvíce prospěšné.

Seznam odborné literatury:

1. VELÍŠEK, J. – HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin 1 a 2 díl*. Tábor: OSSIS, 2009. 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
2. KOMPRDA, T. *Základy výživy člověka*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 162 s. ISBN 80-7157-655-7.
3. KOPEC, K. *Zelenina ve výživě člověka*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. 159 s. ISBN 978-80-247-2845-2.
4. JANÍČEK, G. – HALAČKA, K. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1985. 174 s.

Datum zadání bakalářské práce: prosinec 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2017

L. S.

  
**Tereza Jirková**  
Autorka práce



  
**Ing. Petr Šnurkovič, DiS.**  
Vedoucí práce

  
**doc. Ing. Josef Balík, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu

  
**prof. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.**  
Děkan ZF MENDELU

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat především mému vedoucímu práce, panu Ing. Petru Šnurkovičovi, Ph.D., DiS., který mi během zpracování této práce věnoval svůj cenný čas a informace pro dokončení mé práce. A poděkování patří i všem ostatním co mi byli k dispozici po celou dobu psaní této práce.

## **OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>1. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>8</b>
<b>2. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>9</b>
2.1 Charakteristika bioaktivních látek.....	9
2.2 Rozdělení bioaktivních látek.....	9
2.2.1 Antioxidanty.....	9
2.2.2 Fenolické sloučeniny.....	11
2.2.3 Nutraceutika .....	13
2.2.3.1 Vitaminy.....	13
2.2.3.2 Bioaktivní kyseliny .....	15
2.2.3.3 Polysacharidy .....	15
2.2.3.4 Vlákna.....	16
2.2.3.5 Mastné kyseliny (omega 3 a 6 nenasycené mastné kyseliny) .....	18
2.2.3.6 Probiotika .....	20
2.2.3.7 Prebiotika .....	21
2.2.3.8 Symbiotika .....	21
2.2.3.9 Proteiny a aminokyseliny.....	21
2.2.4 Karotenoidy a jiná rostlinná barviva .....	24
2.2.5 Glukosinoláty (hořčičné glykosidy, thioglykosidy) .....	25
2.2.6 Thioly .....	26
2.2.7 Fytoncidy – rostlinná antibiotika.....	26
2.2.8 Řasy (Algae).....	27
2.2.8.1 Zelené řasy (Chlorophyceae) .....	27
<b>3. MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>29</b>
3.1 Materiál .....	29
3.2 Metodika .....	36
<b>4. VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>38</b>
<b>5. ZÁVĚR</b> .....	<b>44</b>
<b>6. SOUHRN</b> .....	<b>45</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>45</b>
<b>7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>46</b>

## ÚVOD

Potraviny rostlinného původu jsou velice významnou součástí naší výživy. Medicína v posledních letech učinila obrovské pokroky v oblasti zdraví a kvality lidského života. Tuto oblast významně ovlivňuje kromě jiného také naše strava. To, co dnes dokážeme moderními přístroji v potravinách určit a s neuvěřitelnou přesností změřit, bylo ještě před půl stoletím nemožné nejen v potravinách, ale i v lidském těle.

Už koncem 20. století bylo zjištěno ochranné působení různých látek v zelenině, ovoci, luštěninách, obilovinách a dalších rostlinách. To učinilo další pokroky ve studiu bioaktivních látek a jejich vlivu na lidské zdraví. Nejbohatší na bioaktivní látky je považováno drobné ovoce. Dnes je známo mnoho bioaktivních látek s protektivními účinky, které jsou neustále předmětem výzkumů v souvislosti s konzumací ovoce a zeleniny.

V posledních letech výrazně vzrostla spotřeba ovoce a zeleniny a to nejen u nás ale i po celém světě. Průměrná spotřeba ovoce v roce 2016 činila 75 kg na osobu a rok. Spotřeba zeleniny ve stejném roce byla 85 kg na osobu a rok. Mají na to vliv hlavně jejich atraktivní sensorické vlastnosti a rostoucí uznání jejich výživových a terapeutických hodnot. Vztah mezi stravou a zdravím je velmi důležitý ze zdravotního hlediska. Vyvážená strava a dostatečný pohyb udržují naše tělo i duši v harmonickém stavu. Dnes se často setkáváme s pojmy nutraceutika a funkční potraviny, které jsou bohatým zdrojem bioaktivních látek a působí proti řadě nemocí.

## **1. CÍL PRÁCE**

Cílem této práce bylo prostudovat literaturu týkající se daného tématu a popsat jednotlivé skupiny bioaktivních látek a jejich účinky na lidské zdraví. Dle obsahu kyseliny askorbové a celkových polyfenolů vyhodnotit, které ovoce, zelenina, nebo šťáva jsou pro konzumenty z tohoto pohledu nejvíce prospěšné. Získané výsledky statisticky vyhodnotit a porovnat s odbornými články.



## **2. LITERÁRNÍ PŘEHLED**

### **2.1 Charakteristika bioaktivních látek**

Bioaktivní látky jsou nutričními složkami potravin, ve kterých se vyskytují obvykle v malých koncentracích. Nacházejí se ve funkčních potravinách rostlinného a živočišného původu. Tyto látky mají schopnost posilovat endogenní systém, snižovat oxidační stres a riziko různých onemocnění, zejména rakoviny a aterosklerózy, neboť mohou neutralizovat volné radikály, které vyplývají z intracelulárních oxidačních procesů (VOLP et al., 2009).

V posledních letech proto vědci začali více zkoumat chemické složení lesních plodů a semen. Výsledky ukázaly, že některé rostliny jsou bohaté na kyselinu askorbovou a na rostlinné oleje. Tyto rostlinné oleje jsou zdrojem živin a bioaktivních látek (HOLSER et al., 2004), stejně tak tvoří i přidanou hodnotou zpracovaných potravin (GARCÍA et al., 2003). Bioaktivní látky se obvykle třídí podle účinků nebo podle chemické charakteristiky. Patří sem některé vitaminy (vitamin C a E), sloučeniny fenolů, terpenů, minerální látky (zinek a selen), vláknina, rostlinná barviva a mnoho dalších látek (KOPEC, 2010).

### **2.2 Rozdělení bioaktivních látek**

#### **2.2.1 Antioxidanty**

V ovoci a zelenině je obsaženo několik desítek antioxidačních látek. Při nedostatku antioxidantů hrozí vyšší riziko poškození buněk volnými radikály. Největší počet antioxidantů patří do skupiny polyfenolů, tokoferolů a karotenoidů. Účinnost antioxidantů je především v omezení vzniku tzv. civilizačních chorob (KOPEC, 2010). Hlavními zdroji antioxidantů z ovoce je červené víno a ze zeleniny je to cibule, rajčata, česnek, červená řepa, paprika, mrkev a celer (ZEDEK et al., 2015). Antioxidanty chrání játra, snižují riziko tvorby nádorů a posilují vlasečnice (tenké cévy). Významné jsou antioxidanty hlavně pro kuřáky, jelikož jim nikotin snižuje hladinu antioxidantů v krvi. Potravin y živočišného původu obsahují méně antioxidantů než potraviny rostlinného původu. Antioxidační účinky u čerstvé a zmrazené zeleniny bývají vyšší, než u tepelně zpracované zeleniny. Při antioxidačním účinku se vitaminy C a vitamin E vzájemně posilují (KOPEC, 2010).

Do skupiny antioxidantů řadíme vitaminy C, E a z minerálních látek selen a zinek. Vitaminy jsou potřebné pro správný průběh životních pochodů. Náš organismus si nedovede některé vitaminy syntetizovat, proto je důležité zajistit jejich přísun potravou. Nedostatky vitaminů způsobují různé zdravotní potíže (GÓRNICKA, 2002).

Některé vitaminy (vitamin C, E) mají ještě další ochranné účinky, např. společně snižují rizika nádorových a srdečně-cévních onemocnění nebo chrání před účinky volných radikálů. Vitamin C snižuje riziko škodlivosti dusičnanů, zvyšuje vstřebatelnost železa, oslabuje účinky nikotinu (KOPEC, 2010).

Minerální látky hrají velmi významnou roli při prevenci kornatění tepen, v látkové přeměně a upravují hladinu cholesterolu (ZEDEK et al., 2014).

- Vitamin C (kyselina L-askorbová) je nezbytný pro metabolismus aminokyselin, vývoj kostí, zubů a chrupavek (ZEDEK et al, 2014).

Je silným antioxidantem, který chrání naše buňky před působením volných radikálů, tedy nežádoucích vedlejších produktů našeho metabolismu. Volné radikály poškozují naše buňky a často přispívají ke vzniku kardiovaskulárních onemocnění, rakoviny a předčasnému stárnutí (CLEMENT, 2016).

Nedostatek vitaminu C se projevuje únavou, potížemi s dásněmi nebo oslabenou imunitou. Vitamin C je citlivý na vnější faktory jako jsou světlo, teplota (nad 30 °C degraduje) a kyslík, proto je důležité potraviny obsahující vitamin C co nejrychleji spotřebovat. Doporučená denní dávka je 100 miligramů, pro kuřáky je to, až 130 miligramů (GÓRNICKA, 2002). Snadno se ničí nesprávným zacházením (skladováním, zpracováním...), kontaktem s kovy, sušením a zahříváním (ZLATOHLÁVEK et al., 2016). Z bohatých rostlinných zdrojů lze jmenovat např. rakytník, šípek, papriku, brusinky aj. (ZEDEK et al., 2014).

Vitamin C je nezbytný při léčbě infekcí, zranění, popálenin a pro tvorbu kolagenu, což je bílkovina důležitá pro zdravou pleť, zuby, kosti, chrupavky a dásně. Vitamin C také pomáhá s produkcí neurotransmiteru noradrenalinu (řídí tok krve) a serotoninu (podporuje spánek a klidné, radostné a produktivní duševní rozpoložení). Vitamin C také zvyšuje absorpci železa, protože železo (také známé jako nehemové železo) je v různých typech rostlinné stravy, které se vstřebává mnohem účinněji, když jsou tyto potraviny doprovázené jídly s vysokým obsahem vitaminu C (CLEMENT, 2016).

- Vitamin E je látka rozpustná v tucích, která se přirozeně vyskytuje v 8 různých formách. Ve čtyřech tokoferolech (alfa, beta, gama a delta) a čtyřech tokotrienolech

(rovněž alfa, beta, gama a delta). Každá z těchto forem má svou vlastní biologickou aktivitu (CLEMENT, 2016).

Vitamin E se podílí na tvorbě erytrocytů (červených krvinek), na výživě svalů a tkání, také zpomaluje procesy přirozeného stárnutí a zabraňuje kornatění cév. Vitamin E pomáhá chránit vitamin A před oxidací. (GÓRNICKÁ, 2002).

Vitamin E zabraňuje oxidaci nenasycených mastných kyselin. Významným zdrojem vitaminu E jsou čerstvé neupravené potraviny. Dalším a přirozeným zdrojem vitaminu E je mléko, obilniny, semínka, vnitřnosti, ořechy a rostlinné oleje. Doporučená denní dávka je 15 mg/den (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).

- **Zinek** se v těle nachází hlavně v kůži, vlasech, nehtech a játrech. Zinek je vylučován stolicí a nedostatek zinku v těle způsobuje zpomalený růst, ztrátu chuti k jídlu a vypadávání vlasů. Je také důležitý při léčení pooperačních ran, jeho zdrojem jsou především pšeničné otruby a klíčky, luštěniny, vejce, játra a semena dýní (ZEDEK et al., 2014). Zinek je důležitý ke správné funkci enzymatických reakcí a růstu organismu. Je rovněž poměrně hojně zastoupen v mase, zejména hovězí a jeho vstřebávání snižuje např. konzumace pečiva s vysokým obsahem otrub.

Vstřebávání zinku ze stravy je snižováno vazbou na vlákninu, fytyáty a vápník. Naopak zvyšována je přítomností živočišných bílkovin, proto je celková biologická dostupnost zinku při vegetariánské stravě nižší (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).

- **Selen** je nezbytný pro správnou syntézu hormonů štítné žlázy. Jeho nedostatkem jsou ohroženi zejména vegetariáni, pacienti s jednostrannou stravou a alkoholici (ZLATOHLÁVEK et al., 2016). Selen je součástí enzymů, zvyšuje účinek vitaminu E a v lidském těle se nachází v ledvinách, játrech, vlasech a kostech. Nedostatek selenu se projevuje kardiovaskulárními problémy a poruchami imunitního systému. Selen je významný při ochraně buněk před volnými radikály a je obsažen v celozrnných produktech, rybách, ve vejcích, česneku, vnitřnostech a sóji (ZEDEK et al., 2014).

### **2.2.2 Fenolické sloučeniny**

Fenolické sloučeniny patří mezi velmi různorodou skupinu látek, které se vyskytují ve všech druzích ovoce a zeleniny. Fenoly jsou také přírodními barvivy (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009). Zdraví prospěšné jsou zpravidla velké složité molekuly nazývané polyfenoly, (Kopec, 2010).

Polyfenoly se vyskytují v listech a plodech téměř všech druhů rostlin a dodávají rostlinám jejich barvu i vůni květů (DREYER, EVA-MARIA, 2010).

- Polyfenoly jsou považovány za jedny z nejdůležitějších antioxidantů v lidské stravě, a jejich přítomnost v potravinách rostlinného původu chrání konzumenty před oxidačním stresem, kardiovaskulárními a chronickými chorobami (KARDUM et al., 2014; HOOPER et al., 2008; ART, HOLLMAN, 2005). Pole jejich působnosti je velmi široké. Působí antioxidačně, chrání játra, podporují užitečné enzymy, posilují kapiláry, snižují riziko srdečně-cévních a nádorových onemocnění (KOPEC, 2010).

Podporují náš organismus při obraně proti infekcím a pomáhají nám odstraňovat látky působící rychlé stárnutí buněk, tzv. volné radikály (DREYER, EVA-MARIA, 2010). Polyfenoly působí proti alergii, protože brání uvolňování histaminu, který je příčinou různých alergií a vyvolává zánětlivá onemocnění. Působí spolu s kyselinou askorbovou a zlepšují senzorickou jakost (KOPEC, 2010).

Mezi polyfenoly patří Fenolické kyseliny (cinamové kyseliny), patřící k látkám fenolické povahy působící příznivě na lidské zdraví, dále tam patří Stilbeny, lignany a Flavonoidy (KOPEC, 2010).

- Flavonoidy jsou velmi rozsáhlou skupinou rostlinných fenolů. Potraviny bohaté na flavonoidy a jiné polyfenoly chrání orgány, hlavně žaludek a tlusté střevo, proti rakovině (PETKO et al., 2014). Podle stupně oxidace uhlíkatého řetězce se flavonoidy dělí do základních struktur. Patří sem katechiny (hojně se vyskytují v čajovníku čínském a červeném víně a čokoládě), leukoanthokyanidiny (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009), dále pak flavanony nazývané též „citrusové“ flavonoidy, což jsou látky vyskytující se v pomerančích a grapefruitech. K hlavním zástupcům se řadí naringenin, hesperidin a jejich glykosidy (OPLETAL, 2016).

Další skupinou jsou flavonoly – mezi jejich zdroje patří cibule, kapusta, mladá zelená cibulka, brokolice, jablka a bobulovité plody (GAYNOR, 2016) a anthokyanidiny (červené barvivo vyskytující se např. v třešních, švestkách a rybízu).

Pouze některé flavonoidy jsou důležité jako přírodní rostlinná barviva, jiné jsou podstatné pro svoji chuť nebo mají významné biologické účinky (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009). Nejvýznamnější flavonoid ve výživě člověka je flavonol kvercetin, který se nachází v hroznech, jablkách, cibuli, bobulových plodech a červeném víně. Kvercetin snižuje krevní tlak a bylo také zjištěno, že potlačuje tyrosinkinázu, jeden z hlavních enzymů způsobující rakovinu (GAYNOR, 2016).

### 2.2.3 Nutraceutika

Pojem „nutraceutical“ (nutraceutický) byl vytvořen Dr. S. L. DeFelice v roce 1989 kombinací slov "nutrition " a " pharmaceutical " s odkazem na studii zaměřenou na potraviny a jejich složky, které mají příznivý účinek na lidské zdraví. Jednoznačná definice tohoto termínu neexistuje, jsou pod něj zahrnovány produkty na pomezí mezi potravinami a léčivy. Mezi nutraceutika se řadí např. vitaminy, antioxidanty, látky působící na imunitní systém a další látky pozitivně působící na naše zdraví (DEMNEROVÁ et al., 2016).

#### 2.2.3.1 Vitaminy

Vitaminy jsou organické nízkomolekulární sloučeniny syntetizované téměř jen autotrofními organismy. Heterotrofní organismy je syntetizují jen ve velmi malé míře (např. člověk syntetizuje niacin z tryptofanu) a dostávají se jim jako exogenní látky především potravou a některé z nich prostřednictvím střevní mikroflóry. Vitaminy se dělí na dvě skupiny: vitaminy rozpustné v tucích, tedy lipofilní vitaminy (D, E, K, A) a vitaminy rozpustné ve vodě, hydrofilní vitaminy (B, C, H), (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

- Vitamin D je nejvíce obsažen v rybím mase, u lidí se vytváří vlivem slunečního záření (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).

Potřebujeme ho také ke vstřebávání vápníku a fosforu (CLEMENT, 2016).

Vitamin D působí na zdravý vývoj kostí a na prevenci kostních onemocnění včetně osteoporózy, působí i proti nádorovým onemocněním, má pozitivní vliv i na kardiovaskulární aparát, imunitní systém, obranu před infekcemi a ochranu před autoimunitními onemocněními (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).

- Vitamin K výrazně zvyšuje krevní srážlivost, protože se podílí na tvorbě jaterního proteinu, který jí řídí. Tento vitamin běžně vytvářejí střevní bakterie. U většiny lidí však chybí zdravá hladina střevní mikroflóry, proto se doporučuje vitamin K doplňovat z přírodních zdrojů (CLEMENT, 2016). Může vznikat i při onemocnění trávicího traktu s porušeným vstřebáváním tuků nebo porušené syntézy vitamínu K střevními bakteriemi (ZLATOHLÁVEK et al., 2016). Nedostatek vitamínu K způsobuje poruchy srážlivosti krve. V potravinách rostlinného původu je hojně zastoupen například v listové zelenině (špenát nebo kapusta) a v nižších koncentracích i v klíčcích, olivovém oleji a zeleném čaji (CLEMENT, 2016).

- Vitamin A je nezbytný pro obnovu pigmentů v sítnici oka a také pozitivně ovlivňuje stav všech sliznic. Nedostatek tohoto vitamínu se projevuje poruchami zraku a záněty spojivek. Vitamin A se vyskytuje jako retinol v potravinách živočišného původu (mléko, játra, vaječný žloutek a máslo). Jeho provitaminem je tzv.  $\beta$ -karoten, který se vyskytuje v rostlinných pigmentech v červeném a žlutém ovoci a zelenině (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).

Do druhé skupiny patří vitaminy B, C a H, které také nazýváme hydrofilní vitaminy.

- Vitamin B<sub>1</sub> (thiamin) je nejvíce obsažen v kvasnicích, luštěninách, mléce, mase a zelenině. Rostliny, houby a bakterie si dokáží thiamin syntetizovat, naopak lidé ho musí přijímat z potravy. Ačkoli rostlinné potraviny jsou hlavním zdrojem thiaminu, některé základní plodiny jako je loupaná rýže obsahuje velmi nízký obsah thiaminu.

- Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin) je důležitý zejména pro správnou funkci kůže a sliznic. Nedostatek vitamínu B<sub>2</sub> je vzácný. Zdrojem jsou jako u vitamínu B<sub>1</sub> kvasnice, luštěniny, mléko, maso a zelenina.

- Vitamin B<sub>3</sub> (niacin, kyselina nikotinová) při jeho nedostatku se projevuje onemocněním zvané pelagra, které se u nás nevyskytuje. Hojně je obsažen v mase, kvasnicích, sóje, ořechách a chlebu.

- Vitamin B<sub>5</sub> (kyselina pantothenová) se nachází téměř ve všech potravinách rostlinného a živočišného původu (maso, vnitřnosti, vejce, droždí, celozrnné výrobky, luštěniny, mléko, ovoce a zelenina).

- Vitamin B<sub>6</sub> (pyridoxin) se účastní mnoha reakcí významných v metabolismu bílkovin (resp. aminokyselin). Nedostatek se projevuje dermatitidami a nervovými poruchami (u dětí křečemi). Vitamin B<sub>6</sub> je obsažen především v mase a masných výrobcích, vnitřnostech, vaječném žloutku a obilovinách.

- Vitamin H (biotin) si lidský organismus dokáže syntetizovat. Z potravin je získáván pouze volný biotin a spolu s vitaminem vzniklým činností střevní mikroflóry pokryjí denní spotřebu, která není vysoká (50-150  $\mu$ g). Nedostatek vitamínu H je velmi vzácný (kožní onemocnění). V potravinách se vyskytuje v nízkých koncentracích. Je obsažen v kvasnicích, játrech a vaječném žloutku.

- **Vitamin B<sub>12</sub>** (kobalamin) se vyskytuje především v mase a masných výrobcích. Nižší obsah je v mléce, sýrech a vaječném žloutku (VELÍŠEK, 2002).

Nedostatek vitamínu B<sub>12</sub> způsobuje anémii a poruchy funkce nervové soustavy, zejména míchy (postižení zadních provazců). Pro vstřebávání vitamínu B<sub>12</sub> v tenkém střevě je nezbytný tzv. vnitřní faktor, který je tvořený v žaludku. Ten chybí zejména při onemocnění žaludku (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).

### **2.2.3.2 Bioaktivní kyseliny**

Malá množství těchto látek obsažených v zelenině a ovoci mají také ochranné účinky. Jde o kyselinu glukuronovou, jantarovou (nalezneme ji v plodech angreštu) a spoustu jiných. V košťálové zelenině je obsažená kyselina tartronová, která snižuje riziko srdečně cévních chorob a obezity, protože zpomaluje přeměnu glycidů na tuky a cholesterol. V zelenině se nachází kyselina kávová (hlavní složkou kávových bobů), ferulová, ellagová (obsažena v květu hřebíčkovce vonného nebo listu medvědice lékařské), p-kuramová, chlorogenová (v mochyňi maloploché) a další, které snižují tvorbu nitrosaminů v zažívacím traktu, působí antioxidačně a snižují riziko nádorových onemocnění (KOPEC, 2010).

### **2.2.3.3 Polysacharidy**

Polysacharidy (glykany) patří mezi nejrozšířenější biopolymery v přírodě. Skládají se z velkého počtu monosacharidů nebo jejich derivátů, spojovaných glykosidovými vazbami do lineárních nebo rozvětvených řetězců (ZEHNÁLEK, 2003). Polysacharidy patří mezi biologické polymery, které mají důležitou úlohu při stavbě rostlin, živočichů, hub a mikroorganismů (celulosa, chitin, pektin, hemicelulosa) a jsou zdrojem energie pro různé biochemické reakce (škrob, fruktany). Mohou se také zúčastňovat dalších procesů, např. ovlivňují srážlivost krve (heparin) nebo hospodaření s vodou (rostlinné gumy a slizy). Polysacharidy mají nejen nepostradatelný význam v přírodě, ale také mají široké využití v potravinářství, farmacii a v dalších průmyslových odvětvích. Např. celulosa, nejrozšířenější stavební polysacharid rostlin, je základem papíru, textilních tkanin, stavebních hmot, její deriváty se používají jako zahušťovací prostředky do potravin a jsou důležitou součástí různých forem léků. Škrob, který je nejrozšířenější zásobní polysacharid rostlin, má často podobné použití jak v nativní formě, tak ve formě derivátů, jako celulosa (ČOPIKOVÁ, SYNYTSYA, 2005).

#### 2.2.3.4 Vlákna

Pojmem vlákna jsou označovány nestravitelné polysacharidy organického původu (SVAČINA et al., 2013). Potravinová vlákna je významnou složkou ovoce a zeleniny. Součástí vlákniny je inulin, který má také schopnost snižovat hladinu škodlivého cholesterolu a zvyšovat využitelnost minerálních látek, zvláště vápníku (KOPEC, 2010).

K hlavním zdrojům vlákniny patří celozrnné produkty, jelikož vnější vrstvy obilného zrna jsou bohaté na neškrobové polysacharidy (arabinoxylany, celulosu), (ZEDEK et al., 2015). Vyskytuje se také v zelenině, například topinamburech, černém kořenu, artyčokách, endividii, v kořenech čekanky a v cibuli (KOPEC, 2010).

- Vlákna nerozpustná ve vodě obsahuje celulosu, lignin a nerozpustné hemicelulose (heteroglukany, xyloglukany a betaglukany). Tento typ vlákniny mírně zvětšuje objem tráveniny, urychluje střevní pasáž, podporuje peristaltiku střev a nevytváří viskózní roztoky.
- Vlákna rozpustná ve vodě obsahuje polosyntetické cukerné deriváty (laktulosa), heteromannany (galaktomannany a glukomannany), rozpustné hemicelulózy, pektiny, heterofruktany (inuliny, levany a glukofruktany).

Vlákna rozpustná ve vodě sorbuje vodu, vytváří viskózní roztok, změkčuje stolici, udržuje obsah střev v pohybu, působí prevenci zácpy a divertikulárních nemocí.

Příznivý význam vlákniny je především při zácpě, žaludečních a dvanácterníkových vředech, hemoroidech a jako prevence kolorektálních karcinomů (OPLETAL, 2010).



**Tab. 1: Obsah vlákniny v potravinách (ZLATOHLÁVEK, 2016)**

<b>Potravina</b>	<b>Vláknina [g.100g<sup>-1</sup>]</b>
Pšeničné otruby	45
Lněné semínko	38
Pšeničné klíčky	18
Sója	18
Fazole	15
Křehký chléb	6-19
Sušené fíky	12
Celozrnné pečivo	8-10
Ovesné vločky	7
Rybíz	6
Hrášek	5
Maliny	5
Rýže natural	4
Pšeničná mouka hrubá	4
Corn flakes	4
Fazolky, kapusta	3
Bílý chléb	3
Brokolice	3
Mrkev	3
Zelí	3
Banány	3
Květák	2
Jablka	2
Pomeranče	2
Brambory	2
Bílá rýže	1

## **Pektiny**

Pektiny jsou skupinou polysacharidů o různém složení. Vyskytují se v pletivech všech vyšších rostlin, kromě jednoděložných. Jsou součástí stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Vznikají a ukládají se hlavně v raných stádiích růstu, kdy se zvětšuje plocha buněčných stěn. Přítomnost pektinů má značný vliv na zrání, skladování, zpracování a hlavně na texturu ovoce a zeleniny.

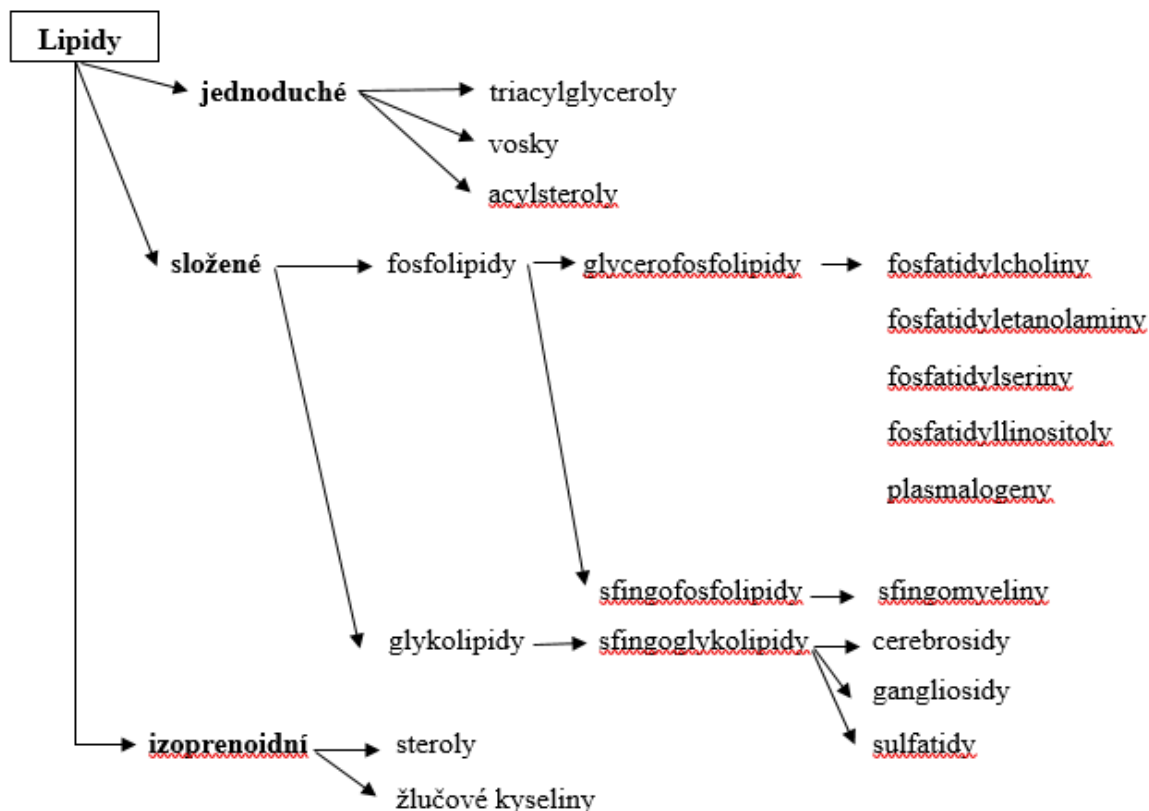
Pektiny se nacházejí ve všech druzích ovoce a zeleniny. Jejich obsah však není vysoký, v ovocné dužnině je okolo 1 %. Více pektinu se nachází např. v jablkách, slívách, renklódách, rybízu, angreštu, kdoulích a brusinkách, méně v třešních, višních, bezinkách a borůvkách (méně nebo rovno 0,5%). Ze zelenin obsahují nejvíce pektinu rajčata, mrkev a cukrová řepa (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

V ovoci a zelenině je pozitivně hodnocen podíl pektinových látek, například v kůře citrusů je až 30 % a ve slupce jablka je až 20% obsahu pektinů, které v obilninové vláknině téměř chybí. Pektiny mnohem účinněji, než celulóza odstraňují z lidského organismu škodlivé látky včetně těžkých kovů (KOPEC, 2010). Bohatá na pektiny je hlavně slupka jablka, dále také třešně, hroznové víno, rybíz, rajčata, angrešt, maliny, banány aj., (GÓRNICKA, 2002).

Pektiny regulují množství cholesterolu v těle přijímaného s tučnými pokrmy, zabraňují kornatění cév a infarktu srdce. Dále působí proti průjmům, otravě olovem a stronciem, ničí streptokoky a stafylokoky. Kapalný roztok pektinu napomáhá k hojení hlubokých ran a podporuje tvorbu zdravé tkáně. Pektiny léčí taktéž vnitřní zranění, jako jsou vředy a krvácení v trávicím traktu (GÓRNICKA, 2002).

### **2.2.3.5 Mastné kyseliny (omega 3 a 6 nenasycené mastné kyseliny)**

Pod pojmem lipidy se rozumí estery mastných kyselin a alkoholu. Obecně jsou do této skupiny zahrnovány triacylglyceroly, fosfolipidy a některé látky steroidního charakteru jako je cholesterol. Z různých forem tuků využívá organismus jako energetický substrát především triacylglyceroly. Po perorálním příjmu jsou štěpeny na mastné kyseliny a glycerol a následně jsou v trávicím traktu vstřebávány (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).



**Obr. 1: Schéma rozdělení lipidů (ZEHNÁLEK, 2016)**

Mastné kyseliny jsou základní složkou lipidů, které jsou živočišného nebo rostlinného původu. Živočišné tuky jsou méně rozpustné – při pokojové teplotě jsou obvykle tuhé, zatímco rostlinné tuky jsou při těchto teplotách tekuté a nazývají se oleje. To je dáno vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin. Výjimku z tohoto pravidla tvoří například kokosový a palmový olej, které obsahují velké množství nasycených mastných kyselin, a proto jsou při pokojové teplotě tuhé (SVAČINA et al., 2013).

Mastné kyseliny si lze představit jako lineární řetězce o 12-24 uhlících, které se dělí dle obsahu dvojných vazeb na nasycené (saturované) a nenasycené. Nenasycené mastné kyseliny mají buď jednu dvojnou vazbu (mononenasycené), nebo mají více dvojných vazeb (polynenasycené). Polynenasycené mastné kyseliny dělíme na omega-3 (kyselina alfa-linolenová) a omega-6 (kyselina linolová), dle první dvojných vazeb od metylového konce. Některé polynenasycené (kyselina linolová a kyselina alfa-linolenová) si náš organismus neumí syntetizovat a proto musí být přijímány potravou. Esenciální mastné kyseliny jsou ve větším množství obsaženy v mateřském mléce, protože jsou nezbytné

pro rychle se rozvíjející organismus, zejména centrální nervový systém u dítěte. Dnes je bezpečně prokázán jejich účinek kardioprotektivní a antiarytmický. V dávkách vyšších jak 1g za den snižují krevní tlak (ZLATOHLÁVEK et al., 2016).

V naší stravě se zvyšuje podíl živočišných tuků, které převážně obsahují nežádoucí nasycené mastné kyseliny. Tuky s příznivým složením (nenasycené mastné kyseliny) jsou obsaženy v mořských rybách, rybích olejích, rostlinných olejích a většině druhů ořechů ale nejbohatší na omega-3 mastné kyseliny jsou vlašské ořechy (obsahují až 8 krát více těchto kyselin než ostatní ořechy). Omega-6 mastné kyseliny se konkrétně nachází ve slunečnicovém, podzemnicovém, sezamovém a kukuřičném oleji (ZLATOHLÁVEK et al., 2016). Zelenina neobsahuje prakticky žádné tuky a její zvýšená konzumace přispívá k omezení jejich příjmu (KOPEC, 2010).

### **2.2.3.6 Probiotika**

Probiotikem rozumíme monokulturu nebo směsnou kulturu živých mikroorganismů, která po perorálním podání zlepšuje mikrobiální rovnováhu ve střevech a produkcí různých metabolitů může zlepšit jeho zdravotní stav (OPLETAL, 2010).

Bez mikroorganismů bychom nemohli růst, trávit ani metabolizovat potravu. Žijí v nerozlučném sejetí s našimi střevy (SHINYA, 2016). Žaludkem a tenkým střevem prochází strava příliš rychle na to, aby se tu mohla uplatnit činnost mikroflóry. V tlustém střevě se ale rychlost výrazně snižuje a díky výkonnosti mikroflóry je tlusté střevo metabolicky nejúčinnějším orgánem. Také obsahuje většinu tkání, které jsou nositeli imunitního systému, takže ovlivňuje zdravotní stav a kondici jedince (KALÁČ, 2003).

Imunitní systém rozhoduje o kvalitě zdraví po celý náš život (JONÁŠ, KUCHARŤ, 2014). Vnitřní oblast střev má stálou teplotu, dostatek živin a vysoký obsah vody, takže vytváří ideální prostředí pro mikroorganismy. Střevní bakterie za těchto podmínek vytváří velké množství enzymů, které rozkládají živiny, a tím získávají potřebnou energii pro své životní pochody. Část uvolněných živin využije i člověk, takže má z mikroflóry prospěch (KALÁČ, 2003).

Probiotické mikroorganismy vykazují řadu příznivých aktivit (zlepšují imunitní systém, zmírňují laktosovou intoleranci, snižují hladinu sérového cholesterolu, působí proti vzniku kolorektálního karcinomu, pozitivně ovlivňují složení střevní mikroflóry, zvyšují absorpci vápníku, zpomalují úbytek kostní tkáně, zmírňují četnost a průběh

průjmů, působí proti zubnímu kazu, produkují vitaminy především B-komplexu a potlačují růst nežádoucích bakterií). Kolonizace střeva probiotickými mikroorganismy je pouze přechodná, proto je důležité zajistit jejich stálý výskyt a rozmnožování ve střevě (OPLETAL, 2010).

### **2.2.3.7 Prebiotika**

Prebiotika nejsou na rozdíl od probiotik živé organismy, jejich užívání má ale stejný účel-zvýšit počet žádoucích bakterií ve střevech (SONNENBURGOVI, 2015).

Prebiotika jsou nestravitelné látky, jejichž úkolem je zajistit růst těchto prospěšných bakterií (*lactobacillus*, *acidophilus* a *bifidobacterium*). Prebiotika podporují normální trávení, tlumí intestinální (střevní) záněty, zlepšují imunitní systém a potlačují činnost škodlivých bakterií (GAYNOR, 2016).

Jedním z nejrozšířenějších prebiotik je inulin, polymer skládající se až ze šedesáti molekul fruktózy, které jsou mezi sebou vzájemně propojené. V přírodní formě se nachází v mnoha druzích ovoce a zeleniny (zejména v cibuli, česneku a topinamburech). Střevní bakterie způsobují kvašení inulinu a vytvářejí mastné kyseliny s krátkým řetězcem (kyselina octová, propionová a máselná), které chrání tkáň před zánětem a dodávají organismu energii (SONNENBURGOVI, 2015).

### **2.2.3.8 Symbiotika**

Pojmem symbiotika se rozumí kombinace probiotik s prebiotiky. Pozitivní efekt této kombinace je dán vyšší možností přežití pozitivně působících bakterií v lidském střevě. Tyto kombinované přípravky pomáhají například při různých průjmových onemocněních, při zácpě, obecně ke zlepšení imunity a celé řadě dalších pozitivních vlivů na náš organismus (ARNDT, 2013).

### **2.2.3.9 Proteiny a aminokyseliny**

Pro klasifikační účely se označují řetězce vytvořené z méně než 50 aminokyselin jako peptidy a delší řetězce se označují názvem bílkoviny (proteiny), (JOHN MCMURRY, 2007). Aminokyseliny jsou organické sloučeniny, v jejichž molekule je přítomna alespoň jedna primární aminoskupina ( $\text{NH}_2$ ) a současně alespoň jedna karboxylová skupina ( $\text{COOH}$ ). Aminokyseliny se v potravinách nacházejí jako základní stavební jednotky všech bílkovin a také jako volné látky. V přírodních materiálech bylo

zjištěno více než 700 různých aminokyselin. Některé z nich jsou rozšířeny obecně, jiné se vyskytují jen v určitých druzích rostlin, živočichů či v jiných organismech (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Ve většině potravin bývá zhruba 99 % aminokyselin vázaných v bílkovinách a peptidech. Zbytek (1 %) jsou volné aminokyseliny. Více volných aminokyselin bývá v potravinách, při jejichž výrobě nebo skladování probíhá proteolýza. Větší množství volných aminokyselin najdeme například v některých sýrech, pivě a víně. V enzymových hydrolyzátech bílkovin (sójová omáčka) nebo v kyselých hydrolyzátech bílkovin (polévkové koření) jsou obsaženy jen volné aminokyseliny, případně peptidy, ale žádné bílkoviny (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Aminokyseliny lze rozdělit do následujících skupin:

- Sladké (glycin, alanin, threonin, prolin a hydroxyprolin)
- Kyselé (glutamová a asparagová kyselina)
- Hořké (aminokyseliny s hydrofobními postranními řetězci: leucin, izoleucin, fenylalanin, tyrosin, tryptofan)
- Indiferentní (ostatní aminokyseliny), (OPLETAL, 2010).

Pro syntézu bílkovin je nezbytných všech 20 aminokyselin, ale lidský organismus dokáže syntetizovat pouze 10 z nich. Zbývajících 10 se musí získat z potravy (esenciální aminokyseliny). Nedostatečný přísun těchto esenciálních aminokyselin vede až k příznakům těžké podvýživy (MCMURRY, 2007).

- Esenciální (nepostradatelné) aminokyseliny si lidský organismus není schopen vytvořit. Patří sem valin, leucin, izoleucin, fenylalanin, lysin, methionin, tryptofan a treonin.
- Podmíněně esenciální aminokyseliny se tvoří při nedostatku esenciálních aminokyselin. Patří mezi ně tyrozin a cystein. Tyrozin vzniká z fenylalaninu a cystein z metioninu.
- Esenciální v dětském věku jsou histidin a arginin (ZEHNÁLEK, 2003).
- Plně neesenciální (organismus si je dokáže syntetizovat) jsou pouze alanin, serin, kyselina asparagová a aspargin (SVAČINA, et al., 2013).

Volné aminokyseliny jsou senzory aktivními látkami a mohou ovlivňovat chuť a také vůni. Významný je účinek řady aminokyselin, ze kterých se bílkovina skládá (KOPEC 2010).

**Glutamin** se nachází např. v košťálovinách a má protizánětlivé schopnosti. V některé zelenině je obsažen serotonin, vodní melouny ho obsahují  $80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , rajčata

30 mg.kg<sup>-1</sup>, ostatní zelenina podstatně méně. Serotonin se tvoří v lidském mozku a vyvolává dobrou náladu a optimismus. Z potravin se však získává velmi málo. Zelenina však obsahuje látky, které přispívají k jeho tvorbě.

Bílkoviny vedle sacharidů a tuků patří k základním složkám potravy. Jsou základní stavební surovinou cytoplazmy, buněk, hormonů, enzymů a hemoglobinu. Bílkoviny tvoří pětinu váhy těla (GÓRNICKA, 2002). Některé bílkoviny (např. syrovátkové bílkoviny) a další látky ze skupiny proteinů, obsažené v zelenině mají chemoprotektivní účinky. Pozitivně působí nedenaturované, aktivní enzymy. Podílejí se také na zvýšení chuťové i nutriční hodnoty (KOPEC, 2010).

Mezi další funkce proteinů patří nutriční, transportní, imunitní, funkce jednotlivých systémů, regulace metabolismu a řada dalších (SVAČINA et al., 2013). Potřeba bílkovin stoupá při stresu, nakažlivých chorobách, nedostatku spánku, vykonávání těžké fyzické práce, při vysokých teplotách, při bolesti a strachu (GÓRNICKA, 2002).

Z přírodních peptidů má všeobecný význam tripeptid glutation, obsahující zbytky aminokyselin glycinu, cysteinu a kyseliny glutamové. Tento tripeptid je obsažen ve většině buněk v poměrně vysoké koncentraci  $1.10^{-3} - 5.10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$  (ZEHNÁLEK, 2003).

Glutation má antioxidační účinky, snižuje riziko nádorových a srdečních chorob. Zdrojem glutationu je kromě masa i čerstvá i zmrazená zelenina, např. chřest, vodní meloun, tykve, květák, kadeřávek, růžičková kapusta, zelí, brokolice, zelená paprika, rajčata aj. Vařením se jeho obsah snižuje (KOPEC, 2010).

### ***Fazeolamin***

Už dlouhou dobu je známo, že plod fazolu zbavený semen (*Phaseoli pericarpium*, *Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae-fazol obecný) má vlastnost snižovat hladinu krevní glukosy u pacientů trpících cukrovkou (látky byly nazývány glukokininy). V současné době je už známo, že obsahuje ve vodě rozpustné látky, které inhibují  $\alpha$ -amylasu, tato inhibice štěpení škrobu má využití jak u diabetiků, tak u osob s nadváhou nebo obezitou.

Je součástí adjuvantní terapie diabetes mellitus, hypertriglycerolemií (zvýšený obsah tuků v krvi) a stravovacích režimů používaných při snižování tělesné hmotnosti. Fazeolamin našel také uplatnění v komplexních přípravcích pro snížení projevů alkoholové kocoviny (OPLETAL, 2010).

## 2.2.4 Karotenoidy a jiná rostlinná barviva

Rostlinná barviva ovoce a zeleniny se většinou vyznačují ochrannými vlastnostmi, například působí antioxidantně a některé antimikrobiálně. Patří k nim barviva zelená (chlorofyly), oranžová (karotenoidy), žlutá (flavonoidy), červená, fialová až modrofialová (antokyaniny, betalainy), (KOPEC, 2010).

**Chlorofyl** (listová zeleň) je typický pro zelenou barvu listů a nezralých plodů. Má protirakovinový účinek a má příznivý vliv na tvorbu červených krvinek (erytrocytů). Antimikrobní účinek chlorofylu je využíván v kosmetickém průmyslu (v zubních pastách). Listová zeleň je obsažena hlavně ve špenátu, salátu a všech naťových zeleninách (KOPEC, 2010).

**Karotenoidy** jsou ve vodě nerozpustné složky vyskytující se v ovoci a zelenině (rajčata, mrkev aj.). Jednou z jejich hlavních funkcí v rostlinách je poskytnout červené a žluté pigmenty nezbytné pro fotosyntézu. Karotenoidy se dělí na karoteny a xantofyly (MANN, STEWART, 2007). V zelenině jsou zastoupeny hlavně  $\beta$ -karotenem, lykopenem, luteinem a zeaxantinem. Karotenoidy efektivně působí na zlepšení funkcí mnoha orgánů lidského těla, chrání oční čočky před zákalem a degenerací (KOPEC, 2010).

**Lykopen** je karotenoid, který se nachází jen v některých druzích zeleniny v množství do  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Nejvíce lykopenu získáváme z tepelně upravených rajčat a rajčatových produktů, kde je ho až  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Lykopen je obsažen i ve vodních melounech (KOPEC, 2010).

**Lutein** se vyskytuje společně se zeaxantinem. Toto žluté barvivo je rozpustné v tucích a je odolné proti vysoké teplotě. Lutein je přítomen ve žlutých a oranžových zeleninách a v zelených částech rostlin v množství až  $390 \text{ mg.kg}^{-1}$ , kde ho překrývá chlorofyl. Dobrým zdrojem je kadeřavá a hlávková kapusta, paprika, brokolice, salát, rajčata, tykev i další druhy. Lutein snižuje riziko šerosleposti, šedého zákalu, brání degenerativním změnám zraku a chrání zrak před nepříznivými vlivy záření. Jiné karotenoidy tyto schopnosti nemají pouze lutein. Jako účinná denní dávka luteinu se doporučuje 6 mg, ale ta není naší stravou dosažena (KOPEC, 2010).

**Antokyany** (antokyaniny) jsou barviva rozpustná ve vodě, která dodávají rostlinným pletivům širokou paletu barev. Patří mezi ně kyanidin, který je červený, pelargonidín oranžový, delfinidin modrý, peonidín červenohnědý, malvidin fialový a petunidín tmavočervený. Jedná se o fenolické látky (KOPEC, 2010). Tyto látky působí preventivně proti infekcím močových cest, potlačují bakterie. Hlavními zdroji



jsou plody rostlin čeledí révovitých (hrozny révy vinné), růžovitých (třešně, švestky, maliny, jablka, ořechy aj.), lilkovitých (lilek vejcoplodý), srstkovitých (červenoplodé odrůdy angreštu, černý a červený rybíz), vřesovcovitých (brusinky a borůvky), olivovitých (olivy) a brukvovitých jako je červené zelí a ředkvičky (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Kyanidin a pelargonidin jsou přítomny v červených fazolkách, kukuřici, zelí a rebarboře. Petunidin najdeme v ředkvi, delphinidin v tmavomodrých slupkách baklažánu aj. Betalainy jsou skupinou mnoha červených, oranžových a žlutých dusíkatých barviv. Mají silnou antioxidační a antimikrobiální vlastnost. Do skupiny betalainů patří betakyany, které mají červenou barvu a jsou obsaženy např. v červené řepě, mangoldu a laskavci. Extrakty a koncentráty z červené řepy se využívají v potravinářství k barvení uzenin nebo mléčných produktů pod názvem betanin (KOPEC, 2010).

### **2.2.5 Glukosinoláty (hořčičné glykosidy, thioglykosidy)**

Glukosinoláty patří k základním rostlinným stavebním látkám, jsou odvozeny od sacharidů. Utváří pestrou skupinu látek, do nichž patří fenolové glykosidy (podílejí se na dezinfekci močových cest), kumarinové glykosidy a glykosidy derivátů kumarinu. (JONÁŠ, KUCHAR, 2014).

Glukosinoláty jsou odpovědné za ostrou chuť brukvovitých rostlin (hořčice nebo řeřišnice luční). I u nich se předpokládá ochranné působení proti rakovině (DREYER, EVA-MARIA, 2010).

Patří sem i látky uváděné samostatně, kromě již zmíněných například saponiny nebo flavonoidy (JONÁŠ, KUCHAR, 2014).

V malých koncentracích, která se nacházejí v ovoci a zelenině, jsou zdraví prospěšné i léčivé, ale ve větším množství mohou být škodlivé. V zelenině jich najdeme mnoho (KOPEC, 2010).

Furaneol je heterocyklická sloučenina, která vzniká při Maillardově reakci. Je přítomen v ananasu i jahodách jako glykosid (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Sulforafan má velmi významné protirakovinné vlastnosti. Napomáhá odbourávání karcinogenů z těla a je prokázáno, že redukuje *Helikobacter pylori*, bakterii, která způsobuje rakovinu žaludku. Sulforafan se hojně vyskytuje v brokolici. Brokolicové výhonky obsahují až padesátkrát více sulforafanu než dospělá brokolice. Dále se vyskytuje v brukvi čínské, růžičkové kapustě (GAYNOR, 2016).

### 2.2.6 Thioly

Thioly se řadí mezi sirné sloučeniny, které jsou velmi důležitou skupinou vonných a chuťových látek potravin určujících nebo významně ovlivňujících jejich aroma. Mohou však být též nositelem různých nežádoucích příchutí a příchutí (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Tyto látky s výraznou chutí a vůní působí proti mikrobům a škodlivým volným radikálům. Bylo zjištěno, že thioly snižují riziko tvorby nádorů, zejména plicních u kuřáků. Nacházejí se v česneku, cibuli, pažitce a křenu (KOPEC, 2010).

Hlavní zástupce thiolů je methanthiol, který vzniká při termickém zpracování potravin (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Allicin se tvoří v poraněných cibulích a česneku kuchyňského a medvědího z alliinu. I při nízkých koncentracích usmrcuje mnoho bakteriálních původců humánních chorob. Plísně jsou ale mnohem odolnější. Thiol allicin má antibiotické a antiastmatické účinky. V cibuli jsou rovněž přítomné cepaeny, které příznivě ovlivňují složení krve (KOPEC, 2010).

Česnek medvědí, kuchyňský, křen, cibule aj. obsahující sirnaté sloučeniny, které jsou z těla vylučovány dýchacími a močovými cestami, působí až po celé hodiny proti škodlivým mikroorganismům (JONÁŠ, KUCHAR, 2014).

### 2.2.7 Fytoncidy – rostlinná antibiotika

Jednou z dalších skupin ochranných složek ovoce a zeleniny jsou fytoncidy, přirozené součásti rostlinných buněk. Mají antimikrobiální účinky, které jsou podobné účinkům antibiotik (KOPEC, 2010).

Na rozdíl od synteticky vyrobených antibiotik, u kterých často působí jen jedna hlavní účinná látka, jde u přírodních antibiotik o komplex spolupůsobících látek s různou strukturou a účinností (JONÁŠ, KUCHAR, 2014).

Řadíme sem látky nejrůznější chemické povahy. Například hořčičná silice (přítomná v hořčici a křenu), usmrcuje mikroby již v nepatrných koncentracích. Rafanín je fytoncid ředkve a ředkvičky (KOPEC, 2010).

Další fytoncidní látkou je alkaloid berberin, který je obsažen v rostlinách z čeledi dřívěškovitých. Rostliny, které obsahují berberin účinkují proti celé řadě mikroorganismů a pozitivně působí na nervovou soustavu.

Lékořice (Glycyrrhiza), která má antivirové, antibakteriální a imunostimulační účinky patří mezi tzv. přírodní antibiotika. Lékořice vyniká silným synergistickým

účinkem. Využívanou částí je kořen, který obsahuje stovky látek, z nichž se mnohé intenzivně zkoumaly.

Zázvor (*Zingiber*) má stejně jako lékořice synergistické účinky (zvyšuje účinky jiných rostlin a posiluje jejich účinnost). Příznivě ovlivňuje krevní oběh, tlumí nauzeu (nevolnost od žaludku), průjem a křeče v žaludku, snižuje horečku tím, že podporuje pocení, mírní bronchiální (průduškový) zánět sliznice, ředí hlen a pomáhá jej vykašlávat a tlumí kašel (BUHNER, 2015).

Další plodinou je cibule kuchyňská (*Allium cepa*), u které je využívanou částí rostliny vlastní cibule, která má mnoho účinných látek. Obsahuje éterické oleje, vitaminy (A, B1, B2, C a E), a stejně jako česnek obsahuje také velice účinný allicin. Dále obsahuje karoteny, cholin, sodík, draslík, fosfor, síru, kyselinu asparagovou, citrónovou, nikotinovou, aj. prospěšné látky. Cibule v našem těle ničí zárodky, které mohou vyvolat zánět močového měchýře a ledvinové infekce. Podporuje odhlehování, mírní silný kašel a právě při zánětech dýchacího traktu skvěle prokazuje i své antibiotické vlastnosti (JONÁŠ, KUCHAR, 2014).

## **2.2.8 Řasy (*Algae*)**

Řasy představují skupinu různorodých mořských i sladkovodních organismů, do níž je zahrnováno více než 30 tisíc druhů, patřících do říše rostlin (KALINA, VÁŇA, 2005). Řasy, které jsou významné z potravinářského hlediska, se rozdělují podle barvy do tří skupin, na zelené (*Chlorophyceae*), hnědé (*Fucophyceae*, *Phaeophyceae*) a červené (*Rhodophyta*). *Spirulina* (*Arthrospira*) patří mezi fotosyntetické bakterie (*Cyanobacteria*) a bývá označována jako modrozelená řasa (*Cyanophyceae*), (Mc HUGH, 2003).

### **2.2.8.1 Zelené řasy (*Chlorophyceae*)**

*Chlorophyceae* jsou z hlediska použití zajímavé především svým obsahem fotosyntetických pigmentů. Zelené řasy obsahují mnoho významných látek pro lidský organismus, patří k nim minerální látky, vitaminy, proteiny, lipidy, sacharidy chlorofyly a vlákninu (DALLEN, 2010).

#### ***Chlorella vulgaris***

*Chlorella* je jednobuněčná, zelená sladkovodní řasa, která patří mezi nejstarší organismy na Zemi (DALLEN, 2010). *Chlorella vulgaris* obsahuje vysoké množství proteinů, vitaminů, vlákniny a minerálních látek (JEONG et al., 2009). Buněčná stěna *Chlorelly* se skládá z polysacharidů a glykoproteinu, který ji chrání před nepřátelským

prostředím (GERKEN et al., 2013). Chlorella má také anti-aterogenní, anti-diabetické, protizánětlivé, protirakovinné, anti-bakteriální a anti-virové účinky (AZAMAI et al., 2009).

Je velmi bohatá na vitaminy (vitamin B, C, E, H) a minerální látky (draslík, fosfor, jod, hořčík, mangan, měď, selen, sodík, vápník, zinek, železo), ale také chlorofyl, vlákninu, antioxidanty, aminokyseliny (fenylalanin, izoleucin, leucin, lysin, methionin, alanin, arginin, glycin). Chlorella podporuje imunitní systém, napomáhá k vylučování škodlivých látek z těla, podporuje buněčný růst a zpomaluje proces přirozeného stárnutí (DALLEN, 2010).

### **Spirulina (*Arthrospira*)**

Spirulina je mnohobuněčná, vláknitá sinice žijící v teplých, alkalických sladkých vodách. Patří mezi modrozelené sinice, kromě chlorofylu totiž obsahuje i modré barvivo fytocyanin (DALLEN, 2010). Nejčastěji se využívá sušená sinice z rodu spirulina, která je pěstována ve sladkovodních nádržích (Středozeemí), nebo získávána z jezer (Mexiko, Střední a Jižní Amerika, Afrika). Obsahuje až 60 % stravitelného proteinu, fenylalanin, vitaminy komplexu B, tokoferoly, fykobiliny, sulfatované polysacharidy, minerální látky (Fe), karotenoidy,  $\gamma$ -linolenovou kyselinu a jiné metabolity řas (OPLETAL, 2010). *Arthrospira* (spirulina) je známá pro svou přizpůsobivost a schopnost vázat těžké kovy (ANEJA et al., 2010; CHOJNACKA, MOWOYTA, 2001). Buněčná stěna je tvořena aminovou, karboxylovou, thiolovou a fosforečnou funkční skupinou, které na sebe vážou kovové ionty (ESPOSITO et al., 2002; DAS, 2012; SAYIN, 2011). Mikrořasy jako je *Arthrospira* (spirulina) byly shledány jako velmi účinné v odstraňování těžkých kovů z odpadních vod, protože mají velkou povrchovou plochu a vysokou vazebnou afinitu (ROMERA et al., 2007; BALAJI et al., 2013).

### 3. MATERIÁL A METODIKA

Ve vybraných ovocných a zeleninových druzích (rajče, cherry rajče, šípek, chilly, granátové jablko), dále pak ve vybraných ovocných a zeleninových šťávách (řepná, zelná, granátové jablko, brusinková, rajčatová, karotková a černý rybíz), byly zjišťovány obsahy celkových polyfenolů a kyseliny askorbové. Naměřené hodnoty jsou uspořádány v tabulkách a grafech, podle kterých lze obsahy jednotlivých analytů porovnat. Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny.

Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu STATISTICA 12. Pomocí statistických operací, byly zjištěny průměry a směrodatné odchylky ze třech paralelních stanovení. Na potvrzení průkazného rozdílu mezi hodnotami byla zvolena metoda jednofaktorové analýzy s následným využitím Tukeyova HSD testu na hladině významnosti  $p = 0,05$ . Stanovení bylo provedeno vždy 3x, v tabulkách jsou uvedeny průměrné hodnoty a směrodatné odchylky.

#### 3.1 Materiál

##### Řepná šťáva

Zeleninová 100 % šťáva bez chemických konzervantů. Bez přídavku cukru, obsahuje přírodně se vyskytující cukry.

**Složení:** červená řepa-šťáva z koncentrované šťávy, kyselina citronová, antioxidant (kyselina askorbová). Konzumace šťávy z červené řepy snižuje krevní tlak, pokud je součástí běžné stravy nebo jako doplněk (HOBBS et al., 2012).



**Obr. 2: 100 % šťáva z červené řepy**

## Zelná šťáva

100 % zelná šťáva značky Eden v biokvalitě. Šťáva je bohatá na sekundární rostlinné látky, glukosinoláty a podporuje trávení. **Složení:** Lisovaná šťáva z kysaného bílého zelí a mořská sůl. Brukev zelná (*Brassica oleracea*) patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), pro středomoří a jihozápadní Evropu je to domácí kultivar brukvovitých. Dnes jsou již rostliny z čeledi brukvovitých pěstovány po celém světě. Brukev zelná je populární díky svým antibakteriálním a protizánětlivým účinkům. Šťáva z brukve zelné se připravuje buď samostatně nebo ve směsi s jinou zeleninou jako je například celer nebo mrkev (GREENLY, 2004). Brukev zelná je bohatá na fotochemické látky včetně látek fenolických karotenoidy a glukosinoláty a obsahuje vysoké dávky kyseliny askorbové a jiných antioxidantů (KUSZNIEREWICZ et al., 2008; NILSSON et al., 2006; SONG, THORNALLEY, 2007; GOULD et al., 2006).



**Obr. 3: 100 % šťáva z bílého zelí**

## Šťáva z granátového jablka

100 % nefiltrovaná šťáva z granátového jablka. **Složení:** 100 % šťáva z granátového jablka. Plod granátovníku neutralizuje škodlivé účinky volných radikálů, zabraňuje oxidaci, tvorbě krevních sraženin, čistí krev, pozitivně působí na trávení, reguluje krevní tlak, posiluje obranyschopnost a pomáhá předcházet výskytu různých nemocí, včetně rakoviny. Zejména, když je užíván ve formě džusu (SEERAM et al., 2006).



**Obr. 4: 100 % šťáva z granátového jablka**

## Šťáva brusinková

100 % brusinková šťáva Eden v biokvalitě. **Složení:** Brusinková šťáva.

Brusnice brusinka (*vaccinium vitis-idea*) patří stejně jako borůvky do čeledi vřesovcovitých (*Ericaceae*). Je typická pro kyselé půdy bez větších koncentrací minerálů. Roste v horských oblastech na rašeliništích a vřesovištích. Brusinky obsahují speciální kombinaci fenolů, anthokyanů, flavonoidů, antioxidantů a triterpenoidů (VATTEM et al., 2005; McKAY et al., 2007; CAMINITI et al., 2011). V Brusinkách jsou obsaženy 3 významné antioxidační látky resveratrol, piceatannol a pterostilben, které v kombinaci s vitamínem C a manganem poskytují maximální antioxidační účinek (JAMBRAK et al., 2016).



**Obr. 5: 100 % šťáva z brusinek**

## Rajčatová šťáva

100 % šetrně zpracovaná zeleninová šťáva. **Složení:** rajčatová šťáva 99 %, mořská sůl. Složky obsažené v rajčatové šťávě jsou antikarcinogenní, antimutagenní, antibakteriální s příznivými účinky na mužskou neplodnost (ZIA et al., 2015; YAMAMOTO et al., 2017).



**Obr. 6: 100 % rajčatová šťáva**

## Šťáva mrkvová

100 % mrkvová šťáva Eden v biokvalitě je bohatá na  $\beta$ -karoten, který se v těle mění na vitamin A. **Složení:** mrkvová šťáva, citrónová šťáva. Šťáva je bohatá na sekundární rostlinné látky. Mrkev obecná (*Daucus carrota*) je rostlina patřící do čeledi miříkovitých (*Apiaceae*) patří mezi nejdůležitější kořenové zeleniny na celém světě, pocházející z jižní Asie (MARSZALEK et al., 2016). Mrkvová šťáva je jedna z nejoblíbenějších zeleninových šťáv (MARX et al., 2003) využívána především jako zdroj provitaminu A. (YOON et al., 2005). Ovšem má omezený tržní potenciál kvůli své krátké trvanlivosti (ALKLINT et al., 2004).



Obr. 7: 100 % mrkvová šťáva

## Šťáva z černého rybízu

Šťáva Hollinger BIO černý rybíz. **Složení:** voda, šťáva z černého rybízu, cukr. Podíl ovocné složky nejméně 25 %. Bylo prokázáno příznivé působení na cévní systém při konzumaci šťávy z černého rybízu. Černý rybíz je bohatý na polyfenoly, ale i vitamin C, který je důležitým znakem kvality černého rybízu (KHAN et al., 2014).



Obr. 8: šťáva z černého rybízu



## Rajče tyčkové " *Andine cornue* "

Tento hybrid vznikl spojením odrůdy Stupické pro svou ranost a odrůdy Slávy Porýní pro vysokou kvalitu a výnos. Rajčata byla pěstována z osiva od značky Semo na slunném stanovišti v hlinité půdě. Byla použita dřevěná opora a během vegetace nebyly aplikovány žádné chemické postřiky.

Rajče jedlé řadíme do čeledi lilkovité (*Solanaceae*), (VICTOR et al., 2008).

Rajče jedlé (*Lycopersicon esculentum*) je bohatým zdrojem bioaktivních látek a sekundárních metabolitů (organické látky vznikající v těle organismu), které jsou nezbytné pro zdraví člověka. Patří sem minerální látky, vitaminy E, vitamín C, lykopen,  $\beta$ -karoten, flavonoidy, fenolické látky a organické kyseliny (HLINÍK et al., 1985).

Studie uvádějí, že rajče se slupkou obsahuje vysokou hladinu lykopenu a to asi pětkrát více než buničiny a semena, což představuje více než 85% celkových karotenoidů (SHARMA, LE MAGUER, 1996). Nedávné epidemiologické studie ukázaly, že přijímání potravin bohaté na lykopen snižuje riziko mnoha chronických chorob (PRAKASH et al., 2012).



Obr. 9: plod rajčete odrůdy *Andine cornue*

## Šípek

Růže šípková (*rosa canina*) se často používá v tradiční medicíně a využívá se i jako okrasná rostlina. Šípky jsou bohaté na řadu bioaktivních látek, včetně karotenoidů (HODISAN et al., 1997), kyseliny askorbové, minerálních prvků, fenolických látek a mastných kyselin (HOSNI et al., 2010; ERCISLI, 2007).



Obr. 10: plody růže šípkové

Čeleď růžovité (*Rosaceae*) zahrnuje asi 200 druhů v mírných a subtropických oblastech severní polokoule. Růžovité produkují šípky, nepravý plod neboli falešné ovoce, které jsou tvořeny souplodím nažek a obklopeny dužnatou vnější vrstvou (CHEIKH-AFFENE et al., 2013). Obvykle je konzumován ve formě čaje, marmelád, džemů, nápojů a v dnešní době je také používán jako přísada do probiotických nápojů, jogurtů a polévek (DEMIR et al., 2014). Toto ovoce je známé pro svůj vysoký obsah vitamínu C, a proto se využívá v prevenci a léčbě široké škály nemocí včetně nachlazení, chřipky, cukrovky, artritidy, ischias, zažívacích potíží, ledvinových potíží a zánětu dolních močových cest (CHRUBASIK et al., 2008).

### **Paprika roční - Korál-chilli paprička**

(*Capsicum frutescens*)

Čeleď: Lilkovité (*Solanaceae*)

Raná odrůda, polní, silně pálivá, aromatická kořeninová paprika. Rostlina je středně vysoká, plody jsou kulaté, v technické zralosti zelené a v botanické zralosti tmavočervené. Papričky jsou hlavním zdrojem alkaloidu kapsaicinu a skupiny bioaktivních sloučenin s odlišnými terapeutickými vlastnosti, které jsou např. protinádorové, antioxidační a působící proti obezitě (SANTOS et al., 2016).



**Obr. 11: plod papriky roční odrůda Korál**

### **Cherry rajče keříčkové Darinka F1**

Patří do čeledi lilkovité (*Solanaceae*). Pro vypěstování cherry rajčat bylo použito osivo od značky Semo. Byly pěstovány na stejném stanovišti a stejným způsobem jako rajče jedlé (odrůda Andine cornue). Odrůda tyčkového rajčete s malými kulatými plody o hmotnosti 15-20 g. Rostlina je středního vzrůstu. *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* je obvykle znám jako cherry rajče; plody jsou malé s průměrem od 2 do 5 cm (VICTOR et al., 2008).



**Obr. 12: cherry rajče odrůdy Darinka F1**

## **Granátové jablko**

Plod granátovníku byl koupen na tržišti v Chorvatsku v oblasti Makarská riviéra. Sklizeň granátového jablka proběhla dříve (koncem srpna), z důvodu příznivého počasí. Běžná sklizeň probíhá až na koci září a začátkem listopadu.



**Obr. 13: plod granátového jablka**

Granátové jablko (*Punica granatum L.*) se řadí podle morfologie do samostatné čeledi marhaníkovité (*Punicaceae*) nebo podle molekulárních výzkumů, do čeledi kyprejovité (*Lythraceae*), (GRAHAM, 2000).

Granátovníky rostou jako keře nebo malé stromy, ale mohou dosahovat i pětimetrové výšky. Listy jsou jednoduché, protilehlé s rovnými okraji a jsou opadavé. Květy jsou dvoupohlavní a radiálně symetrické. Plod je klasifikován jako bobule, rozdělena do nepravidelných částí, z nichž každá obsahuje velké množství semen obalených zdužnatělými vnějšími semennými obaly. Obsahují přibližně 77 % vody a látky prospěšné zdravý jako jsou vitamíny A, B<sub>1</sub>, B<sub>9</sub>, C, fosfor, křemík, zinek, flavonoidy, taniny a další (SEERAM et al., 2006).

## 3.2 Metodika

### Stanovení celkových polyfenolů

Metoda je založena na spektrofotometrickém měření barevných produktů reakce hydroxylových skupin fenolických sloučenin s činidlem Folin – Ciocalteu.

Z každého plodu bylo vždy odváženo přesné množství, které bylo ve třecí misce homogenizováno s destilovanou vodou. Vzniklý homogenát byl převeden do 100 ml odměrné baňky a doplněn po rysku destilovanou vodou. Ze získaného roztoku bylo vždy po odstředění pipetováno 0,5 ml do 50 ml odměrné baňky, následně bylo přidáno 20 ml destilované vody, 1 ml Folin – Ciocalteuova činidla a vše bylo promícháno. Po třech minutách bylo přidáno 5 ml 20 % roztoku  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , odměrná baňka byla doplněna destilovanou vodou po rysku a promíchána. V případě šťáv bylo pipetováno buď 0,1, nebo 0,5 ml (dle předpokládaného obsahu polyfenolů) přímo do 50 ml odměrné baňky a následoval stejný postup jako v případě plodů. Po třiceti minutách byla měřena absorbance pomocí spektrofotometru Helios Beta v 10 milimetrové kyvetě při vlnové délce 700 nm proti slepému vzorku. Stanovený obsah celkových polyfenolů byl následně přepočten na čerstvou hmotu rostlinného materiálu a vyjádřen jako mg kyseliny gallové na 1 kg plodů, nebo na 1 l šťávy.



**Obr. 14: Jednopaprskový UV-Vis spektrofotometr Specord 50 PLUS (JIRKOVÁ, 2017)**

### Stanovení kyseliny askorbové

Stanovení obsahu kyseliny askorbové bylo provedeno metodou vysoce účinné kapalinové chromatografie (HPLC). Přesně odvážené množství každého plodu bylo homogenizováno ve třecí misce s kyselinou šťavelovou. Vzniklý homogenát byl převeden do 50 ml odměrné baňky a doplněn po rysku kyselinou šťavelovou. Obsah baňky byl promíchán a vložen do ultrazvuku.

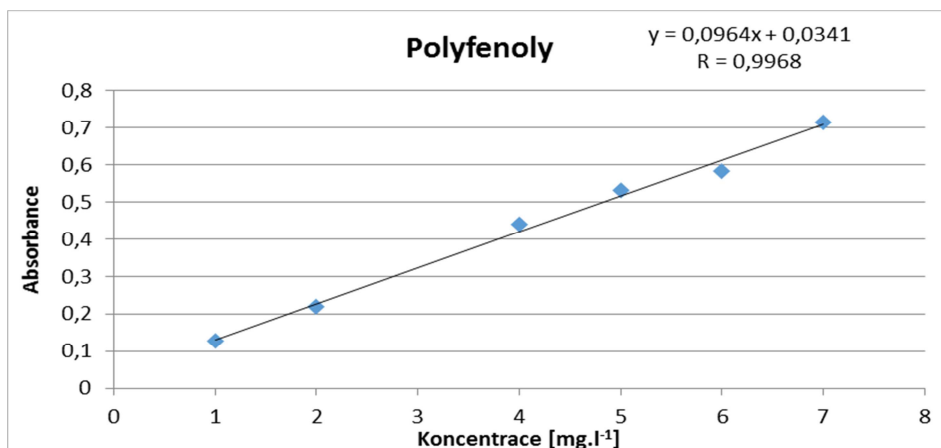
V případě šťáv bylo pipetováno 10 ml do 50 ml odměrné baňky a celý objem byl doplněn kyselinou šťavelovou. Následně byly všechny vzorky plodů i šťáv zfiltrány přes mikrofiltr a dávkovány do chromatografické kolony. Ze získaného chromatogramu byl vždy vypočítán obsah kyseliny askorbové pro jednotlivý plod a šťávu. Obsah kyseliny askorbové byl přepočten na čerstvou hmotu rostlinného materiálu a vyjádřen jako mg kyseliny na kg plodů, nebo na 1 l šťávy.

Podmínky stanovení: Chromatografická stanice Clarity, kolona: Prevail 5  $\mu\text{m}$  Organic Acid 110A HPLC Column 250 x 4.6 mm, průtok mobilní fáze 25 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1  $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ , vlnová délka 210 nm, teplota 30°C.



**Obr. 15: Vysokoučinná kapalinová chromatografie (JIRKOVÁ, 2017)**

## 4. VÝSLEDKY A DISKUZE



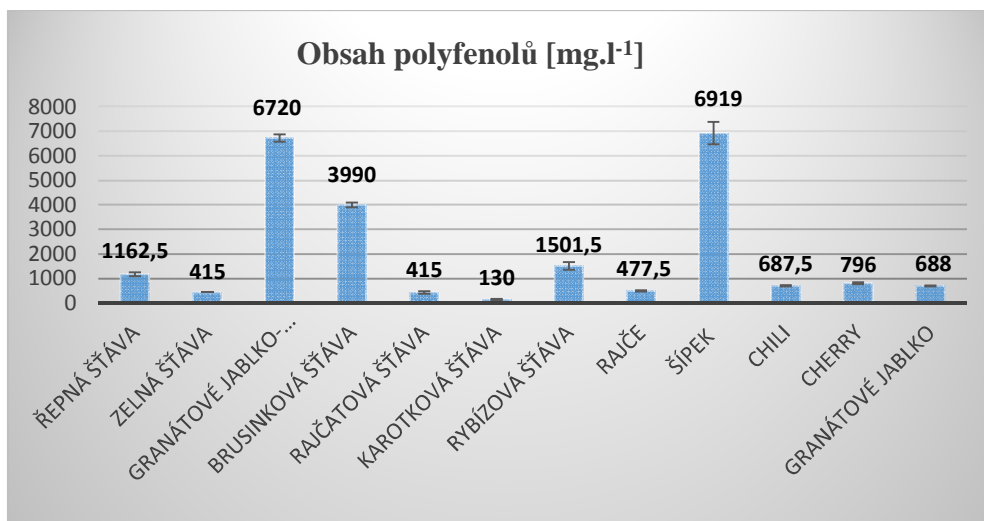
**Graf 1: Kalibrační graf celkových polyfenolů**

Stanovení obsahu celkových polyfenolů u jednotlivých ovocných a zeleninových šťáv bylo provedeno dle kalibračního grafu (**graf 1**). Mezi koncentrací kyseliny gallové a absorbancí byla na základě vypočteného korelačního koeficientu zjištěna volná závislost, těsnost velmi vysoká.

**Tab. 2: Obsah polyfenolů**

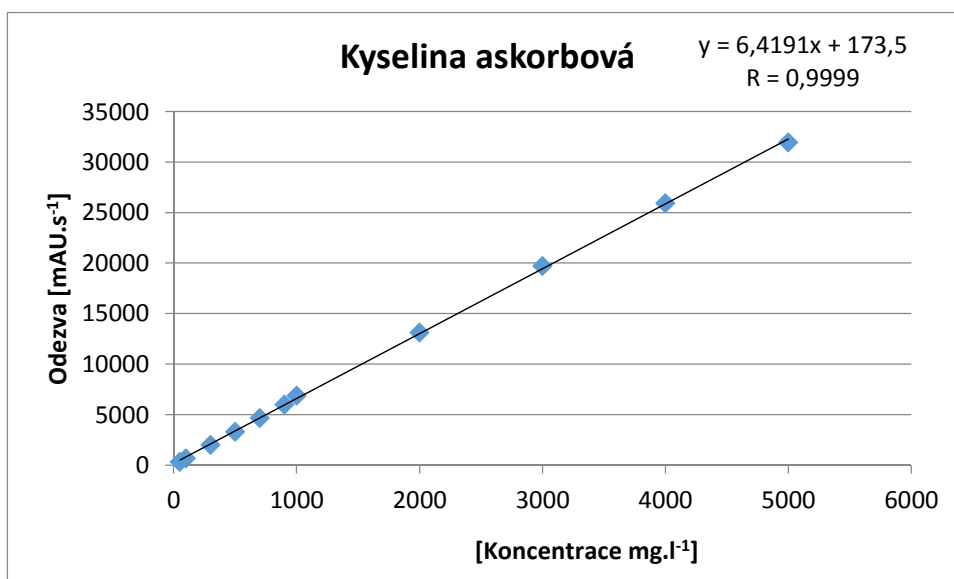
Číslo vzorku	Rostlinný materiál	Průměr [mg.l <sup>-1</sup> ]
1	Řepná šťáva	1162,5 ± 75
2	Zelná šťáva	415,0 ± 5
3	Granátové jablko-šťáva	6720 ± 150
4	Brusinková šťáva	3990 ± 100
5	Rajčatová šťáva	415,0 ± 50
6	Karotková šťáva	130,0 ± 30
7	Rybízová šťáva	1501,5 ± 160
8	Rajče	477,5 ± 25
9	Šípek	6919 ± 460
10	Chilli	687,5 ± 25
11	Cherry rajče	796,0 ± 40
12	Granátové jablko	688,0 ± 20

Naměřené průměrné hodnoty polyfenolů z ovocných a zeleninových šťáv a celých plodů znázorňuje **tabulka 2**. Nejvyšší obsah polyfenolů byl naměřen u šípků a granátového jablka. Naopak nejnižší množství polyfenolů bylo zjištěno v karotkové šťávě. Ve srovnání obsahu polyfenolů ze šťávy granátového jablka a plodu je jednoznačně bohatším zdrojem šťáva než plod granátového jablka.



**Graf 2: Obsah polyfenolů**

Měřením pomocí Spektrofotometru byl zjištěn vysoký obsah polyfenolů v šípčích a granátovém jablku. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u šťávy z karotky. Tyto hodnoty byly graficky znázorněny (**graf 2**) a následně byla určena směrodatná odchylka.



**Graf 3: Kalibrační graf kyseliny askorbové**

Stanovení obsahu kyseliny askorbové u jednotlivých plodů a zeleninových a ovocných šťáv bylo provedeno dle kalibračního grafu (**graf 3**). Mezi koncentrací kyseliny askorbové a odezvou signálu byla na základě vypočteného korelačního koeficientu zjištěna volná závislost, těsnost velmi vysoká.

**Tab. 3: Obsah kyseliny askorbové**

Číslo vzorku	Rostlinný materiál	Průměr [mg.l <sup>-1</sup> ]
1	červená řepa-šťáva 100 %	217,7 ± 9,6
2	zelná šťáva 100 %	532,3 ± 35,6
3	granátové jablko-šťáva 100 %	192,4 ± 36,2
4	brusinková šťáva 100 %	166,7 ± 28,8
5	rajčatová šťáva 100 %	56,3 ± 2,03
6	karotková šťáva 100 %	51,4 ± 3,5
7	černý rybíz-šťáva 25 %	76,0 ± 3,27
8	rajče-plod	249,1 ± 74
9	cherry rajče	343,3 ± 34
10	granátové jablko-plod	82,3 ± 20,5
11	šípek	8825 ± 255
12	chilli papričky	1873 ± 191

Nejvyšší koncentrace kyseliny askorbové byla naměřena u šípků (**tabulka 3**) a naopak nejnižší obsah byl naměřen u šťávy z karotky. Při porovnávání obsahu kyseliny askorbové ve šťávě granátového jablka a celého plodu, byl výrazně nižší obsah kyseliny askorbové v plodu granátovníku. Naopak u plodu rajčete byla naměřena viditelně vyšší hodnota kyseliny askorbové než u rajčatové šťávy, u které byla hodnota kyseliny askorbové zanedbatelná.

MATTILA et al., (2011) stanovovali obsah kyseliny askorbové v rybízových šťávách, které byly zakoupeny v obchodní síti různých zemí. Šťávy měly rozdílný obsah ovocné složky, který se pohyboval v rozmezí 15-100 %. Nejnižší obsah kyseliny askorbové měly nápoje z Finska a Polska, u nichž byly naměřené hodnoty v rozmezí 20 - 120 mg.l<sup>-1</sup>. U Rybízové šťávy analyzované v této práci byl zjištěn obsah kyseliny askorbové 76 mg.l<sup>-1</sup>.

CUNJA et al., (2015) analyzovali obsah kyseliny askorbové v plodech šípku v průběhu zrání a po přechodu mrazem. Nejvyšší obsah kyseliny askorbové (9350 mg.kg<sup>-1</sup>) byl stanoven u čerstvých plodů. Po zmrznutí nastal výrazný pokles v koncentraci kyseliny askorbové, kdy šípký obsahovaly pouze pětinu původního obsahu (1760 mg.kg<sup>-1</sup>). V této práci bylo naměřeno množství (8825 mg.kg<sup>-1</sup>) kyseliny askorbové v šípku, což je hodnota, která se téměř shoduje s obsahem kyseliny askorbové, který byl naměřen v publikaci Cunja et al., (2015).

CZYZOWSKA et al., (2015) zjišťovali množství celkových polyfenolů v moštu a víně vyrobených z šípků. Hodnoty byly viditelně rozdílné. Obsah polyfenolů v moštu byl



9007 mg.l<sup>-1</sup>. Naopak výrazně nižší hodnota vyšla ve víně 3456 mg.l<sup>-1</sup>. V této práci se měřil obsah polyfenolů u čerstvého plodu šípku, který byl 6919 mg.l<sup>-1</sup>.

NAGY et al., (2015) stanovovali obsahu kyseliny askorbové v různých hybridech papriky roční (chilli paprik). Šest hybridů bylo podrobena chromatografické analýze metodou HPLC. Nejvyšší hodnota byla naměřena u hybrida Fire Flame (3689 mg.kg<sup>-1</sup>). Naopak nejnižší hodnota vyšla u hybrida Bandai (787,4 mg.kg<sup>-1</sup>). Srovnatelné množství kyseliny askorbové, naměřené v této práci (1873 mg.kg<sup>-1</sup>), bylo zjištěno u červeného hybrida Lolo (1940 mg.kg<sup>-1</sup>).

ŠAMEC et al., (2011) měřili celkovou koncentraci polyfenolů v zelné šťávě získané z hlávky bílého zelí v různých vývojových fázích. Průměrný obsah se pohyboval okolo 670 mg.kg<sup>-1</sup>. V praktickém pokusu této práce bylo naměřeno 415 mg.kg<sup>-1</sup> celkových polyfenolů.

FREDES et al., (2014) zjišťovali obsah polyfenolů v plodech granátového jablka. Průměrná naměřená hodnota byla 3900 mg.kg<sup>-1</sup>. V této práci byla v plodu granátového jablka stanovena nižší koncentrace polyfenolů (688 mg.kg<sup>-1</sup>). Naopak ve šťávě granátového jablka byla naměřena výrazně vyšší koncentrace polyfenolů (6720 mg.kg<sup>-1</sup>).

**Tab. 4: Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu kyseliny askorbové**

Tukeyův HSD test; proměnná Kyselina askorbová. Homogenní skupiny, alfa = .05000. Chyba: meziskup. PC = 158.07, sv = 24.000									
Rostlinný materiál	Kyselina askorbová [mg.kg <sup>-1</sup> ] (Průměr)	1	2	3	4	5	6	7	8
Řepná šťáva	217.7			****	****				
Zelná šťáva	532.3						****		
Granátové jablko - šťáva	192.4		****	****					
Brusinková šťáva	166.7		****						
Rajčatová šťáva	56.3	****							
Karotková šťáva	51.4	****							
Rybízová šťáva	76.0	****							
Rajče	249.1				****				
Cherry rajče	343.3					****			
Granátové jablko plod	82.3	****							
Šípek	8825								****
Chilli papričky	1873							****	

Statisticky významné rozdíly (**tabulka 4**) nejsou mezi vzorky rajčatové, karotkové, rybízové šťávy a granátovým jablkem, dále mezi brusinkovou šťávou a šťávou z granátového jablka, mezi řepnou šťávou a šťávou z granátového jablka a mezi řepnou šťávou a plodem rajčete.

**Tab. 5: Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu celkových polyfenolů**

Tukeyův HSD test; proměnná Celkové polyfenoly Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1808E3, sv = 12,000				
Rostlinný materiál	Celkové polyfenoly [mg.kg <sup>-1</sup> ] (Průměr)	1	2	3
Červená řepa šťáva	4463	****	****	****
Zelná šťáva	415	****		
Granátové jablko šťáva	6720		****	****
Brusinková šťáva	3990	****	****	****
Rajčatová šťáva	415	****		
Karotková šťáva	130	****		
Černý rybíz šťáva	1502	****	****	
Rajče	478	****		
Cherry rajče	796	****		
Granátové jablko plod	688	****		
Šípek	6919			****
Chilli papričky	688	****		

Statisticky významné rozdíly (**tabulka 5**) jsou mezi zelnou šťávou a plody šípků, zelnou šťávou a šťávou z granátového jablka, rajčatovou šťávou a šťávou z granátového jablka, karotkovou šťávou a šťávou z granátového jablka, šťávou z granátového jablka a rajčetem, šťávou z granátového jablka a cherry rajčetem, šťávou z granátového jablka a granátovým jablkem, šťávou z granátového jablka a chilli papričkami, plody šípků a rajčatovou šťávou, plody šípků a karotkovou šťávou, plody šípků a šťávou z černého rybízu, plody šípků a rajčetem, plody šípků a cherry rajčetem, plody šípků a granátovým jablkem, plody šípků a chilli papričky. Mezi karotkovou šťávou a plody šípků byl zjištěn vysoce významný rozdíl.

## 5. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce pojednává o bioaktivních látkách potravin a jejich účincích na lidské zdraví. Mezi bioaktivní látky patří celá řada zdraví prospěšných látek, které se nachází sice v nízkých koncentracích, avšak ve velkém počtu zejména v ovoci a zelenině. Souhrnně lze říct, že tyto látky chrání náš organismus proti volným radikálům a tím eliminují riziko nádorových, ale také kardiovaskulárních onemocnění. Z tohoto hlediska vyplývá jasné doporučení týkající se pravidelné konzumace ovoce a zeleniny, popřípadě výrobků z nich. Cílem praktické části práce bylo zjistit, které vybrané ovocné a zeleninové druhy a ovocné a zeleninové šťávy obsahují nejvíce bioaktivních látek a jsou z tohoto pohledu pro konzumenty nejvíce prospěšné. Analýzy obsahu kyseliny askorbové a celkových polyfenolů byly provedeny u plodů granátového jablka, rajčat, chilli papriček a šípků. K pokusu byly dále použity šťávy z černého rybízu, karotky, rajčete, brusinek, granátového jablka, zelí a červené řepy. Nejvyšší obsah polyfenolů byl zjištěn u šťávy z granátového jablka ( $6720 \text{ mg.l}^{-1}$ ), brusinek ( $3990 \text{ mg.l}^{-1}$ ) a plodů šípku ( $6919 \text{ mg.l}^{-1}$ ), které měly zároveň i nejvyšší obsah kyseliny askorbové ( $8825 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Vysoký obsah měly také plody rajčat, chilli papriček, nebo řepná a zelná šťáva. Nejnižší obsah polyfenolů i kyseliny askorbové byl naměřen v karotkové šťávě, která ale zase obsahuje vysoké množství jiných bioaktivních látek (např. beta karoten). Lze tedy konstatovat, že pravidelnou konzumací ovoce a zeleniny můžeme náš organismus v dostatečném množství zásobovat bioaktivními látkami, které dle aktuálních výzkumů významně přispívají ke zlepšení zdravotního stavu.

## **6. SOUHRN**

Bakalářská práce byla zaměřena na prostudování literatury týkající se daného tématu a rozdělením jednotlivých skupin látek a jejich účinky na lidské zdraví. Zaměřena byla hlavně na vliv výživy člověka na jeho zdraví. V praktické části byly vyhodnoceny vybrané druhy ovoce a zeleniny, které jsou pro konzumenty z hlediska obsahu kyseliny askorbové a polyfenolů nejvíce prospěšné. Nejvyšší koncentraci kyseliny askorbové bylo v této práci naměřeno v plodech šípků a chilli papričkách. Velké množství polyfenolů obsahovala šťáva z granátového jablka a šípky. Z hlediska obsahu těchto zdraví prospěšných látek jsou nejvíce prospěšné plody růže šípkové a šťáva z granátového jablka. V této práci byly vytvořeny kalibrační grafy a tabulky s hodnotami kyseliny askorbové a polyfenolů ve vybraném ovoci a zelenině.

## **RESUME**

This bachelor thesis was focused on studying the literature on the selected topic and on the distribution of individual groups of substances and their effects on human health. The thesis mainly focused on the influence of human nutrition on one's health. In the practical part of the work, there were evaluated selected types of fruits and vegetables, as to which are the most beneficial for end consumers rated by their ascorbic acid and polyphenols content. The highest concentration of ascorbic acid was measured in rosehips and chilli peppers. Fairly high content of ascorbic acid and polyphenols was found in pomegranate juice and rosehips. In terms of the content of those health-beneficial substances, it was found that the most beneficial are rosehips and pomegranate juice. In this work, there were created calibration charts and tables with ascorbic acid and polyphenols content in selected fruits and vegetables.

## 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ALZATE T., LUZ M., GONZÁLEZ D., HINCAPIÉ S., CARDONA S. B. L., LONDOÑO-LONDOÑO J., JIMÉNEZ-CARTAGENA C. The profile of bioactive substances in ten vegetable and fruit by-products from a food supply chain in Colombia. *Sustainable Production and Consumption*. 2017, 9, 37-43.
2. ANEJA R. K., CHAUDHARY G., AHLUWALIA S. S., GOYAL D., Biosorption of Pb<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> by Non-Living Biomass of *Spirulina* sp., *Indian J. Microbiol.* 2010, 50, 438-442.
3. AZAMAI S., SULAIMAN S.H.M., HABIB M.L., LOOI S., DAS N.A.A., HAMID, Y.A.M., YUSOF Chlorella vulgaris triggers apoptosis in hepatocarcinogenesis-induced rats E.S.M., 2016.
4. BALAJI S., KALAIVANI T., RAJASEKARAN C., Biosorption of Zinc and Nickel and Its Effect on Growth on Different *Spirulina* Species, *Clean – Soil Air Water* 2013, 41, 1-6.
5. BUHNER S. H. Přírodní antibiotika: alternativní způsob léčby. Vydání druhé. Praha: Euromedia Group, 2015.
6. CUNJA V., MIKULIC-PETKOVSEK M., ZUPAN A., STAMPAR F., SCHMITZER V. Frost decreases content of sugars, ascorbic acid and some quercetin glycosides but stimulates selected carotenes in *Rosa canina* hips, *Journal of Plant Physiology*, Volume 178, 15 April 2015, Pages 55-63.
7. CZYZOWSKA A., KLEWICKA E., POGORZELSKI E., NOWAK A. Polyphenols, vitamin C and antioxidant activity in wines from *Rosa canina* L. and *Rosa rugosa* Thunb., *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 39, May 2015, Pages 62-68.

8. ČOPÍKOVÁ J., SYNYTSYA A. Polysacharidy, jejich význam a uplatnění. *Chemické listy*, 2005, 99: 621.
9. DALLEN M. Zelené potraviny: když jídlo je naším lékem: mladá pšenice, mladý ječmen, alfalfa, chlorela, spirulina, mořské řasy, zelenina. Praha: Ratio Bona, c2010.
10. DAS N. Remediation of Radio Nuclide Pollutants Through Biosorption – an Overview, *Clean – Soil Air Water* 2012, 40, 16–23.
11. DENEV P., KRATCHANOVA M., CIZ M. Biological activities of selected polyphenol-rich fruits related to immunity and gastrointestinal health. *Food Chemistry*, 2014, 157, 37-44.
12. DREYER E., DREYER W. Bylinky, plody a houby: jak je rozeznat, sbírat a jíst. Líbeznice: Víkend, 2010.
13. EDITED BY NAVINDRA P. SEERAM, RISA N. SCHULMAN, DAVID HEBER. Pomegranates Ancient Roots to Modern Medicine. Hoboken: CRC Press, 2006.
14. EDITORS, PREEDY V. R., WATSON R. R. Tomatoes and tomato products nutritional, medicinal and therapeutic properties. Enfield, N.H: Science Publishers, 2008.
15. ESPOSITO A., PAGANELLI F., VEGLIO F. PH Related Equilibria Models for Biosorption in Single Metal Systems, *Chem. Eng. Sci.* 2002, 57, 307– 313.
16. FREDES C., MONTENEGRO G., SANTANDER F., ZOFFOLI J.P., ROBERT P. Comparison of the total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activity of polyphenol-rich fruits grown in Chile. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 2014, 41(1), 49 – 59.

17. GARCÍA C.G., POLO A.S., IHA N.Y.M. Photoelectrochemical solar cell using extract of *Eugenia jambolana* Lam as a natural sensitizer. *Annals of Brazilian Academy Science*, 75 (2003), pp. 163–165.
18. GAYNOR M. Plán genové terapie. Přeložil KOZÁK J. V Brně: Jota, 2016.
19. GERKEN H.G., DONOHOE B., KNOSHAUG E.P. Enzymatic cell wall degradation of *Chlorella vulgaris* and other microalgae for biofuels production (2013) *Planta*, 237 (1) , pp. 239-253.
20. GÓRNICKA J. Domácí přírodní lékárna: rádce pro zdraví. České vyd. 1. Praha: Vašut nakladatelství, 2002.
21. GRAHAM S. A., CRISCI J.V., HOCH P. C. Cladistic analysis of the Lythraceae sensu lato based on morphological characters. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 1993, 113(1), 1-33
22. HOBBS D. A.; KAFFA N., GEORGE T.W., METHVEN L., LOVEGROVE J.A. Blood pressure-lowering effects of beetroot juice and novel beetroot-enriched bread products in normotensive male subjects. *Br. J. Nutr.* 2012, 108, 2066–2074.
23. CHOJNACKA K., MOWOYTA A. Mechanism of Heavy Metal Ion Biosorption by a Blue-Green Alga *Spirulina* Species, *Inz. Chem. Proc.* 2001, 22, 331–336.
24. JAMBRAK A. R., ŠIMUNEK M., PETROVIĆ M., BEDIĆ H, HERCEG Z, JURETIĆ H. Aromatic profile and sensory characterisation of ultrasound treated cranberry juice and nectar, *Ultrasonics Sonochemistry*, Available online 25 November 2016.
25. JEONG H., KWON H. J., KIM M. K. Hypoglycemic effect of *Chlorella vulgaris* intake in type 2 diabetic Goto-Kakizaki and normal Wistar rats.(2009) *Nutr Res Pract*, 3 (1), pp. 23-30.



26. JONÁŠ J., KUCHAR J. Svět přírodních antibiotik: tajné zbraně rostlin: 88 přírodních zdrojů pro zdravý imunitní systém a prevenci i terapii virových, bakteriálních a plísňových infekcí. Praha: Eminent, 2014.
27. KABIROV R. R., GAISINA L. A. Parameters of the productivity of soil algae in terrestrial ecosystems. *Eurasian Soil Science*. 2009, 42: 1374-1379.
28. KALAČ P. Funkční potraviny: kroky ke zdraví. České Budějovice: Dona, 2003.
29. KALINA V., VÁŇA J. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. UK Praha, 2005. 606 s.
30. KHAN F., RAY, S., CRAIGIE, A. M., KENNEDY G. HILL, A. BARTON K. L., BROUGHTON, J., BELCH J. Lowering of oxidative stress improves endothelial function in healthy subjects with habitually low intake of fruit and vegetables: A randomized controlled trial of antioxidant-and polyphenol-rich blackcurrant juice. *Free Radic. Biol. Med.* 2014, 72, 232–237.
31. KOPEC K. Zelenina ve výživě člověka. Vyd. 1. Praha: Grada, 2010.
32. KÜHNE P. Anthroposofická výživa: potraviny a jejich kvalita. Přeložil HRADIL R. Praha: Maitrea, 2015.
33. LIMA P., NAIADHY L., SANTOS S., MARQUES S. P., VENTURA, RANYERE LUCENA DE SOUZA, JOÃO ARAÚJO PEREIRA COUTINHO, CLEIDE MARA FARIA SOARES A ÁLVARO SILVA LIMA. Recovery of capsaicin from *Capsicum frutescens* by applying aqueous two-phase systems based on acetonitrile and cholinium-based ionic liquids. *Chemical Engineering Research*, 2016, 112, 103-112.
34. MANN J., Stewart A., TRUSWELL. *Essentials of human nutrition*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2007.

35. Mc HUGH D. J. A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries technical paper 441. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2003. p. 105.
36. MCMURRY J. Organická chemie. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, c2007.
37. MLÁDKOVÁ A. Plant genetic resources and healthy diet. Ministry of Agriculture of the Czech Republic, 2015.
38. MUHAMMAD Z., GUL S., AKHTAR J., UL HAQ I., ABBASI B. H., HUSSAIN A., NAZ S., M. F. CHAUDHARY. Green synthesis of silver nanoparticles from grape and tomato juices and evaluation of biological activities. IET Nanobiotechnology, 2017, 11(2), 193-199.
39. NADPAL J. D., LESJAK M. M., ŠIBUL F. S., ANAČKOV G. T., ČETOJEVIĆ-SIMIN D. D., MIMICA-DUKIĆ N. M., BEARA I. N. Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: *Rosa canina* L. and *Rosa arvensis* Huds. Food Chemistry, 2016, 192, 907-914.
40. NAGY, DAOOD Z., H., AMBRÓZY Z., HELYES L. Determination of Polyphenols, Capsaicinoids, and Vitamin C in New Hybrids of Chili Peppers. Journal of Analytical Methods in Chemistry, 2015, 2015, 1-10.
41. NAYAK S., PRASANNA R. Soil pH and its role in cyanobacterial abundance and diversity in rice field soils. Applied Ecology and Environmental Research. 2007, 5: 103-113.
42. OPLETAL L. Přírodní látky a jejich biologická aktivita. Svazek 1, Nutraceutika: primární metabolity a látky obsažené ve strukturovaných biologických systémech. Vydání první. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2010.

43. OPLETAL L. Přírodní látky a jejich biologická aktivita. Vydání první. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016.
44. PANKRATOVA E. M. Functioning of cyanobacteria in soil ecosystems. *Euroasian Soil Science*. 2006, 39: 118-127.
45. PIRJO H. M., HELLSTRÖM J., MCDOUGALL G., DOBSON G., PIHLAVA J., TIIRIKKA T., STEWART D., KARJALAINEN R. Polyphenol and vitamin C contents in European commercial blackcurrant juice products. *Food Chemistry*, 2011, 127(3), 1216-1223.
46. REJMÁNKOVÁ E., KOMÁRKOVÁ. Response of cyanobacterial mats to nutrient and salinity changes. *Aquatic Botany*. 2005, 83: 87-107.
47. ROMERA E., GONZÁLEZ F., BALLESTER A., BLÁZQUEZ M. L., MUÑOZ J. A. Comparative Study of Biosorption of Heavy Metals Using Different Types of Algae, *Bioresour. Technol.* 2007, 98, 3344–3353.
48. SALOUA Q., SEBEI H., SIRACUSA L., RUBERTO G., SAIJA A., CIMINO F., CRISTANI M. Comparative study of phenolic composition and antioxidant activity of leaf extracts from three wild *Rosa* species grown in different Tunisia regions: *Rosa canina* L., *Rosa moschata* Herrm. and *Rosa sempervirens* L. *Industrial Crops*, 2016, 94, 167-177.
49. SAYIN S., YILMAZ A. B., ERGUN N., TURAN F., Competitive Biosorption of Different Forms of Lead [Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> and Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>] on Growth, Biomass and Proline in *Spirulina platensis*, *Afr. J. Biotechnol.* 2011, 10, 18458–18462.
50. SHINYA H. Bakteriální výživa. Přeložil MARTINEC K. Praha: Dobrovský, 2016. Knihy Omega.
51. SVAČINA Š., MÜLLEROVÁ D., BRETŠNAJDROVÁ A. Dietologie pro lékaře, farmaceuty, zdravotní sestry a nutriční terapeuty. 2., upr. vyd. Praha: Triton, 2013. Lékařské repetitorium.

52. ŠAMEC D., PILJAC-ŽEGARAC J., BOGOVIĆ M., HABJANIČ K., GRÚZ J., Antioxidant potency of white (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) and Chinese (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis* (Lour.)) cabbage: The influence of development stage, cultivar choice and seed selection, *Scientia Horticulturae*, Volume 128, Issue 2, 18 March 2011, Pages 78-83.
53. VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. *Chemie potravin 1: [Investice do rozvoje vzdělávání, reg.č.: CZ1.07/2.2.00/15.0084]. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009.*
54. VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. *Chemie potravin 2: [Investice do rozvoje vzdělávání, reg.č.: CZ1.07/2.2.00/15.0084]. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009.*
55. VOLLMER J. B. *Zdravá střeva, zdravý život: chraňte si centrum svého zdraví. Přeložil SYROVÁ Š. Praha: Grada, 2016.*
56. VOLP A.C.P., RENHE I.R.T., STRINGUETA P.C. *Pigmentos naturais bioativos. Alimentos & Nutrição*, 20 (2009), pp. 157–166
57. WHITTON B. A. *Soils and rice-fields. In: A. Whitton & M. Potts (eds.) The Ecology of Cyanobacteria. 2000, pp. 233-255.*
58. YAMAMOTO YU, KOICHI AIZAWA, MAKIKO MIENO. *The effects of tomato juice on male infertility. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 2017, 26(1), 65-71.
59. YANG Y., PARK Y., CASSADA D. A., SNOW D. D., ROGERS D. G., LEE J. *In vitro and in vivo safety assessment of edible blue-green algae, Nostoc commune var. sphaeroides Kützing and Spirulina plantensis. Food Chem. Toxicol*, 49(7): 1560–1564, 2011.
60. ZEDEK V., JANDOVÁ R., HOLUBEC V. *Genetické zdroje rostlin a zdravá výživa. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014.*

61. ZEHNÁLEK J. Biochemie 2. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003.

62. ZLATOHLÁVEK L. Klinická dietologie a výživa. Praha: Current Media, 2016. Medicus.

## **INTERNETOVÉ ZDROJE**

ANONYM: Šťáva červená řepa 700 ml fructal. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. <https://www.countrylife.cz/data/images/img-large/9/4669.jpg>

ANONYM: Šťáva zelná kysaná 750 ml BIO EDEN. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. <https://www.countrylife.cz/data/images/img-large/9/4989.jpg>

ANONYM: Šťáva z granátového jablka, 330 ml. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. [https://www.dmdrogeriemarkt.cz/linkableblob/cz\\_homepage/768096/data/174379-stava-granatove-jablko-data.png?v=1452601687000](https://www.dmdrogeriemarkt.cz/linkableblob/cz_homepage/768096/data/174379-stava-granatove-jablko-data.png?v=1452601687000)

ANONYM: Šťáva brusinková 750 ml BIO EDEN. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. <https://www.countrylife.cz/data/images/img-large/0/3260.jpg>

ANONYM: Šťáva rajčatová 500 ml. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. [https://www.dmdrogeriemarkt.cz/linkableblob/cz\\_homepage/759016/data/174246-stava-rajcatova-data.png?v=1449580694000](https://www.dmdrogeriemarkt.cz/linkableblob/cz_homepage/759016/data/174246-stava-rajcatova-data.png?v=1449580694000)

ANONYM: Šťáva mrkvová 330 ml BIO EDEN. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. <https://www.countrylife.cz/data/images/img-large/6/4876.jpg>

ANONYM: Nektar černý rybíz 1 l BIO HOLLINGER. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10]. <https://www.countrylife.cz/data/images/img-large/9/5519.jpg>

ANONYM: Andine cornue. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10].  
[http://cdn5.fermedesaintemarthe.com/I-Autre-4434\\_1200x1200-tomate-andine-cornue-ab.net.jpg](http://cdn5.fermedesaintemarthe.com/I-Autre-4434_1200x1200-tomate-andine-cornue-ab.net.jpg)

ANONYM: Proč šípky? [online]. 2017 [cit. 2017-03-10].  
<http://www.vylecime.cz/photo/view?id=239>

ANONYM: Paprika feferonka ostrá Korál. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10].  
<http://semeniste.cz/630-large/paprika-feferonka-ostra-koral-chilli-papricky-semena-feferonky-04-g-50-ks.jpg>

ANONYM: Rajče tyčkové. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10].  
<https://www.semo.cz/wp-content/uploads/hobby-zelenina-09/3151-semo-zelenina-rajce-kerickove-darinka2.jpg>

ANONYM: Granátové jablko. [online]. 2017 [cit. 2017-03-10].  
<http://data.labuznik.cz/labuznik/images/640x480/14482.jpg>

ANONYM: Nutraceutika. [online]. 2017 [cit. 2017-02-13].  
<http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92488.aspx>

ANONYM: Prebiotika, probiotika, symbiotika [online]. 2017 [cit. 2017-02-13].  
<https://www.celostnimedicina.cz/prebiotika-probiotika-symbiotika.htm>

ANONYM: Public Perceptions of Genetically Engineered Nutraceuticals | Agricultural Economics. Agricultural Economics | Institute of Agriculture and Natural Resources [online]. Copyright © 2017 [cit. 21.04.2017].  
<http://agecon.unl.edu/cornhusker-economics/2016/public-perceptions-genetically-engineered-nutraceuticals>.

## SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

- Obrázek 1:** Schéma rozdělení lipidů
- Obrázek 2:** 100 % šťáva z červené řepy
- Obrázek 3:** 100 % šťáva z bílého zelí
- Obrázek 4:** 100 % šťáva z granátového jablka
- Obrázek 5:** 100 % šťáva z brusinek
- Obrázek 6:** 100 % rajčatová šťáva
- Obrázek 7:** 100 % mrkvová šťáva
- Obrázek 8:** Šťáva z černého rybízu
- Obrázek 9:** Plod rajčete odrůdy Andine cornue
- Obrázek 10:** Plody růže šípkové
- Obrázek 11:** Plod papriky roční odrůda Korál
- Obrázek 12:** Cherry rajče odrůdy Darinka F1
- Obrázek 13:** Plod granátového jablka
- Obrázek 14:** Jednopaprskový UV-Vis spektrofotometr Specord 50 PLUS
- Obrázek 15:** Vysokoučinná kapalinová chromatografie
- 
- Tabulka 1:** Obsah vlákniny v potravinách
- Tabulka 2:** Obsah polyfenolů
- Tabulka 3:** Obsah kyseliny askorbové
- Tabulka 4:** Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu kyseliny askorbové
- Tabulka 5:** Statisticky významné rozdíly v hodnotách obsahu celkových polyfenolů
- 
- Graf 1:** Kalibrační graf celkových polyfenolů
- Graf 2:** Obsah polyfenolů
- Graf 3:** Kalibrační graf kyseliny askorbové