

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**ŽANETA POŠTULKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav chemie a biochemie**

---



**Biologicky aktivní látky ve funkčních potravinách**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

prof. RNDr. Bořivoj Klejdus, Ph.D.

*Vypracovala:*

Žaneta Poštulková

---

Brno 2016

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci "Biologicky aktivní látky ve funkčních potravinách" vypracovala samostatně, a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona o vysokých školách, č. 111/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na mou 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 odst. 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 Brně dne 20. 4. 2016

podpis .....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří prof. RNDr. Bořivoji Klejdusovi, Ph.D., za jeho cenné rady a odborné vedení během zpracování mé bakalářské práce. Děkuji také svým rodičům a blízkým za podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

## **ABSTRAKT**

Podstatou této bakalářské práce je přiblížit čtenářům problematiku potravin s blahodárnými účinky na lidské zdraví, přesněji problematiku funkčních potravin. V úvodu je podrobně rozebrána terminologie a historický vývoj funkčních potravin. V další části jsou obecně popsány některé typy civilizačních onemocnění a celkový význam těchto potravin. Hlavní část této práce je zaměřena na jednotlivé skupiny biologicky aktivních látek, konkrétně se jedná o probiotika, prebiotika, symbiotika, antioxidanty, vlákninu, složky tuků, aminokyseliny, peptidy, bílkoviny, minerální složky a významné rostlinné látky. V závěrečné části je práce zaměřena na vybrané funkční potraviny, a to konkrétně na česnek kuchyňský, cibuli kuchyňskou, olivový olej, mléko a mléčné výrobky.

### **Klíčová slova**

funkční potraviny, civilizační choroby, antioxidanty, probiotika, vláknina

## **ABSTRACT**

The essence of this bachelor thesis is to describe food with beneficial effects on human health or the issue of the functional food. In the introductory part is in detail examined the terminology and historical development of functional foods. The next section describes some general types of civilization diseases and the overall importance of this food. The largest part of this work is focused on the individual groups of biologically active substances, namely probiotics, prebiotics, symbiotics, antioxidants, dietary fiber, fat components, amino acids, peptides, proteins, mineral components and important plant substances. The final part of this work is focused on specific functional foods, specifically on garlic, onion, olive oil, and milk and dairy products.

### **Keywords**

functional food, civilization diseases, antioxidants, probiotics, dietary fiber

# OBSAH

1 CÍL PRÁCE .....	8
2 ÚVOD.....	9
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	10
3.1 Funkční potraviny .....	10
3.1.1 Vývoj terminologie.....	10
3.1.2 Funkční potraviny na trhu .....	12
3.1.3 Rozdělení funkčních potravin.....	12
3.1.4 Význam funkčních potravin .....	13
3.1.4.1 Kardiovaskulární onemocnění .....	14
3.1.4.2 Rakovina .....	15
3.1.4.3 Osteoporóza .....	16
3.1.4.4 Poruchy trávení .....	16
3.2 Přehled biologicky aktivních látek .....	17
3.2.1 Probiotika, prebiotika, symbiotika .....	17
3.2.1.1 Probiotika.....	17
3.2.1.2 Prebiotika .....	19
3.2.1.3 Symbiotika .....	20
3.2.2 Antioxidanty .....	20
3.2.2.1 Vitamin E.....	21
3.2.2.2 Karotenoidy .....	22
3.2.2.3 Vitamin C.....	23
3.2.2.4 Fenolické antioxidanty.....	24
3.2.3 Vláknina .....	25
3.2.4 Složky tuků .....	27
3.2.4.1 Vysoce nenasycené mastné kyseliny .....	27
3.2.4.2 Konjugované kyseliny linolové .....	28
3.2.4.3 Fytosteroly a fytostanoly .....	29
3.2.4.4 Fosfolipidy .....	30
3.2.5 Aminokyseliny, peptidy a bílkoviny .....	31
3.2.6 Další rostlinné látky.....	33
3.2.6.1 Kyselina listová.....	33
3.2.6.2 Fytoestrogeny.....	33

3.2.6.3 Resveratrol .....	34
3.2.6.4 Glukosinoláty .....	34
3.2.7 Minerální složky .....	35
3.2.7.1 Zinek .....	35
3.2.7.2 Selen.....	35
3.3 Některé významné funkční potraviny .....	36
3.3.1 Cibule kuchyňská .....	36
3.3.2 Česnek kuchyňský .....	36
3.3.3 Olivový olej .....	37
3.3.4 Mléko a mléčné výrobky .....	37
4 ZÁVĚR .....	39
5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	40
6 SEZNAM ZKRATEK .....	45
7 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	46



## 1 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je přiblížit čtenářům problematiku funkčních potravin a biologicky aktivních látek v nich obsažených. Jedná se o potraviny, které mají pro lidské tělo specifické zdravotní benefity, i když si zachovávají svou konvenční formu. Bioaktivní látky obsažené v těchto potravinách by měly snižovat riziko výskytu civilizačních chorob, které představují stále vyšší riziko úmrtnosti ve vyspělých zemích.

V této práci jsou prezentovány jen ty nejvýznamnější biologicky aktivní látky. Je zde uvedena charakteristika těchto látek, jejich působení v lidském těle, a jejich zastoupení v potravinách.

V rámci této práce jsou vybrány některé běžně dostupné a často používané potraviny, které splňují vlastnosti funkčních potravin.

## 2 ÚVOD

V současné době se lidé začínají čím dál více zajímat o zdravý životní styl, se kterým je úzce spojeno i zdravé stravování. Jeden z hlavních důvodů, proč někteří lidé usilují o zdravý životní styl, jsou hlavně obavy z civilizačních onemocnění, jako jsou kardiovaskulární choroby, a hlavně rakovina. Tyto choroby jsou vyvolány především nedostatkem pohybu, stresem, nevhodným životním prostředím, ale hlavně nevhodným stravováním. Současná doba nám nabízí široké spektrum jídel formou rychlého občerstvení, které mají pouze funkci nás nasytit.

Mnoho spotřebitelů si uvědomuje tento nevhodný systém stravování a poptávka po zdravějších potravinách začíná stoupat. Potravinářský průmysl na to reaguje a snaží se vyrábět potraviny, které budou pro člověka jednak konvenční, ale zároveň budou prospěšné pro lidský organismus. Na trhu se objevují především potraviny obohacené o vitaminy, vlákninu, nenasycené mastné kyseliny a hlavně kysané mléčné výrobky. Funkční potraviny, jakožto potraviny obsahující zdraví prospěšné látky, začínají být na trhu velice atraktivní komoditou jak pro spotřebitele, tak pro výrobce.

Funkční potraviny jsou takové potraviny, které obsahují mimo základní výživové látky i takové látky, které jsou pro lidské zdraví prospěšné, či dokonce snižují riziko výskytu některých onemocnění. Je důležité upozornit, že se nejedná o léky. Funkční potraviny obsahují velké množství biologicky aktivních látek, které působí blahodárně na lidský organismus. Vlastnosti těchto potravin musí být vědecky podloženy, aby mohly být prohlášeny za funkční. Jedná se především o antioxidanty, vlákninu, probiotika, esenciální mastné kyseliny a ostatní významné bioaktivní látky.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Funkční potraviny

#### 3.1.1 Vývoj terminologie

Termín funkční potraviny se zrodil v Japonsku roku 1991. Jako výsledek dlouhého procesu vytvořit kategorii potravin se zvyšujícími se výhodami, ve snaze snížit stupňující se náklady na zdravotní péči, byl těmto potravinám přidělen termín FOSHU (Food for Specific Health Use) (Vieira da Silva, Barreira, Oliveira, 2016).

Podle Gibsona a Williamse (2000), jsou FOSHU:

- potraviny, u nichž se očekává specifický zdravotní efekt v důsledku příslušných složek, nebo potraviny, ze kterých byly odstraněny alergeny,
- potraviny, kde efekt přidání nebo odebrání určitých složek, byl vědecky vyhodnocen, a zaručil konkrétní blahodárné účinky na zdraví, očekávané z jejich užívání.

Mezitím se v celém světě objevily termíny příbuzné japonskému FOSHU. Mezi ně patří například funkční potraviny, jež zahrnují *nutraceuticals*, *vitafoods* a *dietary supplements* (Kwak, Jukes, 2001).

Termín *nutraceuticals* se používá jak pro potraviny, tak i pro doplňky stravy (Mann, Truswell, 2007). V roce 1989 byl vytvořen termín nutraceutika, anglicky *nutraceuticals*, který je charakterizován jako složka potravin, která je přínosná pro lidské zdraví a měla by působit preventivně. Nutraceutika jsou definovány jako produkt vyrobený z potravin, ale prodávány v podobě prášku, tablet a jiných forem medikamentů (Gibson, Williams, 2000). Nutraceutika je nejčastěji používaný termín pro funkční potraviny (Kwak, Jukes, 2001).

*Vitafoods* jsou definovány, jako potraviny a nápoje vyhovující potřebám zdravě se stravujících, uvědomělých spotřebitelů. Tyto potraviny mají zlepšit tělesné nebo duševní kvality života, a schopnost lépe se vypořádat s fyzickou námahou nebo onemocněním (Gibson, Williams, 2000).

*Dietary supplements* jsou produkty pro doplnění potravy, které nesou nebo obsahují jeden nebo více specifických výživových přísad, jako jsou například vitaminy, minerály, aminokyseliny. Jedná se o kapsle, tablety nebo gelové kapsle.

Některé další mohou být ve formě konvenční potraviny, ale nejsou prezentovány jako konvenční potraviny (Gibson, Williams, 2000).

Na rozdíl od Japonska, nemá EU právní definici pro “funkční potraviny“. V současné době EU rozděluje potraviny na čtyři skupiny, a to na konvenční potraviny, modifikované potraviny, potraviny pro speciální výživu a *medical foods* (Martirosyan, Singh, 2015).

Definice funkčních potravin byla na mezinárodní úrovni navržena zástupci vědy a potravinářského průmyslu. Funkční potraviny by měly poskytovat zdravotní benefity nad rámec své běžné nutriční hodnoty. Jedná se o potraviny, které mají běžnou formu obyčejného jídla, a konzumují se pravidelně každý den (Kwak, Jukes, 2001). Termín funkční potraviny je převzat z anglického slova *functional*, což znamená účelný. Funkční potraviny tak nazýváme proto, že jejich funkcí je poskytovat konzumentovi nejen živiny, ale i takové aktivní látky, které budou podporovat jeho fyziologické funkce (Kalač, 2003).

Funkční potraviny lze považovat za skupinu potravin, které jsou na rozhraní konvenčních potravin a léků. Je velmi důležité připomenout, že tyto potraviny se neřadí mezi léky. Původně měly být tyto potraviny zařazeny do podskupiny léků (Kalač, 2003).

Aktivní složky funkčních potravin, jako jsou vitaminy, rostlinné steroly, nebo bakterie mléčného kysání, se vyrábějí také v tabletách či kapslích. V tomto případě se produkt nazývá “*dietary supplement*“ (Kwak, Jukes, 2001).

Unikátní vlastnosti funkčních potravin podle Gibsona a Williamse (2000):

- jsou to konvenční, běžně konzumované potraviny,
- jsou složeny z přirozeně se vyskytujících, nesyntetických složek,
- mají pozitivní účinky na cílené funkce, mimo výživovou hodnotu,
- splňují vědecké nároky,
- mohou zlepšit pohodu a zdraví a/nebo snížit riziko výskytu onemocnění, nebo poskytovat zdravotní výhody.

### **3.1.2 Funkční potraviny na trhu**

Funkční potraviny jsou pro řadu konzumentů atraktivní hlavně díky své běžné dostupnosti. Spotřebitelé si mohou vybrat z širokého sortimentu potravin či nápojů obohacených o řadu bioaktivních látek v různých koncentracích. Dostupnost těchto výrobků umožňuje vhodné stravování každému, kdo se snaží dbát o své zdraví. Vitamínové a minerální tablety, jakožto doplňky stravy, jsou stále oblíbenou a pohodlnou formou dodávání potřebných živin, ale pro jejich účinnost je nezbytné je konzumovat s odpovídající stravou (Benešová et al., 2000).

Potraviny, které jsou složeny ze správných bioaktivních látek a jejich obsah je uvedený na obale, budou spotřebiteli preferovány více, než ty potraviny, které tyto funkce neposkytují (Benešová et al., 2000).

Jako výsledek zvyšujícího se trhu s potravinami, se zvyšuje i rozsah funkčních potravin. Podle Gibsona a Williamse (2000) můžeme potraviny najít v různých formách, jako jsou:

- nealkoholické nápoje (energetické a sportovní nápoje),
- cereální potraviny a dětská výživa,
- pečivo,
- cukrovinky,
- mléčné produkty, především fermentované mléčné výrobky,
- masné výrobky,
- krmivo pro zvířata.

### **3.1.3 Rozdělení funkčních potravin**

Funkční potraviny dělíme do dvou skupin podle toho, zda účinnou látku obsahují přirozeně, nebo je nutná fortifikace dané potraviny účinnou látkou. Obohacuje se z důvodu absolutní nepřítomnosti bioaktivní látky v potravíně, nebo nedostatečného obsahu, či velkého úbytku v důsledku technologického zpracování potraviny (Benešová, 1999).

„Nejčastěji jsou diskutovány následující skupiny účinných látek nebo mikroorganismů:

- vláknina,
- oligosacharidy (inulin, oligofruktóza),
- vitaminy (E, C aj.),
- mastné kyseliny (EPA - eikosapentaenová, DHA – dokosahexaenová),
- alkoholické cukry (xylit, sorbit),
- antioxidanty a fotochemikálie (vitamin E, C, zinek, měď, selen, flavonoidy),
- aminokyseliny, peptidy a bílkoviny (taurin, casamorfín, sójová bílkovina),
- minerální látky a stopové prvky (sodík, draslík, selen, zinek, aj.),
- glykosidy,
- alkoholy,
- bakterie mléčného kvašení“ (Benešová, 1999).

Práce se zabývá jen některými funkčními potravinami a biologicky aktivními látkami z předchozího uvedeného seznamu. Podrobněji bude probírána problematika bioaktivních látek, jako jsou probiotika, prebiotika, symbiotika, antioxidanty, složky tuků, vláknina a další.

### 3.1.4 Význam funkčních potravin

Ochrana zdraví obyvatelstva patří v současné době mezi prioritní požadavky lidstva. Obava z nadměrné hmotnosti a strach z nemocí ovlivňuje poptávku po potravinách. Spotřebitel vyhledává potraviny v celé škále. Od ryb, drůbeže, cereálních výrobků, přes ovoce, zeleninu, až k probiotickým jogurtům a nápojům obohacených vitaminy a minerálními látkami (Benešová, 2000).

Bioaktivní látky jsou nutriční prvky, které se v potravinách vyskytují v malé koncentraci. Po intenzivní studii těchto látek došli vědci k výsledku, že bioaktivní látky vykazují ochranné účinky proti CVD (kardiovaskulárnímu onemocnění), rakovině, a dalším civilizačním onemocněním. Bylo objeveno velké množství bioaktivních látek, které se liší ve své chemické struktuře a funkci, a podle toho jsou také seskupeny (Kris-Etherton et al., 2002).

Funkční potraviny mají hlavní přínos pro lidský organismus, a to chránit tělo před civilizačními chorobami. Takto se označují choroby, na jejichž vývoj má výrazný vliv

výživa a vnější prostředí. Mezi tyto choroby se řadí zejména srdečně cévní choroby, některé typy rakoviny, osteoporóza a poruchy trávení (Kalač, 2003).

Funkční potraviny začínají projevovat své příznivé účinky až po několika letech pravidelného užívání. Naproti tomu u léků, dochází k projevu zdravotního účinku již v průběhu několika dnů. (Kalač, 2003).

#### **3.1.4.1 Kardiovaskulární onemocnění**

Kardiovaskulární onemocnění (CVD) je jedno z hlavních příčin smrti u mužů i u žen ve všech vyspělých zemích na světě. V méně rozvinutých zemích patří toto onemocnění mezi pět nejčastějších příčin smrti. Světová zdravotnická organizace (WHO) odhaduje, že do roku 2020, onemocnění srdce a mrtvice překoná infekční onemocnění a stanou se celosvětově hlavní příčinou smrti (Erdmann, Cheung, Schröder, 2008).

Vysoký krevní tlak je jedním z hlavních faktorů při vzniku CVD. Inhibitory enzymu angiotenzin-konvertázy (ACE) hrají klíčovou roli v regulaci krevního tlaku. Podporují přeměnu angiotensinu I na vasokonstrikční angiotensin II. ACE inhibitory se používají jako antihypertenzivní činidla (Erdmann, Cheung, Schröder, 2008).

Jelikož lipidy nejsou rozpustné ve vodě, je nezbytné, aby se tuk navázal na specifické proteiny, apolipoproteiny, které dokáží vázat vodu a tuk, a tvořit tak komplex. Cholesterol se tedy v těle váže na apolipoproteiny a tvoří tak komplex lipoproteinu (Mann, Truswell, 2007). Tyto částice se dělí podle jejich hustoty. Čím vyšší je podíl lipidů v dané lipoproteinové částici, tím je jejich hustota nižší (Kalač 2003).

Volné mastné kyseliny tvoří asi jen 2 % celkových plazmatických tuků. Zbytky tuku jsou v plazmě přenášeny v komplexu lipoproteinu. Lipoproteiny se řadí, podle jejich hustoty, do tří hlavních skupin. Každý z nich má rozdílnou fyziologickou vlastnost a svou přítomností v nevhodném množství, způsobují nepříznivé zdravotní následky (Mann, Truswell, 2007).

Lipoproteiny s velmi nízkou hustotou (VLDL) jsou částice bohaté na triglyceridy tvořené v játrech. Jejich funkcí je dopravit mastné kyseliny do srdce, svalů a tukové tkáně. Působí zde enzym lipoproteinová lipáza, která uvolňuje mastné kyseliny z triacylglycerolů. Lipoproteinová lipáza má v srdci daleko větší afinitu pro triglyceridy,

než ve svalové či tukové tkáni. Takže když je koncentrace triglyceridů nízká, triglyceridy jsou odebírány preferenčně ze srdce (Mann, Truswell, 2007).

Lipoprotein s nízkou hustotou (LDL) je konečný produkt VLDL metabolismu. LDL snadno prochází endotelem a nese s sebou okolo 70 % celkového cholesterolu v plazmě. Jeho hlavní funkcí je přenos cholesterolu k buňkám. Tato částice je zodpovědná za usazování cholesterolu v cévách a za rozvoj aterosklerotických plátů, které jsou příčinou vzniku aterosklerózy. Výskyt těchto LDL je způsoben zvýšenou koncentrací triacylglycerolu v krvi, tudíž vysokým příjmem tučných jídel (Mann, Truswell, 2007).

Lipoproteiny s vysokou hustotou (HDL) jsou syntetizovány v játrech a střevě. Hlavní funkcí je přenos cholesterolu z tkání zpět do jater, kde je metabolizován. Zvýšená koncentrace HDL snižuje riziko vzniku aterosklerózy (Mann, Truswell, 2007).

### **3.1.4.2 Rakovina**

Rakovina je všeobecný termín pro nádorová onemocnění, kde každá z nich má specifický původ a příčinu vzniku a také ochranné prvky. Jedná se tedy o zhoubné bujení tkáně, které se projevuje rychlým růstem (Ohigashi, 1997).

Vznik a vývoj rakoviny je velice složitý proces, který způsobuje velká škála faktorů. Mezi tyto faktory se řadí právě i potraviny (Kalač, 2004). Výživové zvyky jsou velice důležité při vývoji a prevenci karcinogenu (Ohigashi, 1997).

Všechna nádorová onemocnění v České republice (ČR) překračují roční úmrtnost 263 úmrtí na 100 000 obyvatel. Každý rok více jak 27 000 osob umírá na rakovinu. Mezi nejčastější diagnózy se řadí rakovina tlustého střeva, rakovina plic, rakovina prsu a rakovina prostaty. I když některé nádory jsou čím dál častěji diagnostikovány v raném stádiu, obecně včasná diagnostika je v ČR nedostatečná (Dusek, 2010).



### **3.1.4.3 Osteoporóza**

Osteoporóza je jedna z hlavních problémů, postihující ženy po menopauze a starší osoby obou pohlaví. Osteoporóza je charakterizována sníženou kostní hmotou a celkovým zhoršením kostní stavby, která předurčuje ke křehkosti kostí a následným případným zlomeninám. Ztráta kostní hmoty může začít již dosažením třicátého věku a snižovat se paralelně s poklesem svalové hmoty a zdravého životního stylu (Daroszewska, 2015).

Nedávné výzkumy prokazují, že rozpustná vláknina zlepšuje střevní vstřebávání vápníku. Nízký BMI (body mass index) je také významný rizikový faktor pro vznik osteoporózy. Oproti tomu obezita je spojena s vyšší mírou nedostatku vitamínu D a může taky zvyšovat náchylnost ke zlomeninám. Proto je vhodné udržovat si optimální hladinu BMI (Daroszewska, 2015).

### **3.1.4.4 Poruchy trávení**

Gastrointestinální trakt (GIT), je mimořádně aktivní, ale nedostatečně prozkoumanou částí lidského těla. Plní řadu metabolických úloh. GIT je největší žlázou s vnitřní sekrecí a jeho stav ovlivňuje stav a kondici člověka. Funkční potraviny pomáhají v prevenci onemocnění GIT, jako jsou průjmová onemocnění, dráždivý tračník, rakovina tlustého střeva a konečníku (Kalač, 2003).

Při narušení normální mikroflóry v GIT, se může vytvořit prostor pro pomnožení patogenních mikroorganismů, což vede k průjmovému onemocnění. Nejčastěji se vyskytující patogenní mikroorganismy jsou bakterie rodů *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Escherichia*, aj. Dalším velice známým onemocněním jsou průjmy postihující obyvatele vyspělých zemí během cestování do zemí se sníženou hygienickou úrovní (Kalač, 2003).

## **3.2 Přehled biologicky aktivních látek**

### **3.2.1 Probiotika, prebiotika, symbiotika**

#### **3.2.1.1 Probiotika**

Gastrointestinální mikroflóra představuje složitý ekosystém mikroorganismů zdravotně prospěšných i patogenních. Povrch GIT je velký asi 150 – 200 m<sup>2</sup>, a dochází v něm k nezbytným interakcím během trávicího procesu. GIT obsahuje u dospělých lidí okolo 10<sup>14</sup> živých mikroorganismů. Neporušený střevní epitel s optimální střevní mikroflórou představuje přirozenou bariéru proti patogenním mikroorganismům, antigenům a škodlivým látkám. Střevní mikroflóra je nezbytná pro aktivaci mukózní imunity a pro zvýšení imunokompetentních buněk (Kvasničková, 2000).

Složení střevní mikroflóry je u zdravých jedinců poměrně stabilní. Toto složení se však může měnit působením endogenních a exogenních faktorů. Jedná se například o rakovinu, poruchy peristaltiky, stárnutí, stres, užívání antibiotik a podobně. Cílem je zvýšit počet a aktivitu probiotických mikroorganismů, které mají příznivý vliv na zdraví (Kvasničková, 2000).

Probiotika jsou živé mikroorganismy, které se záměrně přidávají do potravin pro zlepšení rovnováhy střevní mikroflóry konzumenta a mají příznivý vliv na lidské zdraví. V roce 1965 byl vytvořen pro tuto skupinu látek tvořené určitým mikroorganismem termín probiotikum (Drakoularakou, Rastall, Gibson, 2011).

Je celá řada vlastností, které musí mikroorganismy splňovat, aby se mohly řadit mezi probiotické. Mikroorganismy musí přežít v kyselém prostředí horní části GIT a poté se dokázat ve střevě kolonizovat a množit. V lidském organismu nemohou způsobovat žádné toxické, mutagenní, patogenní nebo karcinogenní reakce. Navíc probiotické bakterie by měly působit nepřátelsky vůči karcinogenním a patogenním mikroorganismům. Probiotika musí být také snadno reprodukovatelné a prosperovat během zpracování a skladování (Ziemer, Gibson, 1998).

Tab. 1 Vliv probiotických mikroorganismů podle Ziemera a Gibsona (1998)

Druh mikroorganismu	Efekt
<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. rhamnosus</i>	stimulace imunitního systému
<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i>	udržují rovnováhu ve střevním traktu
<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. gasseri</i> , <i>L. delbrueckii</i>	redukce fekálních enzymů
<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. gasseri</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. adolescentis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. longum</i>	snižuje vznik tumoru
<i>Saccharomyces bulgaricus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>L. bulgaricus</i>	prevence průjmu
<i>L. rhamnosus</i> , <i>B. bifidum</i>	prevence průjmu způsobeným rotaviry
<i>L. rhamnosus</i> , <i>S. bulgaricus</i>	prevence průjmu
<i>L. acidophilus</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>B. bifidum</i>	prevence průjmu

Nejčastěji používaná probiotika jsou kmeny mléčných bakterií a to zejména rod *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* (Kalač, 2003).

Za nejdůležitější zdravotní přínosy probiotik pro lidský organismus považujeme obnovu a vyvážení střevní mikroflóry, posílení imunitního systému a snížení intolerance laktózy. Dále pak snížení hladiny krevního, celkového a LDL cholesterolu, zvýšení vstřebávání vápníku a syntézu některých vitaminů (Ziemer, Gibson, 1998). Probiotika představují v současné době nejrozšířenější a zároveň nejdynamičtější se rozvíjející skupinu funkčních potravin (Kalač, 2003).

### **3.2.1.2 Prebiotika**

Tlusté střevo se považuje za oblast metabolické aktivity a interakcí, která má značný vliv na zdraví. Mikroorganismy v tlustém střevě mají schopnost rozštěpit složky potravy, které prošly tenkým střevem nestrávené. Tyto látky slouží mikroorganismům jako zdroj energie, tedy substrát. Nejčastější substráty pro růst bakterií v tlustém střevě jsou polysacharidy, rezistentní škrob, oligosacharidy, nestravitelné cukry a bílkoviny (Kvasničková, 2000).

Prebiotika jsou složky potravin, které podporují růst a jsou zdrojem energie pro mikroorganismy tlustého střeva, tedy probiotika (Kalač, 2003). Prebiotika také zvětšují objem stolice a tím se snižuje riziko výskytu zácpy (Ziemer, Gibson, 1998).

Skupina sacharidů, která získala v oblasti výzkumu největší pozornost, jsou oligosacharidy, konkrétně fruktooligosacharidy (FOS) (Ziemer, Gibson, 1998). Oligosacharidy patří do skupiny sacharidů složených ze dvou až deseti jednoduchých cukerných jednotek (Velíšek, Hajšlová, 2009). Díky specifickým vazbám mezi monomery těchto sacharidů, prostupují bez jakékoli změny celým trávicím traktem až do tlustého střeva. Tyto oligosacharidy jsou rezistentní vůči trávicím enzymům. Mikrobiální enzymy umožňují, aby tyto vazby byly postupně degradovány. Ne však všechny střevní bakterie mají vhodné enzymy, kterými lze tyto vazby štěpit (Ziemer, Gibson, 1998).

Nejvýznamnější zástupce prebiotik je inulin, který řadíme do skupiny fruktooligosacharidů (FOS). Inulin je součástí vlákniny, je tedy nestravitelný. Inulin je téměř kvantitativně fermentován střevními bifidobakteriemi. Inulin udržuje GIT zdravý tím, že během fermentace dochází ke snížení pH a tím dochází k inhibici patogenních mikroorganismů. Ve vyšším denním příjmu, 20 g/den, dokáže inulin snižovat plazmatické triacylglyceroly a cholesterol (Gibson, Williams, 2000).

Existuje řada potravin, které obsahují poměrně vysoké koncentrace právě FOS. Mezi ně patří například česnek, cibule, čekanka a chřest (Ziemer, Gibson, 1998). Vyšší příjem prebiotik může vyvolávat nadýmání a průjemy (Kalač, 2003).

### **3.2.1.3 Symbiotika**

Jako symbiotika označujeme probiotika a prebiotika v jednom produktu. Symbiotikum definujeme, jako směs probiotik a prebiotik, které prospěšně ovlivňují hostitele tím, že zlepšují implementaci živých mikroorganismů v GIT, a to tak, že aktivují metabolismus jedné bakterie nebo omezeného počtu bakterií podporujících zdraví, čímž pozitivně působí na hostitele (Kvasničková, 2000).

Podstatou symbiotik je, že každá bakterie má k dispozici substrát, který bude fermentovat v tlustém střevě. Tím se zvyšuje její šance konkurovat přirozené mikroflóře v tlustém střevě. Kombinace probiotik a prebiotik, tedy symbiotik, má větší zdravotní přínos, než aplikovat jednotlivé složky zvlášť (Kalač, 2003).

### **3.2.2 Antioxidanty**

Antioxidanty jsou látky, které mají schopnost regulovat oxidaci tkání v lidském těle. Pro lidský organismus je důležité, aby regulační systémy udržovaly neustálou rovnováhu mezi volnými radikály a antioxidanty, a tím činily volné radikály pro organismus neškodnými (Pánek, 2002). Jsou to látky potlačující tzv. oxidační stres organismu. Produkty oxidačních reakcí spojených s uvolňováním volných radikálů jsou za podmínek tělesné námahy (nemoc, stres, stárnutí) vyšší, než výtěžky samovolných zhasčecích reakcí, při nichž volné radikály zase zanikají. Dochází k nerovnováze a k hromadění volných radikálů v těle (Mach, 2004).

Volné radikály jsou reaktivní částice s nepárovým elektronem. Vznikají při metabolických procesech a jsou nezbytné pro syntézu mnohých látek v lidském těle. Jsou také přirozenou součástí obrany proti parazitům, bakteriím a virům. Na druhou stranu, některé volné radikály mohou ničit buňky. Ty však mají vyvinutý antioxidační a detoxikační mechanismus. Hlavní součástí těchto mechanismů jsou vitaminy E a C, tripeptid glutathion a enzym superoxiddismutasa. Veškeré oxidační a antioxidační procesy v těle jsou běžně v rovnováze. Může však dojít k nadprodukci sloučenin kyslíku a organismus se pak může dostat do oxidačního stresu. Tvorbu volných radikálů ovlivňují také vnější vlivy, zejména znečištěné životní prostředí toxickými látkami, ultrafialové záření, napadení mikroorganismy a cigaretový kouř (Kalač, 2003).

Poškození, v důsledku působení volných radikálů se považuje za patologickou příčinu nádorového bujení, neurodegenerativních onemocnění, cukrovky a v neposlední řadě za příčinu stárnutí (Strunecká, Patočka, 2011).

Volné radikály vznikají při běžné látkové výměně v buňkách. Všude, kde se přepravuje kyslík, se nacházejí i volné radikály. Najdeme je také tam, kde se tělo setkává s UV zářením. Určité stresové hormony zvyšují produkci volných radikálů, to znamená, že trvalý stres může být příčinou rakoviny a CVD. Stále se zvětšuje množství nepřírodných volných radikálů, které jsou produkovány škodlivými látkami z prostředí a domácími chemikáliemi. Dále jsou produkovány velkým množstvím léků a cigaretovým kouřem. Ionizující záření patří také k producentům volných radikálů (Jopp, 2014).

Složky potravy, které volné radikály přeměňují na nereaktivní, nebo méně reaktivní formy, se označují jako antioxidanty. Antioxidanty se člení na syntetické a přirozené, nebo doplňované jako přísady či přirozeně se vyskytující. Přirozeně se vyskytující antioxidanty nejsou zdaleka tolik účinné jako antioxidanty doplňované. Syntetické antioxidanty se smí používat pouze do těch potravin, které by byly, bez jejich přídavku, oxidací značně poškozeny. Podle současných poznatků jsou syntetické antioxidanty zdravotně nezávadné, dává se však přednost přirozeným antioxidantům. Dostatečné množství antioxidantů v potravinách pomáhá snižovat riziko různých onemocnění, zejména rakoviny a srdečně cévních chorob (Kalač, 2003).

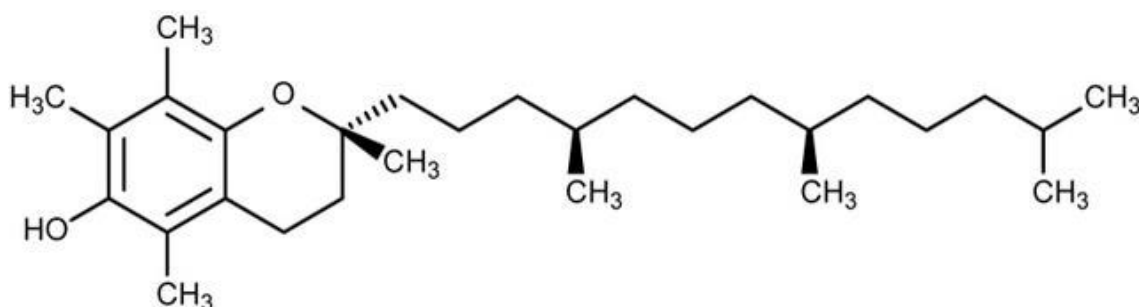
Přírodní antioxidanty lze členit na lipofilní (rozpuštěné v tucích) a hydrofilní (rozpuštěné ve vodě). Nejvýznamnější lipofilní antioxidanty jsou karotenoidy a vitamin E. Naopak nejvýznamnějšími hydrofilními antioxidanty jsou rostlinné fenoly a vitamin C (Velíšek, Hajšlová, 2009).

### **3.2.2.1 Vitamin E**

Vitamin E, jinak nazývaný také jako tokoferol, se řadí mezi vitaminy rozpustné v tucích. Je složený ze sloučenin tokoferolu a tokotrienolu (Eitenmiller, Lee, 2004).

Sloučeniny vitamínu E jsou známy pro své inhibiční účinky při oxidaci lipidů v potravinách a biologických systémech. Z tohoto důvodu je vitamin E velmi významný při prevenci kardiovaskulárního onemocnění. Oxidace lipidů je degradabilní reakce volných radikálů, která snižuje trvanlivost, sensorické vlastnosti a nutriční

kvalitu potravin. Působí preventivně také proti procesu stárnutí a rakovině (Eitenmiller, Lee, 2004).



Obrázek 1: Struktura  $\alpha$ -tokoferolu (Helmenstine, 2016)

Antioxidační aktivita tokoferolu a tokotrienolu probíhá díky jejich schopnosti poskytovat vodíky fenolu volným lipidovým radikálům (Eitenmiller, Lee, 2004).

Pravidelný přísun vitamínu E přispívá k prevenci oxidace lipidových biomembrán, tudíž zpomaluje proces stárnutí organismu a působí preventivně proti vzniku kardiovaskulárních chorob a vzniku rakoviny (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Doporučený denní příjem pro dospělého člověk je 10–15 mg. Nejvýznamnějším zdrojem vitamínu E jsou potraviny rostlinného původu a to především rostlinné otruby a klíčky. Proto mají bílé mouky daleko menší obsah vitaminů oproti celozrnným moukám. Vyskytují se zde ve všech osmi formách aktivních tokoferolů a tokotrienolů (Velíšek, Hajšlová, 2009). Velké množství potravin obsahující tuk se vitamínem E fortifikuje. Rostlinné oleje obsahují daleko větší množství vitamínu E, než živočišné produkty (Kalač, 2003).

### 3.2.2.2 Karotenoidy

Karotenoidy jsou pigmenty žluté, oranžové a červené barvy. Tyto pigmenty jsou součástí rostlin, hub, řas, mikroorganismů a také pigmenty některých živočichů, jako jsou korýši a ryby. V rostlinách se tyto látky seskupují s chlorofyly v chromoplastech. V současné době je známo okolo 700 karotenoidních pigmentů, z toho asi 50 sloučenin vykazuje aktivitu vitamínu A, proto se označují jako retinoidy (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Jedná se o látky rozpustné v tucích a nerozpustné ve vodě. Jsou to látky poměrně citlivé vůči oxidaci. Systém konjugovaných vazeb umožňuje likvidovat rizikové volné

radikály (Štípek, 2000). Většina karotenoidních látek se řadí do skupiny terpenoidů. Karotenoidy se dělí na karoteny a xantofyly (Velíšek, Hajšlová, 2009).

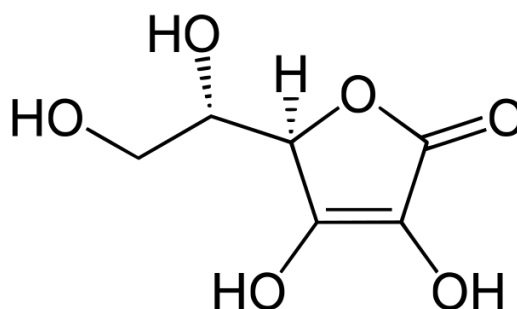
Karotenoidy se vyskytují ve všech fotosynteticky aktivních rostlinných pletivech. V těchto pletivech mají svůj fotochemický význam, kde doprovázejí fotosyntetické barvivo chlorofyl (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Karoteny jsou nejznámější skupinou karotenoidů.  $\beta$ -karoten je nejrozšířenější látka, ze které vzniká v lidském těle vitamin A. Je tedy jeho provitaminem. Určité karotenoidy, jako lykopen, kanthaxanthin a astaxanthin, jsou daleko účinnější při likvidaci singletového kyslíku než  $\beta$ -karoten. Karotenoidy se pro svou antioxidační aktivitu uplatňují v prevenci degenerativních procesů a také jako antikarcinogenní látky (Velíšek, Hajšlová, 2009).

### 3.2.2.3 Vitamin C

Kyselina L-askorbová, společně s dehydroaskorbovou kyselinou, se řadí do skupiny látek vitaminu C. Jednotlivé formy mohou mezi sebou přecházet a tvořit tak redoxní systém, který slouží k inaktivaci radikálů. Kyselina L-askorbová, tedy vitamin C, je legislativně zařazena mezi potravinové doplňky pod kódem E 300 (Štípek, 2000).

Vitamin C syntetizují všechny zelené (fotoautotrofní) rostliny. Vitamin C zastává funkci vitaminu pouze u lidí a některých dalších savců. Funkce kyseliny askorbové je spojena především s jejími redoxními vlastnostmi. U živočichů se kyselina askorbová podílí na hydroxylačních reakcích. Účastní se taky biosyntézy mukopolysacharidů, prostaglandinů, absorpce iontových forem železa, dále stimuluje transport sodných, chloridových i vápenatých iontů. Je také významný při metabolismu cholesterolu a léčiv (Velíšek, Hajšlová, 2009).



Obrázek 2: Struktura vitaminu C (Vadi, Dehmolaei, 2014)



Tento vitamin je velice významný pro svou antioxidační vlastnost. Reaguje s volnými radikály a oxidovanými formami vitamínu E. Dále je významný inhibitor nitrosaminů, působí proti karcinogenezi (Velíšek, Hajšlová, 2009).

V organismu má kyselina askorbová pořád stejnou funkci, ať už se jedná o látku přirozeně se vyskytující v potravinách, nebo synteticky připravenou. Doporučenou denní dávku pro jednotlivce je velmi obtížné určit, jelikož záleží na mnoha faktorech ovlivňujících jeho vstřebávání. Konkrétně záleží na hmotnosti, příjmu tekutin, na způsobu absorpce ve střevě a mnoha dalších. Jelikož se jedná o vitamin rozpustný ve vodě, nemusíme se obávat jeho předávkování (Strunecká, Patočka, 2011).

#### **3.2.2.4 Fenolické antioxidanty**

Fenolické látky jsou součástí všech potravin. Vyskytují se v potravinách jako látky vonné, chuťové, některé jsou nositeli trpké chuti (Velíšek, Hajšlová, 2009). Jedná se o chemicky pestré skupiny rostlinných antioxidantů, která je typická pro obsah několika fenolických skupin. Řadíme zde fenoly, fenolické kyseliny a jejich estery a glykosidy, flavonoidy, lignany, katechiny a některé třísloviny (Kalač, 2003).

Polyfenoly jsou přítomné prakticky ve všech rostlinných potravinách. Mezi potraviny bohaté na polyfenoly se řadí červené víno, jablko, pomeranč a luštěniny. Koncentrace těchto látek v potravinách je značně ovlivněna prostředím a genetickými faktory (Kris-Etherton et al., 2002). Tyto látky jsou významné pro své antibiotické účinky a chrání organismus proti UV záření. Fungují také jako přírodní pesticidy (Shahidy, Naczka, 2004).

##### **3.2.2.4.1 Flavonoidy**

Flavonoidy jsou nejčastější polyfenolické látky přítomné v rostlinách. Nejběžnější z nich jsou flavony, flavonoly a jejich glykosidy (Kris-Etherton et al., 2002).

Flavonoidy mohou působit mnoha způsoby. Mimo jejich antioxidační účinky, mohou také zasahovat do karcinogeneze, jako ochrana DNA před oxidačním poškozením. Flavonoidy dokážou také deaktivovat karcinogeny a podporují detoxikaci (Kris-Etherton et al., 2002).

Flavonoidy mají dva typy antioxidačních účinků. Jednak reagují s volnými radikály a také váží rizikové kovy do neúčinné antikarcinogenní formy. Flavonoidní látky

se považují za účinné v prevenci srdečních chorob a zpomalují přirozené pochody stárnutí mozku (Kalač, 2003).

Syntéza flavonoidů v rostlinách je podmíněna mnoha faktory, a to zejména intenzitou slunečního záření. Můžeme říct, že v zelenině pěstované ve skleníku, je obsah těchto látek mnohem menší, než v zelenině pěstované na slunci. Ke ztrátám dochází při různých postupech při konzervaci (Kalač, 2003).

Mezi významné flavonoidy patří rutin. Má významné antioxidační účinky a vliv na pružnost a propustnost krevních kapilár a zvyšuje využitelnost vitamínu C z potravy. Zdrojem rutinu je pohanka a šípky. Nejvyšší obsah flavonoidů je zastoupen v odrůdách červené cibule a to konkrétně v množství 25 000 až 65 000 mg/kg (Kalač, 2003).

### **3.2.3 Vlákna**

Vlákna je ve směru zdravého stravování jedinečnou složkou potravy (Mann, Truswell, 2007). Dříve se jako vlákna označovaly nestravitelné složky potravy, tedy látky odolné vůči štěpení trávicími šťávami člověka. Současná charakteristika zahrnuje mezi vlákninu všechny polysacharidy, které nejsou využitelné v trávicím traktu člověka. Toto tvrzení se týká nejen přirozených polysacharidů, ale také nevyužitelných sacharidů, které se přidávají do potravinářských výrobků. Do této skupiny patří například polysacharidy řas a mikroorganismů a také modifikované škroby a celulózy (Kalač, 2003).

Vlákninu můžeme dělit podle rozpustnosti ve vodě na rozpustnou a nerozpustnou vlákninu. Termín rozpustná a nerozpustná vlákna byl vyvinut v průběhu chemického zkoumání nestravitelného škrobu (Mann, Truswell, 2007). Rozpustnou vlákninu tvoří část hemicelulóz,  $\beta$ -glukany, pektiny, rostlinné slizy, polysacharidy mořských řas, modifikované škroby a modifikované celulózy. Tento druh vlákniny se vyznačuje tím, že váže na sebe značné množství vody a tvoří tak rosolovité roztoky. Nerozpustnou vlákninu tvoří celulóza, část hemicelulóz a lignin (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Vlákna působí protektivně v širokém spektru chorob GIT. Působí jako prevence před konstipací (zácpě), gastrických a duodeálních vředech, dále před hemoroidy, rakovinou střev a konečníku. Konzumace potravin s vysokým obsahem vlákniny je doporučován pro regulaci hladiny glukózy v krevním séru. Vlákna je také vhodná

pro snížení cholesterolu v séru, a je tak částečně prevencí CVD (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Potrava, která obsahuje z větší části nerozpustnou vlákninu, vyžaduje intenzivní kousání, což přispívá ke zvýšení pevnosti zubů. Zvyšuje se také tvorba slin, které neutralizují vznikající kyseliny, a tak přispívá k prevenci vzniku zubního kazu. Nerozpustná vláknina zpomaluje průchod potravy žaludkem. Tento děj má za důsledek snížení pocitu hladu, a tak i snížení příjmu potravy (Kalač, 2003).

Veškeré rostlinné nerozpustné škrobové polysacharidy, které jsou obsaženy v potravině, obsahují i rozpustné částice, které si připisují specifické fyziologické funkce prospěšné pro lidský organismus. Avšak některé vlastnosti těchto částic nejsou v současné době objasněny (Mann, Truswell, 2007).

Funkci tenkého střeva příznivě ovlivňuje hlavně nerozpustná vláknina. Zvětšuje se tím objem tráveniny a zkracuje dobu jejího průchodu tenkým střevem. Tím se také snižuje doba styku tráveniny s tenkým střevem a snižuje se tak možnost vstřebávání toxických látek skrze střevní stěnu. Zpomaluje se střebávání glukózy a dochází tak ke snížení její hladiny v krvi (Kalač, 2003).

Nerozpustná vláknina v tlustém střevě zvyšuje objem tráveniny tím, že zadržuje větší množství vody a podporuje růst bakterií tvořící tak biomasu. Zlepšuje se tím peristaltika střev, objem stolice se zvětšuje a tak je vyprazdňování častější. Podobně jako u tenkého střeva, se zde snižuje doba styku střevní stěny se škodlivými látkami. Týká se to především látek karcinogenních. Rozpustná vláknina podléhá fermentaci v tlustém střevě a tím vznikají kyseliny s příznivými účinky (Kalač, 2003).

Epidemiologické studie naznačují, že vláknina působí protektivně před vznikem CHD (koronárně srdečnímu onemocnění). Avšak vláknina z rafinovaných cereálních produktů takto nepůsobí (Kris-Etherton et al., 2002).

Doporučený denní příjem vlákniny pro dospělého člověka je okolo 30–40 g. Nerozpustná a rozpustná vláknina by měla být v poměru 3:1. V současné době skutečný denní příjem v naší populaci činí 10–15 g denně (Kris-Etherton et al., 2002).

Jako zdroje vlákniny, kromě ovoce a zeleniny, se doporučuje celozrnné pečivo a snídaňové obiloviny (müsli). Pokud se přidává vláknina do potravin jiného původu, musí splňovat určitá sensorická kritéria. Obohacený výrobek nesmí mít horší vlastnosti, než výrobek původní. Vlákninou se obohacuje zejména bílý chléb, nealkoholické a vitamínové nápoje, mléčné výrobky a nízkokalorické masné výrobky (Kalač, 2003).

### 3.2.4 Složky tuků

Tuk a jeho příbuzné složky se mezi zdravé stravování moc neřadí. I přesto se vyskytují jisté tukové složky, které jsou nezbytné pro zdraví lidského organismu. Jedná se hlavně o vysoce nenasycené mastné kyseliny v rybích olejích, a doprovodné složky rostlinných olejů (Kalač, 2003).

Člověk je schopen některé mastné kyseliny, nasycené i nenasycené, syntetizovat podobně jako jiní živočichové či rostliny. Nedokáže však syntetizovat polyenové mastné kyseliny, jako je kyselina linolová a  $\alpha$ -linolenová. Proto tyto kyseliny označujeme jako esenciální a je nutné je přijímat v dostatečném množství v potravě (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Na začátku 80. let dvacátého století bylo zjištěno, že grónští Eskymáci netrpí srdečně cévními chorobami. Příčinou byly výrazné rozdíly ve stravovacích zvyklostech Eskymáků, oproti tamní dánské populaci. Eskymáci přijímají potravu, která se skládá hlavně z ryb a zvířat, které se živí rybami. Tento fakt vedl k rozsáhlé studii, která byla zaměřena na složení tuku mořských ryb a jeho prevenci na snížení výskytu srdečně-cévního onemocnění. Příznivé účinky byly prokázány při denním příjmu několika desetin gramu n-3 kyselin, zatímco vysoký denní příjem 30 g a více byl bez dalšího přínosu. Další výzkumy tento závěr potvrdily. Proto se doporučuje konzumovat ryby a rybí výrobky alespoň 1x týdně, pro podporu prevence srdečně-cévního onemocnění (Kalač, 2003).

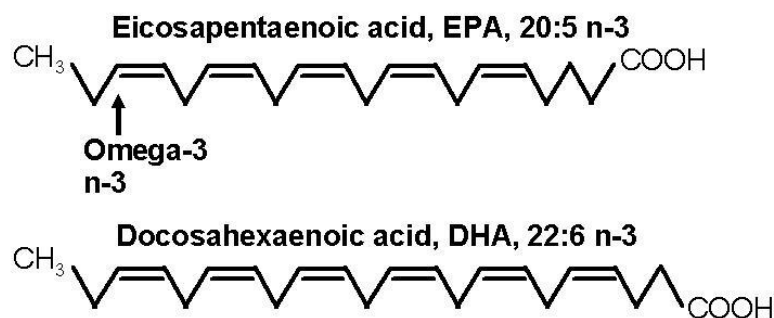
#### 3.2.4.1 *Vysoce nenasycené mastné kyseliny*

Jedná se o polynenasycené mastné kyseliny, lze je taky označovat jako PUFA (polyunsaturated fatty acids). Jedná se o mastné kyseliny, které se vyskytují pouze v olejích mořských ryb a velrybím tuku. Jejich uhlíkatý řetězec je složen z 20 či 22 uhlíků a mezi nimi se nachází čtyři až šest dvojných vazeb. Mezi vysoce nenasycené mastné kyseliny řadíme kyselinu eikosapentaenovou (EPA) a kyselinu dokosahexaenovou (DHA) (Kalač, 2003).

EPA a DHA produkují mořské řasy a živočichové z kyseliny  $\alpha$ -linolenové. Jedná se o primární mastnou kyselinu v rybím tuku. Syntéza těchto kyselin probíhá u ryb pomocí elongačních reakcí z kyseliny linolenové (Akoh, Min, 2002).

Velice důležitá je rovnováha mezi n-3 a n-6 mastnými kyselinami. Obě tyto kyseliny jsou součástí hormonů zvaných prostglandinů. Ideální poměr těchto kyselin je 4:1. Vysoký poměr n-6 ku n-3 mastných kyselin zvyšuje riziko rakoviny prostaty a prsu a zvyšuje riziko srdečního onemocnění (Bowden, 2011).

U rostlinných tuků je zásadní problém rovnováha mezi prozánětlivými n-6 a protizánětlivými n-3 mastnými kyselinami. Kyselina linolová (n-6 mastná kyselina) a jedna z několika n-3 (kyselina  $\alpha$ -linolenová), se považují za esenciální tuky. Další n-3 mastné kyseliny, které se považují za významné, jsou DHA (kyselina dokosaheptaenová) a EPA (eikosapentaenová). Tyto dvě mastné kyseliny si částečně tělo dokáže vyrobit právě z kyseliny  $\alpha$ -linolenové. Je však lepší přijímat kyselinu DHA a EPA v potravinách, jako jsou třeba ryby (Bowden, 2011).



Obrázek 3: Strukturální vzorec vysoce nenasycených mastných kyselin EPA a DHA (Tolani, 2014)

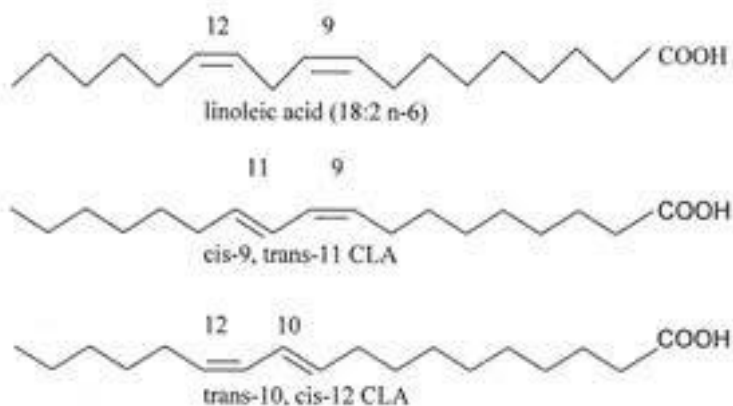
#### 3.2.4.2 Konjugované kyseliny linolové

Konjugované kyseliny linolové (CLA) jsou polohové a geometrické izomery kyseliny oktadekadienové. CLA má v řetězci 18 atomů uhlíku a dvě dvojně vazby vycházející z 9. a 12. atomu uhlíku číslovaného od karboxylového konce (Akoh, Min, 2002).

Tato skupina látek prošla různými pokusy na zvířatech, její výsledek byl velmi příznivý. Z pokusů byly zjištěny antikarcinogenní účinky a také byl zaznamenán úbytek tělního tuku vůči bílkovinám (Kalač, 2003).

Izomery konjugované kyseliny linoleové se vyskytují v mnoha potravinách, avšak největší koncentraci najdeme v produktech přežvýkavců (hovězí maso, jehněčí maso

a mléčné produkty). Vyskytují se zde z důvodu bakteriálních reakcí probíhajících v bacheru přežvýkavců, kde dochází k hydrogenaci PUFA (Akoh, Min, 2002).



Obrázek 4: Struktura konjugované kyseliny linolové (Bhatt, 2013)

### 3.2.4.3 Fytosteroly a fytostanoly

Rostlinné steroly, jinak nazývané fytosteroly, jsou součástí rostlinných olejů. V potravinách se vyskytují volné, tak i vázané na cukr nebo vyšší mastné kyseliny. Nejznámější fytosteroly jsou  $\beta$ -sitosterol, kampesterol a stigmasterol. Fytosteroly, pokud jsou přijímány ve větším množství, omezují vstřebávání cholesterolu z tenkého střeva a tím dojde k poklesu jeho hladiny v krevním séru. Samy se v cévách neukládají a působí tak antiskleroticky (Kris-Etherton et al., 2002).

Člověk přijímá fytosteroly hlavně z rostlinných olejů a to nejčastěji z řepkového, který obsahuje nejvíce těchto látek. Nejvíce sterolů obsahují panenské oleje, které neprošly rafinací. Vysoký obsah rostlinných sterolů se nachází také v sezamovém oleji, oleji z kukuřičných klíčků, oleji z pšeničných klíčků a rýžových otrub (Kalač, 2003).

Méně zastoupenou skupinou jsou fytostanoly, do kterých řadíme látky, jako je  $\beta$ -sitostanol. U sitostanolu byly prokázány lepší účinky při snižování absorpce cholesterolu a hladiny cholesterolu v séru, než u sitosterolu (Kris-Etherton et al., 2002).

Obě tyto látky, fytosteroly i fytostanoly, jsou pro člověka esenciální, nedokáže si je sám syntetizovat, tudíž je musí přijímat potravou. Průměrný denní příjem těchto látek je okolo 200–400 mg, u veganů je tento příjem čtyřnásobný (Kris-Etherton et al., 2002).

#### **3.2.4.4 Fosfolipidy**

Fosfolipidy zahrnují jen malý poměr celkového výživového tuku. Významnou složkou fosfolipidů jsou glycerfosfatidy. Svou strukturou se podobají tukům. Na glycerol jsou esterově vázané dvě mastné kyseliny a na místo třetí je navázán zbytek kyseliny fosforečné. Na kyselinu jsou ještě vázány esterovou vazbou čtyři základní skupiny cholin, serin, inositol nebo etanolamin (Mann, Truswell, 2007).

Tyto čtyři fosfolipidy spolu se sfingomyelinem tvoří více než 95 % veškerých fosfolipidů v těle a v potravinách. Nejznámější fosfolipid je fosfatidylcholin, čili lecitin (Mann, Truswell, 2007).

Lecitin je látka, která je pro své emulgační a antioxidační účinky velice významná v potravinářství. Fosfolipidy jsou v potravinách zastoupeny ve značné míře, asi okolo 1 % v sušině. Nejvíce je najdeme v mozku, játrech a srdci. Z živočišných zdrojů je nejvíce fosfolipidů ve žloutku. V rostlinných surovinách jsou fosfolipidy nejvíce zastoupeny v sóji a to ve formě kefalinů a lecitinů (Kalač, 2003).

Tyto látky jsou nezbytnou součástí buněčných membrán a lipoproteinů. Mají velký význam pro lidský mozek a další nervové tkáně. U fosfolipidů sóji bylo zjištěno, že dokáží snižovat zvýšenou hladinu cholesterolu v krvi. Dále sójové lecitiny podporují detoxikaci jater. Fosfolipidy jako celek, zejména lecitiny, mají povzbuzující a posilující účinek pro lidský organismus (Kalač, 2003).

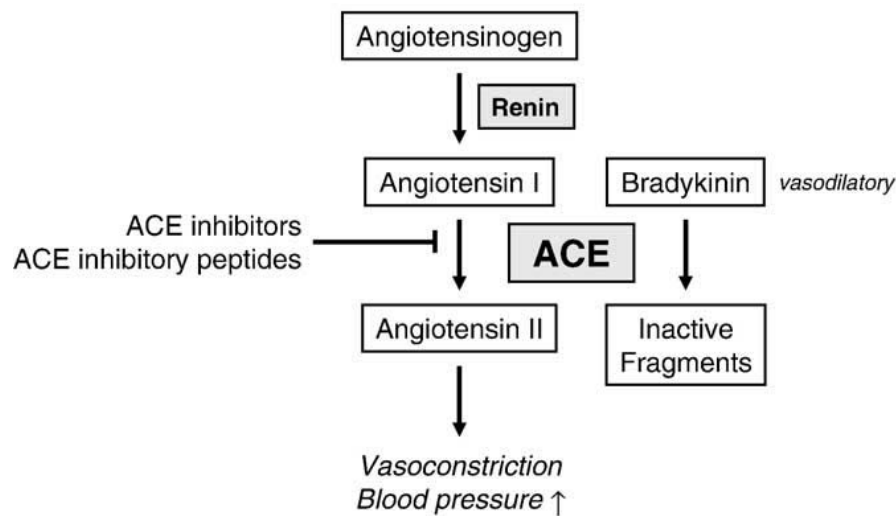
Pro použití fosfolipidů do funkčních potravin se musí řešit dva základní problémy. První je, že preventivní účinky fosfolipidů se projevují až při vysokých dávkách těchto látek. To může nepříznivě ovlivnit konzistenci potravin. Další, mnohem závažnější, je uvolňování mastných kyselin z esterových vazeb v potravinách s vysokým obsahem vody. To vede ke vzniku nahořklé a kovové chuti (Kalač, 2003).

### 3.2.5 Aminokyseliny, peptidy a bílkoviny

Biologicky aktivní peptidy jsou látky, které mimo svou výživovou hodnotu mají pro lidský organismus fyziologický a hormonální efekt. Vyskytují se v mléce, vejcích, mase, v mase ryb a také v rostlinách (Erdmann, Cheung, Schröder, 2008).

V závislosti na pořadí aminokyselin vykazují tyto peptidy rozdílné funkce, a to např. antioxidační, antitrombotické, antimikrobiální, antihypertenzní a podobně. Znamé bioaktivní peptidy jsou v tomto směru multifunkční. Vzhledem k jejich zdravotním a ochranným účinkům mohou být použity jako funkční potraviny (Erdmann, Cheung, Schröder, 2008).

V poslední době byly nalezeny v potravinových proteinech zdroje ACE inhibičních peptidů, které patří v současné době mezi nejznámější bioaktivní peptidy. Výhodou je, že tyto přirozeně se vyskytující ACE inhibitory nemají vedlejší účinky, oproti těm syntetickým (Erdmann, Cheung, Schröder, 2008).



Obrázek 5: Angiotensiní systém u reninu (Erdmann, Cheung, Schröder, 2008)



Tab. 2 Biologicky aktivní peptidy vznikající z mléčných bílkovin podle Kalače (2004)

<b>Bíkoviny, (prekursory)</b>	<b>Biologicky účinné peptidy</b>	<b>Biologické působení</b>
Alfa-kasein a beta-kasein	Kasomorfiny	Mají účinky opiátů
	Kasokininy	Snižují vysoký krevní tlak
	Imunopeptidy	Zesilují imunitu
	Fosfopeptidy	Transportují minerální látky
Kappa-kasein	Kasoxiny	Snižují účinky opiátů
Kappa-kasein a transferrin	Kasoplateliny	Mají antitrombotické účinky
Laktoferrin	Laktoferrich	Mají antimikrobiální účinky
	Laktoferroxiny	Snižují účinky opiátů

Hlavním zdrojem těchto funkčních peptidů jsou mléčné produkty, ryby, vajíčka a maso. Vyskytují se však také v rostlinách, jako je sója a pšenice (Erdmann, Cheung, Schröder, 2008).

### **3.2.6 Další rostlinné látky**

#### **3.2.6.1 Kyselina listová**

Kyselina listová, známá taky jako folacin, je látka nezbytná pro správný růst a dělení buněk. Tato látka zpomaluje procesy stárnutí (Rathor et al., 2015). Folacin spolu s vitamínem B<sub>12</sub> se podílí na krvetvorbě. Také dokáže přeměňovat homocystein, který vzniká při rozkladu bílkovin, na methionin. Pokud je tedy nedostatek kyseliny listové, homocystein přetrvává v krvi a stává se tak rizikovým faktorem pro vznik aterosklerózy. Nedostatek folacinu se projevuje především nervovými poruchami (Kalač, 2003).

Z vědeckých studií vyplývá, že dlouhodobý nedostatečný příjem kyseliny listové zvyšuje riziko výskytu rakoviny děložního čípku a rakoviny střev. Nejzávažnější riziko nedostatku této látky je v období vývoje plodu. V tomto případě může dojít až k vrozeným vývojovým vadám. Doporučený denní příjem pro těhotné ženy je okolo 400–600 µg (Kalač, 2003). Největším zdrojem kyseliny listové je zelená listová zelenina, fazole a ovoce (Rathor et al., 2015).

#### **3.2.6.2 Fytoestrogeny**

Fytoestrogeny, nebo také estrogení látky v rostlinách, jsou rozděleny do tří skupin: isoflavony, lignany a kumestany. Strukturně to jsou difenolické sloučeniny, které jsou podobné estrogenu, a proto se vážou na jeho receptory. Tyto látky se nacházejí převážně v sójových bobech, lněném oleji, v ovoci a zelenině (Kris-Etherton et al., 2002).

Isoflavony jsou nejintenzivněji studované fytoestrogeny, vzhledem k problematice CVD. Bylo prokázáno, že sója, jakož to potravina s vysokým obsahem isoflavonů, má příznivý vliv na regulaci plazmatických lipidů a lipoproteinů. Stejně jako ostatní bioaktivní látky v rostlinách, mají i fytoestrogeny své antioxidační účinky (Kris-Etherton et al., 2002).

### **3.2.6.3 Resveratrol**

Jedná se o polyfenol, který je produkován hlavně v období stresu a při napadení patogenem. Primárně ho najdeme v pokožce hroznů. Velkou zásobu této látky najdeme v červeném víně, a proto kardioprotektivní účinky jsou spojené právě s konzumací červeného vína (Kris-Etherton et al., 2002).

Bylo prokázáno, že resveratrol inhibuje expresi genu tkáňového faktoru (tkáňový faktor iniciuje koagulační kaskádu vedoucí k tvorbě trombu). To znamená, že resveratrol může snižovat riziko výskytu CVD. Funguje také jako chemopreventivní činidlo. Bylo prokázáno, že inhibuje ribonukleotidreduktázu a některé další jiné buněčné události spojené s karcinogenezí (Kris-Etherton et al., 2002).

### **3.2.6.4 Glukosinoláty**

Glukosinoláty najdeme v rostlinách čeledi brukvovité, kam řadíme brokolici, květák, zelí, kapustu a další zeleninu. Jejich rozkladné produkty jsou spojeny s typickou palčivou chutí brokolice, křenu a hořčice. Veškeré glukosinoláty obsahují ve své molekule síru, která pravděpodobně působí jako obrana proti škůdcům (Mann, Truswell, 2007).

Glukosinoláty jsou štěpeny enzymem myrosinázou. Když dojde ke spojení glukosinolátů s enzymem myrosinázou, vznikají bioaktivní látky jako isothiokyanáty, thiokyanáty a indoly. Dochází k tomu při mechanickém narušení, třeba krájení (Mann, Truswell, 2007).

Četné epidemiologické studie prokázaly, že častá konzumace brukvovité zeleniny snižuje riziko vzniku rakoviny tlustého střeva a konečníku. Nositeli těchto antikarcinogenních účinků jsou isothiokyanáty a indoly (Gibson, Williams, 2000).

Tepelná úprava tohoto typu zeleniny snižuje množství glukosinolátů až o 50 %. Doporučená denní dávka glukosinolátů je 10–50 mg (Mann, Truswell, 2007). Nejvyšší koncentrace těchto látek, podle Kalače (2003), se nachází konkrétně v růžičkové kapustě v průměrném množství 2000 mg/kg jedlého podílu.

### **3.2.7 Minerální složky**

#### **3.2.7.1 Zinek**

Zinek je jedním ze základních stopových prvků potřebných pro lidské tělo. Odhaduje se, že jedna třetina světové populace žije v zemích s nedostatkem zinku. Zranitelná část populace jsou malé děti, těhotné a kojící ženy, neboť jejich potřeba zinku je vyšší, jelikož se vyskytují v kritické fázi růstu (Das et al., 2013).

Zinek působí jako antioxidant na buněčné úrovni. Je součástí enzymu superoxiddismutázy a alkoholdehydrogenázy (Das et al., 2013).

Nedostatek tohoto stopového prvku se vyznačuje zpomalením růstu, vývojovými vadami a špatnou funkcí mužských pohlavních orgánů. Snížené množství při těhotenství má negativní vliv na vývoj plodu (Kvasničková, 1998).

Biologicky využitelný zinek obsahují především potraviny živočišného původu, jako je maso a vnitřní orgány. Zinek se také vyskytuje v celozrnných a mléčných výrobcích (Kvasničková, 1998).

#### **3.2.7.2 Selen**

Selen je esenciální stopový prvek důležitý pro lidské zdraví. Přesná biologická aktivita na lidský organismus je stále předmětem výzkumu. Selen je významný pro svou antioxidační aktivitu. Je součástí enzymu glutathionperoxidázy, jenž v buňkách neutralizuje peroxid vodíku a peroxidy mastných kyselin (Giacosa et al., 2014).

Nedostatečné množství selenu v lidském těle je spojeno s výskytem některých onemocnění, jako je CVD a rakovina. Selen také zvyšuje účinnost imunitního systému (Giacosa et al., 2014).

Obsah selenu je hodně závislý na oblasti původu potraviny a koncentraci selenu v životním prostředí. Největší množství selenu se však vyskytuje v mase, rybách, vejcích a cereálních výrobcích (Kvasničková, 1998).

### 3.3 Některé významné funkční potraviny

#### 3.3.1 Cibule kuchyňská

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*) patří do rodu *allium*, kde patří i potraviny, jako pórek a česnek (Bowden, 2011). Jedná se o zeleninu bohatou na flavonoidy. Mezi významné flavonoidní látky v cibuli patří quercetin, isorhamnetin a myricetin. Z těchto látek je nejdůležitější quercetin (Shahidy, Naczka, 2004). Je to látka, která působí protizánětlivě a má protialergický účinek (Bowden, 2011).

Cibule obsahuje taky celou škálu sulfidických bioaktivních látek, jako je třeba diallyl sulfát, který v těle zvyšuje tvorbu glutathion-S-transferázy, což je enzym, který bojuje s rakovinnými buňkami (Bowden, 2011).

Cibule se řadí mezi hlavní zdroje inulinu, který řadíme do skupiny prebiotických látek (Kvasničková, 2000).

Je prokázáno, že cibule má protirakovinné účinky. V mnoha publikacích je demonstrováno, že konzumace zeleniny z rodu *allium* působí proti rakovině žaludku, proti vzniku rakoviny prostaty a jícnu. Cibule je považována za zeleninu, která napomáhá tvorbě silných kostí tím, že inhibuje aktivitu osteoklastů, což jsou buňky, které způsobují úbytek kostní tkáně (Bowden, 2011).

#### 3.3.2 Česnek kuchyňský

Česnek kuchyňský (*Allium sativum*) je jednou z nejstarších léčivých potravin. Je prokázáno, že esenciální oleje obsažené v česneku snižují hladinu cholesterolu a triacylglycerolů v séru (Ransley et al., 2001). Také snižují riziko vzniku rakoviny žaludku a tlustého střeva. Mnoho studií prokázalo, že česnek vykazuje antimikrobiální aktivitu. Česnek má pozitivní vliv na krevní tlak. Nové výzkumy také prokázaly, že česnek je vhodnou potravinou při hubnutí (Bowden, 2011).

Česnek obsahuje aminokyselinu alliin a enzym allinázu. Když dojde k mechanickému poškození stroužku česneku, třeba rozdrčením, dojde k reakci těchto dvou látek a vzniká látka zvaná allicin. Allicin je nejvýznamnější bioaktivní látka v česneku. Tato látka je zodpovědná za léčivé účinky česneku (Bowden, 2011). Česnek, podobně jako cibule kuchyňská, obsahuje významné množství inulinu (Kvasničková, 2000).

### 3.3.3 Olivový olej

Produkce extra panenského olivového oleje zahrnuje mechanické lisování mezokarpu plodu olivovníku (*Olea europaea*), čištění, filtrace a další technologické postupy. V tomto případě však nedochází k rafinaci, a proto si tento olej uchovává i netukové látky, jako například fenolické sloučeniny (Shahidy, Naczka, 2004).

Vysoký obsah fenolických látek dává olivovému oleji charakteristické senzorycké vlastnosti a autooxidativní stabilitu (Shahidy, Naczka, 2004).

Extra panenský olivový olej má velmi vysoký obsah fenolů, což jsou bioaktivní látky, které řadíme mezi silné antioxidanty. Olivový olej je z převážné části tvořen MUFA, z nichž je nejvýznamnější kyselina olejová. Bylo zjištěno, že olivový olej snižuje riziko vzniku rakoviny tlustého střeva (Bowden, 2011).

Bylo prokázáno, že olivový olej snižuje hladinu LDL v krvi. Také tokoferol obsažený v olivách může působit antioxidantně. Antioxidační účinky zde způsobují taky fenolické látky (Bowden, 2011).

Průměrná koncentrace těchto látek je 500 mg/l. Nejzajímavější fenolickou látkou se zdá být hydroxytyrosol. Tato bioaktivní látka se v oleji vyskytuje vázaná, nebo jako volná sloučenina. Fenolické látky v olivovém oleji mají daleko větší antioxidační aktivitu, než ostatní rostlinné oleje (Bowden, 2011).

### 3.3.4 Mléko a mléčné výrobky

Mléko (mateřské) je první potravina, se kterou člověk ve svém životě přichází do styku, proto taky mléko je pro zdravé osoby nejpřirozenější funkční potravinou. Toto platí hlavně pro zakysané mléčné výrobky. Vzhledem k jeho dostupnosti je mléko a mléčné výrobky jeden z nejlepších příkladů funkčních potravin (Mann, Truswell, 2007).

Následující text bude směřován na problematiku mléka kravského, a to z důvodu rozšířené konzumace tohoto typu mléka.

Mléko (kravské) je zdrojem vysoce kvalitních proteinů. Obsahuje dostatečné množství esenciálních mastných kyselin. Mléčné proteiny jsou schopné doplnit nedostatečné množství aminokyseliny lysinu (Samková et al., 2012). Získané mléčné bioaktivní proteiny a peptidy, například laktoglobulin a alfa-laktalbumin, jsou cenné látky podporující imunitní systém (Shortt, O'Brien, 2003).

V kravském mléce se sacharidy vyskytují v podobě disacharidu laktózy. Tento disacharid je běžně tráven v tenkém střevě pomocí enzymu laktázy. Avšak někteří lidé nedokáží tento disacharid strávit, z důvodu snížené produkce laktázy, a dochází u nich k nevolnostem a průjmům. V tomto případě lze přísun mléka nahradit fermentovanými mléčnými výrobky (Samková et al., 2012).

Mléčný tuk obsahuje složky, které jsou blahodárné pro lidský organismus. Jsou to hlavně vitaminy rozpustné v tucích a konjugované kyseliny linolové. Kravské mléko je také významným zdrojem vápníku. Obsahuje také další významné prvky, jako je fosfor, hořčík, zinek, selen a další (Samková et al., 2012).

Studie prokázaly, že zvýšená spotřeba mléka a mléčných výrobků bohatých na vápník, zvětšuje kostní tkáň během růstu a pomáhá redukovat s věkem související úbytek kostní hmoty. Mléko je také významné pro svou ochranu před zubním kazem (Mann, Truswell, 2007).

Optimální střevní mikrobiota je taková, kde převažují prospěšné mikroorganismy, jako jsou laktobacily a bifidobakterie, nad mikroorganismy patogenními. Tuto rovnováhu mohou ovlivnit různé faktory, jako je dieta, léčba antibiotiky, infekční onemocnění, aj. V současné době jsou probiotické jogurty a nápoje nejrozvinutějším sektorem funkčních potravin. Významná je souvislost těchto výrobků se zdravím GIT. Různá onemocnění GIT, jako je postantibiotický průjem, průjmy u kojenců a rotavirové enteritidy, jsou léčeny právě probiotiky. Probiotika také eliminují příznaky laktózové intolerance (Shortt, O'Brien, 2003).

Bylo prokázáno, že strava obsahující nízkotučné mléčné potraviny, fermentované mléčné výrobky se speciálními peptidy, ovoce a zeleninu, může výrazně snížit krevní tlak (Shortt, O'Brien, 2003).

## 4 ZÁVĚR

Funkční potraviny jsou v rámci evropského trhu zatím na začátku svého působení, oproti Japonsku, kde tento druh potravin byl vyvinut a lidé tyto potraviny konzumují již delší dobu. Jedná se o potraviny běžného vzhledu, chuti a je nutné, aby tyto potraviny byly vyrobeny jen z přirozeně se vyskytujících látek.

Funkční potraviny by se měly konzumovat pravidelně po delší dobu. V tomto směru by měly působit preventivně, nikoli jako akutní léčba daného onemocnění. Je nutné připomenout, že se nejedná o medikamenty. Konzumací funkčních potravin lze ovlivnit vývoj a průběh civilizačních chorob. Jedná se především o osteoporózu, kardiovaskulární onemocnění a rakovinu, která je v současné době jedna z nejčastějších příčin úmrtí.

V této práci jsem se zaměřila na běžně dostupné a v kulinářství často používané funkční potraviny. Konkrétně česnek a cibuli je vhodné konzumovat pro jejich antioxidační a antimikrobiální účinky. Olivový olej je taky dobré zařadit do svého jídelníčku. Nejen, že snižuje LDL v séru, ale má taky významné množství fenolických látek, které působí antioxidačně. Mléko je vhodné konzumovat hlavně v období růstu, pro zdravý vývoj kostní tkáně. Pro osoby s laktózovou intolerancí, a nejen pro ně, je nejlepší zařadit do svého stravování fermentované mléčné výrobky, které jsou zdrojem probiotických kultur a mají široké spektrum benefitů pro lidské zdraví.

Biologicky aktivní látky jsou na sobě fyziologicky závislé, to můžeme pozorovat například u vitamínu A, a jeho závislosti na lipidech, díky kterým se tento vitamin dokáže dostatečně uplatnit v lidském těle. Proto bychom v rámci zdravého životního stylu měli dbát především na pestrost svého jídelníčku. Není příliš vhodné se ubírat jen jedním směrem, jelikož lidské tělo potřebuje celou škálu biologicky aktivních látek.



## 5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AKOH, C. C., D. B. MIN, (2002): *Food lipids: chemistry, nutrition, and biochemistry*. New York: Marcel Dekker, Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.). ISBN 0824707494.

BENEŠOVÁ, L., et al., (2000): *Potravinářství 6*. 1. vyd. Praha: ÚZPI-Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-7271-003-6.

BENEŠOVA, L., et al., (1999): *Potravinářství 5*. 1. vyd. Praha: ÚZPI-Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-86153-93-2.

BHATT, N., (2013): Conjugated Linoleic Acid as an Immunity Enhancer: A Review. *Glogal science heritage* [online]. [cit. 2016-04-06]. Dostupné z: <http://globalscienceheritage.org/resources/volume-1-issue-2/conjugated-linoleic-acid-as-an-immunity-enhancer-a-review>

BOWDEN, J., (2011): *150 nejzdravějších potravin na světě: pravdivě a objektivně o tom, co je třeba jíst a proč*. 1. vyd. Praha: Fortuna Libri, s. 352. ISBN 978-80-7321-534-7.

DAROSZEWSKA, A., (2015): Prevention and treatment of osteoporosis in women: an update. *Obstetrics, Gynaecology & Reproductive Medicine* [online]. roč. 25, č. 7, s. 181-187. [cit.2016-03-11]. DOI: 10.1016/j.ogrm.2015.04.001. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1751721415000767>

DAS, J. K., R. KUMAR, R. A. SALAM, Z. A. BHUTTA. (2013): Systematic Review of Zinc Fortification Trials. *Annals of Nutrition and Metabolism*. [online]. roč. 62, č.1, s. 44-56. [cit. 2016-04-02]. DOI: 10.1159/000348262. ISSN 1421-9697. Dostupné z: <http://www.karger.com?doi=10.1159/000348262>

DRAKOULARAKOU, A., R. RASTALL, G. GIBSON, (2011): Functional foods for the gut: probiotics, prebiotics and synbiotics. *Functional Foods* [online]. s. 449. [cit. 2016-03-27]. DOI: 10.1533/9780857092557.3.449.

Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781845696900500199>

DUSEK, L., J. MUZÍK, E. GELNAROVÁ, J. FÍNEK, R. VYZULA, J. ABRAHÁMOVÁ, (2010): *Cancer incidence and mortality in the Czech Republic*. [online]. roč. 23, č. 5, s. 311-324. [cit.2016-03-21].

Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21058527>

EITENMILLER, R. R., J. LEE, (2004): *Vitamin E: food chemistry, composition, and analysis*. New York: Marcel Dekker, Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.). ISBN 0824706889.

ERDMANN, K., B. W. Y. CHEUNG, H. SCHRÖDER, (2008): The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. [online]. roč. 19, č. 10, s. 643-654. [cit. 2016-03-21]. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2007.11.010.

Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0955286307002756>

GIACOSA, A., FALIVA M. A., PERNA S., MINOIA S., RONCHI A., RONDANELLI M., (2014): Selenium Fortification of an Italian Rice Cultivar via Foliar Fertilization with Sodium Selenate and Its Effects on Human Serum Selenium Levels and on Erythrocyte Glutathione Peroxidase Activity. *Nutrients*. [online]. roč. 6, č. 3, s 1251-1261.[cit. 2016-04-03].

Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/6/3/1251>

GIBSON, G. R., C. M. WILLIAMS, (2000): *Functional foods: concept to product*. Cambridge, England: Woodhead Pub. ISBN 0849308518.

HELMENSTINE, T., (2016): *Chemistry about*. [online]. [cit. 2016-04-09].

Dostupné z: <http://chemistry.about.com/od/factsstructures/ig/Chemical-Structures---T/Alpha-Tocopherol.htm>

JOPP, A., (2014): *Vitaminy a stopové prvky pro zdraví: optimalizace látkové výměny: význam pro imunitní a nervový systém: osobní program minerálních látek*. Praha: Eminent. ISBN 978-80-7281-489-3.

KALAČ, P., (2003): *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona. ISBN 80-732-2029-6.

KRIS-ETHERTON, P. M., K. D. HECKER, A. BONANOME, S. M. COVAL, A. E. BINKOSKI, K. F. HILPERT, A. E. GRIEL, T. D. ETHERTON, (2002): Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*. [online]. roč. 113, č. 9, s.71-88. [cit. 2016-03-11]. DOI: 10.1016/S0002-9343(01)00995-0.

Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002934301009950>

KVASNIČKOVÁ, A., (2000): *Sacharidy pro funkční potraviny: probiotika - prebiotika - symbiotika*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-7271-001-X.

KVASNIČKOVÁ, A., (1998): *Minerální látky a stopové prvky: Esenciální minerální prvky ve výživě*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-85120-94-1.

KWAK, N., D. J. JUKES, (2001): Functional foods. Part 2: the impact on current regulatory terminology. *Food Control*. [online]. roč. 12, č. 2, s. 109-117. [cit. 2016-03-21]. DOI: 10.1016/S0956-7135(00)00029-3.

Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713500000293>

MACH, I., (2004): *Doplňky stravy*. 1. vyd. Praha: Svoboda Servis. ISBN 80-86320-34-0.

MANN, J., A. TRUSWELL, (2007): *Essentials of human nutrition*. 3. vyd. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-929097-0.

MARTIROSYAN, D. M., J. SINGH., (2015): *Functional Foods in Health and Disease: A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique?* [online]. roč. 5, č. 6, s. 209-223. [cit. 2016-03-22].

Dostupné z: <http://functionalfoodscenter.net/files/105582267.pdf>

OHIGASHI, H., et al (1997): *Food factors for cancer prevention*. Tokyo: Springer Japan. ISBN 9784431670179.

PÁNEK, J., (2002): *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: Svoboda Servis. ISBN 80-86320-23-5.

RANSLEY J. K., et al, (2001): *Food and nutritional supplements: their role in health and disease*. Berlin: Springer. ISBN 3-540-41737-0.

RATHOR, L., B. A. AKHOON, S. PANDEY, S. SRIVASTAVA a R. PANDEY, (2015): Folic acid supplementation at lower doses increases oxidative stress resistance and longevity in *Caenorhabditis elegans*. *AGE*. [online]. roč. 37, č. 6. [cit. 2016-04-08]. DOI: 10.1007/s11357-015-9850-5.

Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11357-015-9850-5>

SAMKOVÁ, E., et al., (2012): *Mléko: produkce a kvalita: Milk: production and quality : vědecká monografie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-383-7.

SHAHIDI, F., M. NACZK, (2004): *Phenolics in food and nutraceuticals*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 1587161389.

SHORTT, C., J. O'BRIEN., (2003): *Handbook Of Functional Dairy Products*. [online]. Boca Raton: CRC Press, [cit. 2016-04-02]. Functional foods. ISBN 15-871-6077-3. Dostupné z:

<http://www.crcnetbase.com/doi/book/10.1201/9780203009734>

STRUNECKÁ, A., J. PATOČKA, (2011): *Doba jedová*. 1. vyd. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-602-9.

TOLANI, M. (2014): New Study Suggests Even Wider-Ranging Benefits of Omega-3 Fatty Acids. *Peachvitamins* [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <https://peachvitamins.com/blog/study-suggests-widerranging-benefits-omega3-fatty-acids>

VADI, M., A. DEHMOLAEI., (2014): Comparative Study of Adsorption Isotherms of Vitamin C on Multi Wall and Single Wall Carbon Nanotube. *Oriental Journal of chemistry*. roč. 30, č. 1, s. 233-236. [cit. 2016-03-21]. Dostupné z: <http://www.orientjchem.org/pdf/vol30no1/OJCV030I01P233-236.pdf>

VELÍŠEK, J., J. HAJŠLOVÁ., (2009): *Chemie potravin*. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-17-6.

VIEIRA DA SILVA, B., J. C. M. BARREIRA, M. B. P. P. OLIVEIRA, (2016): Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. *Trends in Food Science*. [online]. roč. 50, s. 144-158. [cit. 2016-03-19]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224415301448>

ZIEMER, C. J., G. R. GIBSON, (1998): An Overview of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in the Functional Food Concept: Perspectives and Future Strategies. *International Dairy Journal*. [online]. roč. 8, č. 5-6, s. 473-479. [cit. 2016-03-30]. DOI: 10.1016/S0958-6946(98)00071-5. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694698000715>

## 6 SEZNAM ZKRATEK

ACE = angiotensin-converting enzyme inhibitor, (inhibitory enzymu angiotenzin-konvertázy)

BMI = body mass index, (index tělesné hmotnosti)

CLA = conjugated linoleic acid, (konjugované kyseliny linolové)

CVD = cardio vascular diseases, (kardiovaskulární onemocnění)

ČR = Česká republika

DHA = dokosahexaenová kyselina

DNA = deoxyribonukleová kyselina

EPA = eikosapentaenová kyselina

EU = Evropská unie

FOS = fruktooligosacharidy

FOSHU = food for specific health use, (potraviny pro vymezené zdravotní účely)

GIT = gastrointestinální trakt

HDL = high density cholesterol, (vysokodensitní lipoprotein)

CHD = coronary heart disease, (onemocnění srdce a cév)

LDL = low density cholesterol, (nízkodensitní cholesterol)

MUFA = monounsaturated fatty acid, (mononenasyčené mastné kyseliny)

PUFA = polyunsaturated fatty acid, (polynenasycené mastné kyseliny)

UV = ultraviolet light, (ultrafialové záření)

VLDL = very-low density lipoproteins, (velice nízko-densitní lipoprotein)

WHO = world health organization, (světová zdravotnická organizace)

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Struktura <math>\alpha</math>-tokoferolu.....</i>	22
<i>Obrázek 2: Struktura vitamínu C.....</i>	23
<i>Obrázek 3: Strukturní vzorec vysoce nenasycených mastných kyselin EPA a DHA .....</i>	28
<i>Obrázek 4: Struktura konjugované kyseliny linolové .....</i>	29
<i>Obrázek 5: Angiotensní systém u reninu .....</i>	31