

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Brno 2016**

**Iva Janková**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**



Agronomická  
fakulta

Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Flavonoidy jako nutraceutika**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

prof. MVDr. Ing. Tomáš Komprda, CSc.

*Vypracovala:*

Iva Janková

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Flavonoidy jako nutraceutika vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury. Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

dne.....

podpis.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkoval především prof. MVDr. Ing. Tomáši Komprdovi, CSc. za cenné rady, připomínky a odborné vedení práce.

Dále děkuji své rodině za podporu, kterou mi poskytla během celého studia.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se věnuje zejména flavonoidům z hlediska účinných složek potravin. V první kapitole jsou uvedeny informace, které se týkají funkčních potravin, jako je historie, charakteristika, jejich příklady apod. Dále se práce věnuje účinným složkám funkčních potravin, tedy nutraceutikům. Zde je uvedeno nejen objasnění tohoto termínu, ale také dalších, jako jsou probiotika, prebiotika a vláknina. Poté následuje hlavní téma této práce, kterým jsou flavonoidy – chemická struktura, podtřídy a významní zástupci, účinky na zdraví a možné budoucí uplatnění.

**Klíčová slova:** funkční potraviny, nutraceutika, flavonoidy, výživa

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis focuses on flavonoids in terms of active food ingredients. In the first chapter are information about functional foods, such as history, characteristics, some examples etc. Furthermore, this work deals with active food ingredients, a nutraceuticals. There isn't only clarification of this term, but also others such as probiotics, prebiotics and fiber. Last is the main theme of this work, flavonoids – the chemical structure, subclasses and significant representatives, health effects and possible future application.

**Keywords:** functional foods, nutraceuticals, flavonoids, nutrition

# Obsah

1	ÚVOD .....	8
2	FUNKČNÍ POTRAVINY .....	9
2.1	Charakteristika .....	9
2.2	Výroba.....	11
2.3	Příklady funkčních potravin.....	11
2.3.1	Přirozené funkční potraviny .....	11
2.3.2	Mléko a mléčné výrobky.....	13
2.3.3	Čaj.....	13
2.4	Vliv na zdraví.....	13
3	NUTRICEUTIKA – ÚČINNÉ SLOŽKY FUNKČNÍCH POTRAVIN.....	15
3.1.1	Potravinové zdroje .....	15
3.1.2	Mechanismus účinku nutriceutik .....	15
3.1.3	Vliv na zdraví.....	16
3.1.4	Chemické složení .....	16
3.2	Probiotika .....	17
3.3	Prebiotika .....	17
3.4	Vláknina.....	19
3.5	Antioxidanty.....	19
3.5.1	Účinky antioxidantů.....	20
3.5.2	Výskyt v potravinách .....	21
4	FLAVONOIDY .....	23
4.1	Třídy flavonoidů a jejich chemická struktura.....	24
4.1.1	Flavonoly .....	25
4.1.2	Flavony.....	26
4.1.3	Flavanony.....	27
4.1.4	Anthokyany .....	28
4.1.5	Flavanoly.....	29
4.1.6	Isoflavony.....	30
4.2	Biologická dostupnost flavonoidů.....	31
4.3	Metabolismus flavonoidů.....	31
4.4	Možnosti uplatnění flavonoidů .....	32
4.4.1	Rakovina prostaty.....	32
4.4.2	Rakovina močového měchýře.....	33

4.4.3	Vysoký krevní tlak .....	33
5	ZÁVĚR .....	34
6	SEZNAM LITERATURY .....	35
7	INTERNETOVÉ ZDROJE .....	38

## 1 ÚVOD

Konzumace funkčních potravin nabízí možnost prevence různých onemocnění, včetně rakoviny. Samotná historie potom začíná v Japonsku, poté se tyto potraviny rozšířily i do dalších vyspělých zemí. Jejich příznivé účinky na zdraví člověka se stávají předmětem řady studií. Spotřebitelé se stále více zajímají o zdravý životní styl, což má za následek to, že roste trh s funkčními potravinami, které se příliš neliší od potravin běžných, ani vzhledem, ani chutí. Nelze je však považovat za zázračný lék, který zabrání a vyléčí každou nemoc, ale jako součást vyvážené stravy a samozřejmě aktivního životního stylu.

Účinnými složkami funkčních potravin jsou nutriční doplňky, která je obohacují a přispívají tak k podpoře fyziologických funkcí a duševního stavu organismu. Můžeme mezi ně zařadit například produkty obsahující zdravé prospěšné mikroorganismy, jako jsou probiotika, prebiotika a synbiotika, dále potom potravní vlákninu, antioxidanty a také antikarcinogenní látky.

Flavonoidy, které jsou hlavní částí této práce, jsou významnými přírodními látkami, které se řadí mezi fytochemikálie. I ony mají své významné účinky a velkou perspektivu při prevenci různých typů rakoviny. Jednotlivé podtřídy flavonoidů mají své zástupce, kteří mají potenciál se v budoucnu stát účinnými nástroji proti rakovině. Důležité je nejen jejich působení proti rakovině, ale také protizánětlivý, protivirový a zejména pak antioxidační účinek. Existují potraviny a nápoje, které obsahují velké množství těchto látek, a tak se stávají součástí řady výzkumů (např. zelený čaj).



## 2 FUNKČNÍ POTRAVINY

### 2.1 Charakteristika

Prozatím neexistuje žádná obecně přijímaná definice, jelikož každá organizace si vytvořila tu svoji a příklady některých z nich uvádím v tabulce 1 (MEDEIROS, 2015). Bez ohledu na konkrétní definice se funkční stává každá potravinu, která je pro člověka nejen zdrojem živin, ale také působí na lidské zdraví, fyziologické procesy v těle a duševní stav. Nejedná se o potravinu v práškové či tabletové formě, nýbrž potravinu vyrobenou ze složek přirozeně se vyskytujících. Konzumovat by se měla jako součást běžné stravy (KOMPRDA, 2008). Tvoří přechod mezi běžnými potravinami a léky s tím rozdílem, že funkční potraviny choroby neléčí, ale předchází jim (HANUŠTIAK A KOL., 2007). Dalším rozdílem je to, že účinek léků se projeví v rozmezí dnů-měsíců, ale v souvislosti s funkčními potravinami hovoříme o desítkách let (KLIMEŠOVÁ, 2013).

Mann a Truswell považují za funkční ty potraviny, ve kterých bylo upraveno množství jedné či více složek z důvodu zvýšení přínosu těchto potravin pro zdraví (MANN A TRUSWELL, 2007).

Jak již bylo zmíněno, funkční potraviny by měly chránit konzumenta před civilizačními chorobami, na jejichž vznik mají vliv jednak vnější faktory, jednak právě výživa. Mezi choroby, ovlivnitelné příjmem funkčních potravin, patří kardiovaskulární nemoci, některé typy rakoviny (např. rakovina tlustého střeva), osteoporóza a poruchy trávení (KALACĚ, 2003).

Samotné požadavky na funkční potraviny podle ILSI (International Life Science Institute) lze shrnout do těchto bodů:

- musí zůstat stále potravinami, ale být odlišeny od léčiv
- nutnost odlišení funkčních potravin od doplňků stravy, vitamínů a minerálních látek
- funkční účinky dané potraviny musí být potvrzeny vědeckými výzkumy
- neměly by být zahrnuty do tzv. zdravotních tvrzení týkajících se obsahu živin a energie (HOWLETT, 2008)

Tab. 1 Příklady definic funkčních potravin dle různých organizací (MEDEIROS, 2015)

<b>International Food Information Council (IFIC)</b>	Mezi funkční potraviny zahrnuje potraviny či jejich složky, které mají zdravotní účinky nad rámec běžné výživy.
<b>Institute of Food Technologists (IFT)</b>	Tato definice říká, že se jedná o potraviny nebo jejich složky, které poskytují esenciální živiny pro zachování správného růstu a vývoje. Dále mohou obsahovat biologicky aktivní složky, které podporují příznivé zdravotní a fyziologické účinky.
<b>Health Canada</b>	Funkční potraviny jsou součástí běžné stravy a mimo základního výživového účelu u nich byly prokázány fyziologické účinky, nebo role při snížení rizika chronických onemocnění.
<b>Foods for Specified Health Use (Japonsko)</b>	Potraviny, které obsahují funkční přísady ovlivňující strukturu a funkce v těle. Používají se pro udržení nebo regulaci specifických činností probíhajících v organismu (např. správná funkce trávicího traktu, ovlivnění krevního tlaku).
<b>Evropská komise</b>	Jedná se o potraviny s uspokojivě prokázanými pozitivními účinky na důležité funkce v těle. Poskytují adekvátní nutriční účinky způsobem, který zlepšuje zdravotní stav a zmenšuje riziko nemocí. Mezi funkční potraviny nelze zahrnout pilulky, tobolky a musí zůstat potravinami s prokázanými účinky, od kterých se očekává, že budou součástí běžné stravy.

## **2.2 Výroba**

Co se týče výroby funkčních potravin, tak se můžeme setkat s těmi, které obsahují danou složku (či složky) samy o sobě díky svojí přirozené povaze. Potravinu lze také obohatit například pomocí vitamínů, minerálních látek, vlákniny, peptidů či nenasycených mastných kyselin. Obohatit ji můžeme také o zdroj funkční složky (např. olejem, jenž je bohatý na vitamin E). K výrobě funkční potraviny může dojít i tak, že přidáme složku, která se v ní běžně nevyskytuje, nebo provedeme náhradu složky s negativními účinky (například alergizující) za složku s prokázanými pozitivními účinky, což může být například inulin (KOHOUT, 2010).

Ať už jsou funkční potraviny vyrobeny kterýmkoliv výše zmíněným způsobem, tak je samozřejmě důležité, aby neměly negativní vliv na lidské zdraví a byly u nich prokázány pozitivní účinky (HOWLETT, 2008). Přičemž v první fázi, při výzkumu těchto potravin, musí být potvrzen příznivý účinek dané složky potraviny na určitou funkci v lidském organismu (KOMPRDA, 2003).

Sarkar charakterizoval určité kategorie funkčních potravin. Do první kategorie zahrnul běžné potraviny, tedy ty bez přídavných látek a ochucovadel s minimálním zásahem při zpracování (rajčata, ořechy, česnek apod.); dále modifikované potraviny zahrnující ty fortifikované (např. pomerančový džus bohatší o vápník, chleba obohacený o kyselinu listovou), nebo se mohou přidávat například bioaktivní složky ke zvýšení kvality potraviny. Poslední kategorií jsou potraviny pro speciální využití, kam bychom mohli zařadit výživu vhodnou pro kojence a dále bezpečkové výrobky (SARKAR, 2012).

## **2.3 Příklady funkčních potravin**

### **2.3.1 Přirozené funkční potraviny**

Mezi tyto potraviny můžeme zařadit různé druhy ovoce, zeleniny a obilovin. Řadíme je zde, jelikož byl prokázán jejich pozitivní účinek při prevenci onemocnění (KUNOVÁ, 2011). Jako příklad uvedu následující potraviny:

Pšeničné otruby - funkční složkou je vláknina. Co se týče jejich vlivu na zdraví, tak působí preventivně proti rakovině tlustého střeva, rakovině prsu a také zácpě (KOMPRDA, 2008).

Pohanka - obsahuje rutin, který napomáhá udržovat pevnost a pružnost cévní stěny (KUNOVÁ, 2011).

Amarant – skládá se z velmi kvalitních bílkovin, nenasycených mastných kyselin a vitamínů skupiny B. Olej z amarantu obsahuje 7 % skvalenu, který se řadí mezi antioxidanty (KUNOVÁ, 2011).

Lněná semínka – obsahují  $\alpha$ -linolénovou kyselinu, slizy, lignany, tokoferoly a flavonoidy. Tyto složky potom pomáhají snižovat celkový plazmatický cholesterol, LDL cholesterol, riziko osteoporózy a rakoviny prsu, prostaty (KOMPRDA, 2008).

Brokolice - s vysokým obsahem vitamínu C, vápníku a vlákniny může preventivně působit proti rakovině a působí detoxikačně (KUNOVÁ, 2011).

Cibule a česnek – funkčními složkami jsou aliin a allicin, což jsou sírné aminokyseliny. Působí antikarcinogenně, antioxidantně, antimikrobiálně (allicin), snižují hladinu cholesterolu a hovoří se o nich také jako o přírodních antibiotikách (KOMPRDA, 2008).

Rajčata – obsahují flavonoid lykopen, který má antioxidantní vlastnosti a snižuje riziko vzniku rakoviny (KUNOVÁ, 2011).

Brusinky – tento druh ovoce je bohatý na kyselinu benzoovou, vitamín C a antioxidanty. Byly prokázány příznivé účinky na močový systém, funkci cév, hladinu cholesterolu. Dále se také hovoří o jejich účincích proti rakovině apod (MANCINI, 2014).

Citrusové ovoce – zdroj vitamínu C, naringinu (flavonoid) a terpenoidů. Působí antioxidantně, preventivně při vzniku civilizačních nemocí a snižují riziko vzniku rakoviny (KUNOVÁ, 2011).

### **2.3.2 Mléko a mléčné výrobky**

Můžeme je zařadit mezi nejstarší funkční potraviny. Řadíme sem většinou jogurty, kefir i acidofilní mléka obsahující živé probiotické organismy. Musí mít prokázaný pozitivní vliv na lidský organismus. Působí příznivě na střevní sliznici a mikroflóru, trávení a usnadňují vyprazdňování (KUNOVÁ, 2011).

Účinnými složkami mléka jsou z velké části peptidy a některé bílkoviny (především syrovátkové). Mléko dále obsahuje vápník, draslík, hořčík, kyselinu linolovou, sfingolipidy, laktoferin, kyselinu máselnou apod. Tyto látky mírně snižují riziko vzniku rakoviny tlustého střeva, nemocí srdce a mají také vztah k vysokému krevnímu tlaku (KALÁČ, 2003).

### **2.3.3 Čaj**

Funkčními složkami jsou kofein, flavonoidy, katechiny, theaflaviny, thearubigeny a theogallin (KOMPRDA, 2008). Čaj navíc obsahuje i fluoridy, které pozitivně působí na zubní sklovinu. Proti volným radikálům pomáhají polyfenolické látky (např. flavanoly a katechiny) nacházející se v zeleném a černém čaji. V těchto čajích najdeme také rutin a kvercetin (KUNOVÁ, 2011).

## **2.4 Vliv na zdraví**

Od funkčních potravin se očekává, že budou mít příznivé účinky. Díky projektu FUFOSÉ (Functional Food Science in Europe) a dalším koordinovaným studiím, byl zjištěn příznivý vliv na mnoho pochodů probíhajících v lidském těle (HOWLETT, 2008).

Příjem kvalitních potravin má biologický význam již během těhotenství, při kojení a dospívání dětí. Bylo prokázáno, že příjmem potřebných živin (železo, zinek, nenasycené mastné kyseliny apod.) v období raného vývoje se zabránilo například rozvoji onemocnění srdce. K získání více informací o funkčních potravinách, může tedy přispět také skutečnost, že živiny ovlivňují exprese genů. Příznivý vliv se týká dále správného vývoje nervové a pohybové soustavy, imunitního systému a psychomotoriky.

Výzkum přinesl i jiná zjištění, co se příjmu funkčních potravin týče. Konkrétně byl prokázán vliv na kardiovaskulární systém, střevní mikroflóru, ochranu proti oxidačnímu stresu, při regulaci tělesné hmotnosti, ale také na duševní stav a výkon (HOWLETT, 2008).

Co se týče uvádění informací na etiketách potravin, tak často docházelo k tomu, že výrobci mohli tvrdit v podstatě cokoliv, čímž často docházelo ke klamání spotřebitele. Proto Evropský parlament a Rada vydaly v roce 2006 Nařízení č. 1924/2006, které se týkalo právě těchto tvrzení o výživových a zdravotních aspektech uváděných na etiketách a sloužilo k jejich regulaci. Cílem nařízení je ujistění spotřebitele o vědecky prokázaných pozitivních účincích, aby pro něho byly informace srozumitelné a spotřebitele nadále neklamaly (KOHOUT, 2010).

V České republice se označování potravin řídí zákonem 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a vyhláškou č. 113/2005 Sb. o způsobu označování potravin a tabákových výrobků, která je v současnosti novelizována (SBÍRKA ZÁKONŮ, 1993-) V souvislosti se zmíněnou legislativou tedy není možné, aby výrobce například uváděl, že pravidelná konzumace dané potraviny má příznivý vliv na zdraví jedince, pokud to nebude mít podloženo. V případě, že výrobce provede příslušné zkoušky výrobku, které toto tvrzení potvrdí, tak jej uvádět může (KUNOVÁ, 2011).

### **3 NUTRICEUTIKA – ÚČINNÉ SLOŽKY FUNKČNÍCH POTRAVIN**

Termín nutriceutika byl charakterizován v roce 1979 Stephenem DeFelicem, který je zakladatelem a předsedou Nadace pro inovace v medicíně (DEV, 2011). Podle této definice se jedná o jakoukoli látku, která je potravinou, nebo částí potraviny s pozitivními účinky na zdraví a zároveň zahrnuje také prevenci vzniku různých nemocí. Na základě toho lze mezi nutriceutika zahrnout také doplňky stravy v práškové či tabletové formě, což je rozdíl oproti funkčním potravinám (SARKAR, 2012). Můžeme sem zařadit každý netoxický doplněk stravy, u kterého byly vědecky prokázány příznivé účinky na lidský organismus (TAPAS A KOL., 2008). V souvislosti s tímto termínem se o nich někdy tedy hovoří jako o účinných složkách potravních doplňků, či doplňcích stravy samotných, kam můžeme zařadit např. vitaminy a stopové prvky (KALÁČ, 2003).

Nutriceutika mohou být rozdělena podle různých aspektů: podle zdroje v potravinách, způsobu jejich účinku, vlivu na zdraví a chemického složení (MEDEIROS, 2015).

#### **3.1.1 Potravinové zdroje**

Nutriceutika mohou být součástí buď potravin, nebo různých doplňků stravy. Součástí potravin mohou být ve svojí přirozené podobě (např. ovoce a zelenina), upravené (maso), nebo zpracované za použití záhřevu (mléko).

Zájem některých konzumentů spočívá také v tom, zda jsou nutriceutika rostlinného, živočišného, mikrobiálního původu, či se jedná pouze o syntetické látky získané z přirozeně se vyskytujících sloučenin. Příkladem může být přírodní antioxidant resveratrol, který může být získán jednak z červeného vína a hroznů, jednak z geneticky modifikovaných kvasinek. (MEDEIROS, 2015)

#### **3.1.2 Mechanismus účinku nutriceutik**

Nutriceutika mohou být dělena, bez ohledu na zdroj v potravinách, podle prokázaného (či potenciálního) účinku na lidské zdraví. Každá látka vykazuje jiný účinek, který byl

zjištěn řadou výzkumů, přičemž jedna látka může mít i více účinků najednou. Jedná se tedy o působení antioxidační (např. vit. C,  $\beta$ -karoten, katechiny), antikarcinogenní (daidzein, genistein, kapsaicin atd.), protizánětlivé (kvercetin, kurkumin apod.), ale také může být osteogenní, které mají například daidzein a genistein (MEDEIROS, 2015).

Na základě těchto zmíněných účinků potom vědci mohou pomoci lidem, které trápí různá chronická onemocnění, nebo k nimž mají predispozice. Zatím však nejsou příliš prozkoumány případné toxické účinky nutričních doplňků (MEDEIROS, 2015).

### **3.1.3 Vliv na zdraví**

Již v mnoha studiích byl prokázán pozitivní účinek nutričních doplňků na lidský organismus. Jedná se o tvrzení uvedená na etiketě potravin, která platí i pro doplňky stravy a uvádí jaký má daná složka dopad na zdraví a v jakém množství byla přidána. Tato tvrzení jsou však omezena v tom, že nesmí zahrnovat tvrzení o snížení rizika onemocnění, tedy o diagnóze, léčbě, zmírnění nemocí a léčích.

Je nutné zdůraznit, že zdravotní tvrzení se týkají pouze obsahu živin a energie. Tato tvrzení se totiž nevztahují ke konkrétní nemoci, ale k účinku, který mají na určité funkce v těle (MEDEIROS, 2015).

### **3.1.4 Chemické složení**

S postupným výzkumem se objevují stále nové látky, které můžeme zahrnout mezi nutriční doplňky. K jejich zařazení do jednotlivých skupin dochází právě v důsledku chemické struktury, kterou mají. Dle této klasifikace se můžeme setkat s terpenoidy (saponiny, karotenoidy atd.), fenolickými sloučeninami (kam patří mimo jiné flavonoidy), sacharidy (např. oligosacharidy), mastné kyseliny a lipidy (lecitin, sfingolipidy apod.), minerální látky a mikroorganismy, které jsou součástí probiotik a prebiotik (MEDEIROS, 2015).



### 3.2 Probiotika

Naše střevní mikroflóra má velmi vysokou metabolickou aktivitu a mikroorganismy, které mikroflóru tvoří, se většinou nacházejí v tlustém střevě (KLIMEŠOVÁ, 2013).

Probiotika jsou obohacena o živé mikroorganismy. Příznivě působí právě na střevní mikroflóru a zvyšují obranyschopnost nejen proti různým infekcím, ale i proti potenciálním karcinogenům (KUNOVÁ, 2011). Účelem jejich přidavku je tedy zajistit ve větší míře počet bakterií, které na zdraví člověka působí pozitivně. Mezi jejich další vlastnosti patří například zabránění růstu patogenních mikroorganismů, ovlivnění vstřebávání živin a motility, tvorba bakteriostatických mikrocínů, kolicinů a eliminace toxinů (KOHOUT, 2010).

K výrobě probiotik se využívají nejčastěji mikroorganismy z rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Z prvního jmenovaného rodu se jedná např. o *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* a *L. plantarum*. Z druhého se potom jedná o *Bifidobacterium bifidum*, *B. longum*, *B. infantis* apod (KALÁČ, 2003). Tyto mikroorganismy se řadí mezi bakterie mléčného kvašení a získávají se z trávicího traktu člověka (KOMPRDA, 2008). Aby měly tyto mikroorganismy nějaký účinek, měla by jich funkční potravina obsahovat aspoň  $10^6$  v 1 gramu potraviny. Samotná účinnost probiotik je ovlivněna dále četností konzumace, která by měla být pravidelná, aby se projevíly požadované pozitivní účinky na lidský organismus (KALÁČ, 2003).

V současné době můžeme probiotika nalézt zejména v zakysaných mléčných výrobcích, zrajících sýrech, v kysaném zelí, ale také v kojenecké a dětské výživě, doplňcích stravy atd. Využívají se také jako součást startovacích kultur při výrobě trvanlivých masných výrobků, kde je jejich funkcí potlačení růstu nežádoucích mikroorganismů (KLIMEŠOVÁ, 2013).

### 3.3 Prebiotika

Na rozdíl od probiotik zvládnou prebiotika bez problémů překonat průchod žaludkem a tenkým střevem. Jejich další výhodou je, že se dokážou delší dobu udržet v tlustém střevě, kde tyto nestravitelné složky potravy příznivě působí na činnost žádoucích bakterií (KUNOVÁ, 2011).

V současnosti se do funkčních potravin jako prebiotika přidávají nejčastěji oligosacharidy, které jsou buď přirozené, nebo syntetické. Tvořeny jsou dvěma až deseti

molekulami monosacharidů. Z oligosacharidů jsou nejvýznamnější disacharidy. Jako příklad si můžeme uvést sacharózu (třtinový cukr), složenou z glukosy a fruktosy a laktosu (tedy mléčný cukr), která je tvořena glukosou a galaktosou. Tyto disacharidy se stávají v tlustém střevě substrátem pro příznivě působící bakterie. Zde jsou přeměňovány na těkavé mastné kyseliny, a to máselnou, octovou a propionovou (KALAIČ, 2003).

Stavební jednotky syntetických oligosacharidů jsou sice přirozené, ale liší se ve vzájemném spojování, které je odlišné od toho v přírodě. Vznikají tak oligosacharidy odvozené od běžných sacharidů (KLIMEŠOVÁ, 2013).

Příkladem přirozených oligosacharidů je například inulin, který se získává z kořene čekanky, hlízy topinamburu, jakonu a dále také z česneku, cibule či žita. Mezi syntetické oligosacharidy potom můžeme zařadit sacharidy odvozené od laktosy, laktulose a alkoholických cukrů, mezi které patří například maltitol, laktitol (KALAIČ, 2003).

Prebiotika nesmějí mít žádné negativní vedlejší účinky (například průjem, nadýmání) a naopak ty pozitivní musí být vědecky prokázány. Některé zdravotní přínosy jsou ještě ve fázi výzkumu, ale mezi ty ověřené patří příznivé působení na mikroflóru tlustého střeva, zamezení zácpy a snížení energetického příjmu (KOHOUT, 2010).

V případě, že by došlo k současnému přidání probiotik i prebiotik do produktu, tak hovoříme o synbiotikách. Jedná se o kombinaci mikroorganismů, které obsahují probiotika a sacharidových polymerů v prebiotikách. Jejich účinek byl odvozen od jevu, který se nazývá synergismus a znamená, že společně mají tyto složky mnohem větší účinek, než kdyby byly použity každá zvlášť (KOHOUT, 2010). Také synbiotika působí příznivě na střevní mikroflóru, kdy u lidí se zvýšenou náchylností k infekčním nemocem mohou předpoklady pro jejich rozvoj zmírnit. Bývají doporučována zejména kojencům a lidem starším 55 let (KALAIČ, 2003).

### **3.4 Vlákna**

Tento pojem zahrnuje všechny složky, které jsou odolné vůči štěpení trávicími šťávami. Nyní se sem zařazují všechny polysacharidy, které jsou pro nás využitelné spolu s nestravitelnými částmi škrobu. Definic však existuje spousta a liší se také v jednotlivých zemích (KALÁČ, 2003).

Vlákninu můžeme dále rozdělovat podle její rozpustnosti ve vodě. Ta, která je rozpustná ve vodě má schopnost pohlcovat velké množství vody, tím bobtnat a vytvářet rosolovité hmoty. Můžeme sem zařadit část hemicelulóz, beta-glukanů, pektiny, modifikované škroby apod. Ve vodě nerozpustná vlákna zahrnuje celulózu, část hemicelulóz a lignin. Složky, které vlákna obsahuje, mají rozdílné účinky na lidský organismus. Řada těchto složek je fermentována v tlustém střevě, což je žádoucí proces a díky tomu se může zvýšit množství vstřebaných minerálních látek přijímaných potravou, nevzniká tolik škodlivých látek apod. (KALÁČ, 2003).

O vláknině se hovoří také v souvislosti s prevencí rakoviny, ale v našem organismu příznivě ovlivňuje mnohem více procesů. Mezi její další funkce patří snížení pocitu hladu, výskytu zácpy, prevence vzniku zubního kazu, zrychlení průniku natrávené potravy střevy, snížení hladiny cukru v krvi atd. Probíhala také řada výzkumů v souvislosti s příjmem vlákniny a prevencí rakoviny tlustého střeva, ale tento účinek zatím nebyl úplně prokázán (BERÁNKOVÁ, 2009).

### **3.5 Antioxidanty**

Volné radikály jsou reaktivní částice, které mají volný nepárový elektron, a tak je jejich snahou další získat z látek nacházejících se v jejich okolí. Antioxidanty poté přeměňují volné radikály na méně reaktivní, jelikož by mohlo dojít k jejich hromadění v organismu (KLIMEŠOVÁ, 2013). V takovém případě by mohla nastat řada řetězových reakcí, které by mohly vést až k poškození buněk. Díky významné funkci antioxidantů, kterou je odstraňování zmíněných volných radikálů, dochází k ukončení těchto na sebe navazujících reakcí (KOMPRDA, 2008).

Volné radikály mají také pozitivní účinky, a to takové, že společně s bílými krvinkami ničí patogenní bakterie, viry, případně nádorové buňky apod. (KLIMEŠOVÁ, 2013).

Antioxidanty vznikají nejčastěji při metabolických procesech. Přirozeně vznikají také v případě, když je lidský organismus napaden bakteriemi a viry. Může se stát, že některý z volných radikálů poškodí buňky. Ty však proti nim na ochranu používají například detoxikační a antioxidační mechanismy, jejichž hlavními součástmi jsou vitamín E a C, glutathion (tripeptid) a enzym superoxiddismutasa (KALÁČ, 2003).

V souvislosti s antioxidanty je důležité zmínit také pojem oxidační stres. Jestliže nastane stav, kdy se v těle tvoří velké množství reaktivních sloučenin kyslíku a regulace mezi volnými radikály a antioxidanty není dostatečná, tak dochází právě k oxidačnímu stresu. Tento jev může mít za následek oxidaci DNA, kdy by potom mohlo dojít až ke vzniku nádorů, oxidace nenasycených mastných kyselin má vliv na průběh aterosklerózy apod. (KALÁČ, 2003).

Spolu s výživou mají na tvorbu volných radikálů také vliv vnější faktory, mezi které můžeme zahrnout například tělesnou námahu, znečištěné životní prostředí, patogenní mikroorganismy, kouř z cigaret atd. (KALÁČ, 2003).

### **3.5.1 Účinky antioxidantů**

Zvýšení účinku antioxidantů můžeme dosáhnout, pokud jich bude společně působit více dohromady. Jelikož existuje celá řada druhů volných radikálů, je potřeba přijímat i různé antioxidanty (KLIMEŠOVÁ, 2013). Bylo zjištěno, že na sebe antioxidanty vzájemně působí a vzájemně se ovlivňují v určitých vztazích, kdy je nejvhodnější konzumovat potraviny, ve kterých se nachází více těchto látek dohromady. Vědci z Itálie zřejmě potěšili milovníky čokolády, když zjistili, že každodenní konzumace malého množství tmavé čokolády působilo na vysoký krevní tlak lépe, než léky. (ALLEN, 2010)

Shrnutí účinků antioxidantů:

- opravují poškozené molekuly
- některé mají chelatační efekt
- podpora exprese genů
- ochrana před volnými radikály
- antikarcinogenní účinek

- chrání zrak
- podporují imunitní systém
- zpomalují proces stárnutí
- snižují riziko aterosklerózy
- zmírňují projevy neurodegenerativních onemocnění (MERCOLA, 2006)

### 3.5.2 Výskyt v potravinách

V potravinách můžeme najít antioxidanty přirozené či syntetické, dále také přirozeně přítomné či přidávané jako přísady. Druhá zmiňovaná skupina, tedy antioxidanty syntetické, se může přidávat do těch potravin, u kterých by bez jejich přítomnosti hrozilo poškození oxidací (např. žluknutí u olejů). I když nebyl prokázán přímo negativní vliv syntetických antioxidantů, i tak se dává přednost těm přirozeným (KALÁČ, 2003).

Antioxidantům je věnována pozornost také v řadě studií, jelikož jsou spojovány se snížením rizika srdečních onemocnění a některých typů rakoviny (KALÁČ, 2003).

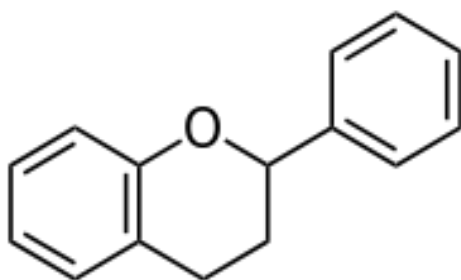
Co se týče výskytu v potravinách, tak bychom antioxidanty mohly nalézt v čaji, kávě, červeném víně, ovoci a zelenině, otrubách apod. Významným zdrojem je dále koření, jako například rozmarýn, dobromysl, skořice a hřebíček (ALLEN, 2010). Příklady některých antioxidantů, jejich účinků a zdrojů jsou uvedeny níže v tab. 2.

Tab. 2 Příklady antioxidantů, jejich účinky a zdroje (ALLEN, 2010; KOMPRDA, 2008; KALAČ, 2003; MERCOLA, 2006)

<b>Antioxidant</b>	<b>Účinek na zdraví</b>	<b>Příklad zdroje</b>
<b>Beta-karoten</b>	prevence vzniku některých typů rakoviny	mrkev, dýně, broskve, meruňky
<b>Vitamin C</b>	prevence rakoviny, nemocí srdce a artritidy, hydroxylace toxických látek, posílení imunity	zelená paprika, brokolice, brambory, citrusové plody a jahody, ananas, černý rybíz, kiwi
<b>Vitamin E</b>	prevence vzniku rakoviny, nemocí srdce, šedého zákalu a demence, snížení shlukování trombocytů, snížení rizika neurodegenerativních onemocnění	listová zelenina, řepkový olej, kukuřičný olej, pšeničné klíčky, ryby, vlašské a pekanové ořechy, arašídy,
<b>Glutathion</b>	chrání buňky před oxidačním a peroxidačním poškozením, detoxifikační funkce, odstraňuje toxické látky z těla, ochrana před radiací a znečištěným prostředím; schopnost jeho tvorby klesá s věkem	Produkcí podporují vejce, syrové mléčné výrobky, kurkumin, syrovátkové bílkoviny
<b>Resveratrol</b>	antikarcinogenní a protizánětlivé působení, snížení krevního tlaku, prevence Alzheimerovy choroby, zlepšení pružnosti cév, ochrana mozku a nervového systému	červené hrozny, červené víno, kakao, zelenina

## 4 FLAVONOIDY

Jedná se o látky rostlinného původu a také o rozsáhlou skupinu fenolů. Do této skupiny se zařazuje přes několik tisíc látek a jejich množství stále roste (KALAČ, 2003). Chemicky jsou odvozeny od flavanu (obr. 1), který je derivátem kyslíkatého heterocyklu chromenu. (KOMPRDA, 2003)



Obr. 1 Flavan (en.wikipedia.org)

Významné antioxidační účinky těchto látek jsou dvojího druhu: reakce s volnými radikály a tvorba komplexů s rizikovými kovy (KALAČ, 2003). Antioxidační aktivita závisí na počtu a umístění OH skupin. Flavonoidy mohou mít různé účinky, mezi které patří protirakovinové, antimikrobiální a estrogenní účinky (KOMPRDA, 2008). Výhodami těchto přírodních látek je, že se u nich vzácně objevily nějaké vedlejší účinky, jsou snadno vstřebávány ve střevě, mají relativně dlouhý biologický rozklad a mnoho potravin, které denně konzumujeme je právě na flavonoidy bohaté (TAPAS A KOL., 2008).

V rostlinách se flavonoidy mohou účastnit celé řady činností, jako je pigmentace, klíčení, ochrana proti škůdcům a jejich obsah je závislý na intenzitě slunečního záření (KLIMEŠOVÁ, 2013). S tím souvisí i způsob pěstování jednotlivých druhů ovoce či zeleniny, kdy těchto látek obsahují více ty, které jsou pěstovány na polích, než například ve skleníku. S různými druhy nešetrných technologických úprav může docházet k jejich ztrátám, např. konzervací (KALAČ, 2003).

Významnými flavonoidy, co se obsahu v potravinách týče, jsou kvercetin, kemferol, morin, myricetin a rutin. Podle Tapase byla u těchto látek prokázána antioxidační, protizánětlivá, antialergická, protivirová a protirakovinová aktivita (TAPAS A KOL., 2008). Také zmíněná protivirová aktivita je velice významná, jelikož vyjmenované flavonoidy působí proti 11 druhům virů, například proti viru HIV a herpes

viru (TAPAS A KOL., 2008). Dále například rutin nemá pouze antioxidační aktivitu, ale má vliv na pružnost, propustnost kapilár a jeho významnou funkcí je i to, že dokáže zvýšit využitelnost vitamínu C. Je také součástí doplňků stravy a různých léků (KALACĚ, 2003).

Flavonoidy najdeme například v zelenině (paprika, kapusta, lilek, rajčata, cibule atd.), ovoci (jablka, švestky, třešně, meruňky, borůvky, ostružiny, mango), obilovinách (ječmen, oves), v zeleném čaji, v červeném víně apod. (KLIMEŠOVÁ, 2013) Vzhledem ke svým vlastnostem mohou přispívat také k chuti a barvě potravin. (RAMEŠOVÁ, 2014)

Není jednoduché stanovit doporučený denní příjem, jelikož se u každé osoby může lišit. Odhadovaná denní příjem je 1 g. (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013). Množství flavonoidů přijímaných potravinami se liší také v různých zemích, jelikož mají různé stravovací návyky. Například v Japonsku se denní příjem flavonoidů odhaduje na 70 mg/den, v Itálii se pohybuje kolem 34 mg/den a ve Finsku činí pouhé 3 mg/den (KASPER, 2015).

#### **4.1 Třídy flavonoidů a jejich chemická struktura**

Bylo identifikováno více než 4000 flavonoidů, které jsou potenciálně obsaženy ve všech potravinách rostlinného původu. Proto je stále větší snaha o to, aby se vytvořila komplexní databáze těchto složek (ANDERSEN, 2006).

Ve Velké Británii dokonce probíhal výzkum, který se zaměřil na potraviny, které jsou běžně k dostání v obchodech. Cílem bylo zjistit, které podtřídy flavonoidů přilákaly konzumenty nejčastěji a zároveň zjistit jejich zdravotní účinky (ANDERSEN, 2006).

V roce 2003 vytvořila výzkumná stanice s názvem Služba zemědělského výzkumu, která spadá pod americké ministerstvo zemědělství, novou databázi. Tato databáze obsahuje v současnosti informace o více než 506 druzích potravin z hlediska obsahu flavonoidů a bude stále doplňována o nová data (USDA, 2014).

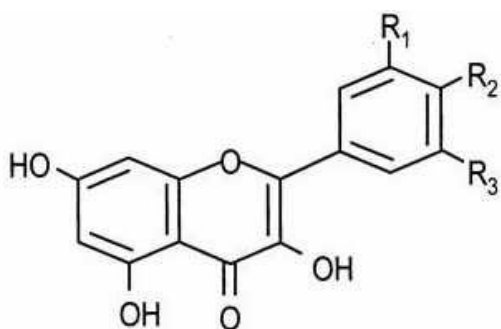


Jednotlivé podtřídy flavonoidů se v jejich chemické struktuře na heterocyklickém kruhu C (KOMPRDA, 2003). Podle toho mezi ně řadíme tyto podtřídy (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013):

- Flavonoly
- Flavony
- Flavanony
- Anthokyany
- Flavanoly
- Isoflavony

#### 4.1.1 Flavonoly

Flavonoly patří společně s flavony a flavanoly mezi dietárně důležité skupiny a jejich chemická struktura je popsána na obr. 3. Z flavonolů jsou nejčastější kvercetin, kemferol, myricetin a rutin. Hlavním zdrojem je potom cibule, pórek, čaj, brokolice, jablka a červené víno (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).



Obr. 3

Kvercetin:  $R_1 = \text{OH}$ ,  $R_2 = \text{OH}$

Kemferol:  $R_2 = \text{OH}$

Myricetin:  $R_{1,2,3} = \text{OH}$  (Andersen, 2006)

##### 4.1.1.1 Kvercetin

Dosud bylo v přírodě objeveno na 180 druhů glykosidů kvercetinu. Nejčastěji jej můžeme nalézt jako součást ovoce (jablko, hruška), zeleniny (brokolice, kapary, špenát apod.), čajů a léčivých rostlin (některé druhy řešetláku). Řadou studií bylo prokázáno, že se kvercetin účastní enzymového i neenzymového hnědnutí potravin. Co se týče jeho

funkcí, tak inhibuje některé enzymy a působí antioxidačně, antihepatotoxicky, protizánětlivě a protinádorově (RAMEŠOVÁ, 2014).

#### 4.1.1.2 Rutin

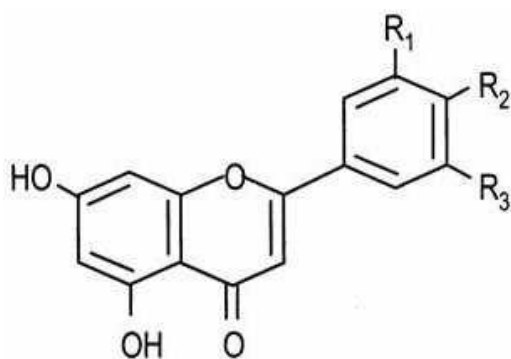
Skládá se z kvercetinu a disacharidu rutinasy, jako kvercetin-3-rutinosid. Název rutinu je odvozen od rostliny routy vonné, která tento flavonoid obsahuje. V mnoha zemích se rutin používá jako součást multivitaminových a bylinných preparátů. Má významné zdravotní účinky, mezi které patří potlačování shlukování krevních destiček, takže se využívá k ředění krve, pozitivní vliv na krevní oběh, protizánětlivý a antioxidační účinek (SAHELIAN, 2016).

Mezi potravinové zdroje patří pohanka, ovoce, a to především citrusy (pomeranč, citron, grep apod.), také ovocná kůra, moruše atd. (SAHELIAN, 2016).

V současné době probíhají studie testující potenciál rutinu v souvislosti s křečovými žilami, cukrovkou, možnými protirakovinnými účinky a dyskinezí, což je porucha způsobující mimovolné pohyby (SAHELIAN, 2016).

#### 4.1.2 Flavony

Významnými sloučeninami flavonů jsou luteolin a apigenin, jejichž chemická struktura je uvedena na obrázku níže (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013). Hlavním zdrojem je ovoce a zelenina, zejména petržel a celer (HOWLETT, 2008). Dále bychom je mohli hledat v mandarinkách, ale také v čaji, např. heřmánkovém (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).



Obr. 4

Apigenin: R<sub>2</sub> = OH

Luteolin: R<sub>1,2</sub> = OH (Andersen, 2006)

#### **4.1.2.1 Apigenin**

Jedná se o velice rozšířenou přírodní látku, kterou můžeme v hojném množství najít v ovoci (jablka, třešně, hrozny), zelenině (fazole, cibule, květák, rajčata), bylinkách (čekanka listová, hřebíček) a nápojích (čaj, víno). Zbavuje naše tělo volných radikálů, dokáže působit protizánětlivě a protirakovinově (SARKAR, 2012).

V jedné studii, při pokusech na myších bylo zjištěno, že pokud jim byl aplikován apigenin před působením UV záření, tak se zmínil proces vzniku nádorů. Bylo také zjištěno, že působí proti epidermální ornitindekarboxyláze, což mělo za následek snížení počtu karcinomů u myší. Tyto studie mohou přispět ke zlepšení prevence vzniku rakoviny kůže (SARKAR, 2012).

#### **4.1.2.2 Luteolin**

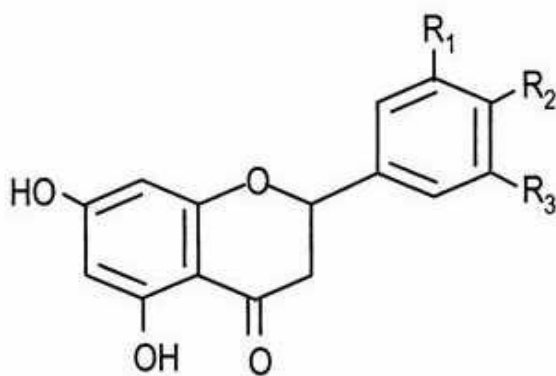
Přispívá ke žluté barvě rostlin. Dále se díky svojí biologické aktivitě využívá v průmyslu potravinářském a farmaceutickém. Z účinků na zdraví je nejvýznamnější protizánětlivý účinek, ale byl nalezen také v heřmánku lékařském, který zmírňuje účinky UV záření (RAMEŠOVÁ, 2014).

Vyskytuje se jednak v rostlinách, jako je například šalvěj, nebo rýt barvířský, jednak v zelenině (bazalka, petržel, artyčok) a je součástí bylinných čajů (RAMEŠOVÁ, 2014).

#### **4.1.3 Flavanony**

Tato podtřída flavonoidů se v potravinách vyskytuje ve velice malém množství. Ve větších koncentracích je najdeme v citrusovém ovoci.

Mezi flavanony patří především hesperetin a naringenin, jejichž chemická struktura je zobrazena na obr. 5. Hesperetin můžeme najít v pomerančové šťávě a naringenin společně s neohesperidinem jsou zodpovědní za hořkou chuť slupek grepů a pomerančů (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).



Obr. 5

Naringenin:  $R_2 = \text{OH}$

Hesperetin:  $R_1 = \text{OH}$ ,  $R_3 = \text{OCH}_3$

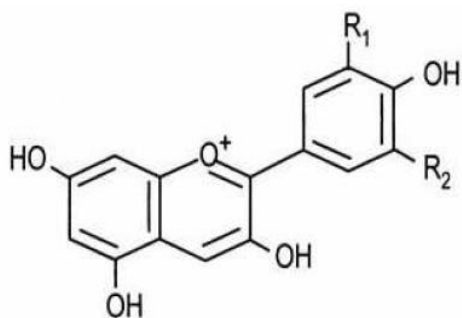
Neohesperidin:  $R_2 = \text{OCH}_3$ ,  $R_3 = \text{OH}$

(Andersen, 2006)

#### 4.1.4 Anthokyany

Jedná se o velice významnou skupinu rostlinných barviv, které rostlinám dávají červenou, modrou, černou a růžovou barvu. Od karotenoidů, což jsou také významná rostlinná barviva, se odlišují tím, že jsou rozpustné ve vodě. Zbarvení potom závisí na pH, které může měnit jejich strukturu. Ta může být ovlivněna také způsobem tepelné úpravy (např. vařením), jelikož jsou anthokyany velice nestabilní. Kromě přirozeného výskytu se do potravin přidávají také jako barviva.

Mezi jejich významné zástupce patří kyanidin, pelargonidin, malvidin, delfinidin, petunidin apod. (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013). Chemická struktura zmíněných látek je uvedena na obr. 6.



Obr. 6

Kyanidin:  $R_1 = \text{OH}$

Pelargonidin:  $R_{1,2} = \text{bez OH}$ , pouze H

Malvidin:  $R_{1,2} = \text{OCH}_3$

Delfinidin:  $R_{1,2} = \text{OH}$

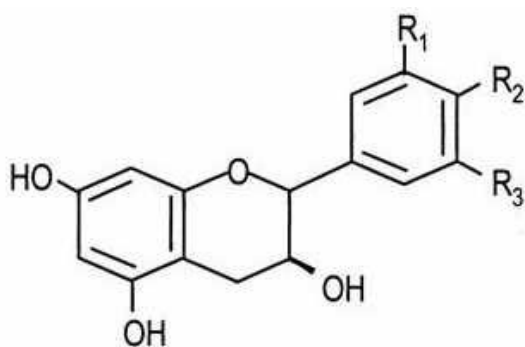
Petunidin:  $R_1 = \text{OH}$ ,  $R_2 = \text{OCH}_3$

(Andersen, 2006)

#### 4.1.5 Flavanoly

Tato podtřída flavonoidů má významné dietární účinky. V rostlinách se nachází jako glykosidy. Patří mezi ně látky jako katechin, epikatechin a gallokatechin. Obvykle tvoří estery s kyselinou gallovou, kterým se říká galláty, uvedeny na obr. 7 (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).

Významným zdrojem těchto složek je čaj, takže jejich přijaté množství závisí na míře konzumace čaje. Dále bychom mohly flavanoly najít v jablkách, červeném víně a čokoládě. V zeleném a černém čaji se zmíněných látek nachází velmi málo, ale jejich množství ve formě gallátů je už větší - epikatechin gallát, epigallokatechin a epigallokatechin gallát (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).



Obr. 7

Katechin:  $R_{1,2} = \text{OH}$

Epikatechin:  $R_{2,3} = \text{OH}$

Gallokatechin:  $R_{1,2,3} = \text{OH}$  (Andersen, 2006)

##### 4.1.5.1 Katechiny

Podle Mindella a Mundise spočívá činnost katechinů ve vlivu na snížení hladiny cholesterolu, v prevenci vzniku zubního kazu a krvácení dásní, chrání buněčnou DNA před možnými negativními vlivy a svoji roli také hrají v souvislosti se začátkem aterosklerózy. Mezi významné účinky patří také působení proti vzniku rakoviny plic a žaludku (MINDELL A MUNDIS, 2006).

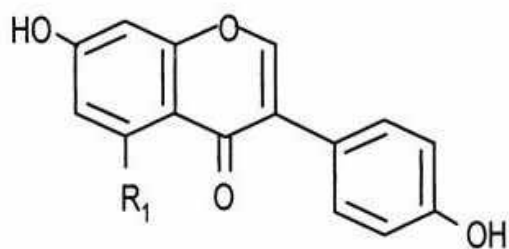
Nejvíce katechinů bychom mohli nalézt v zeleném čaji, hroznech a červeném víně. (MINDELL A MUNDIS, 2006).

#### 4.1.6 Isoflavony

V organismu dochází dle potřeby k jejich přeměně na fytoestrogeny, jejichž struktura by se dala přirovnat k hormonům vytvořeným v našem těle (MINDELL AND MUNDIS, 2006).

Účinek isoflavonů spočívá ve zmírnění růstu rakovinných buněk, snížení hladiny cholesterolu a dokonce mají své uplatnění i při menopauze, kdy zmírňují návaly horka (MINDELL AND MUNDIS, 2006).

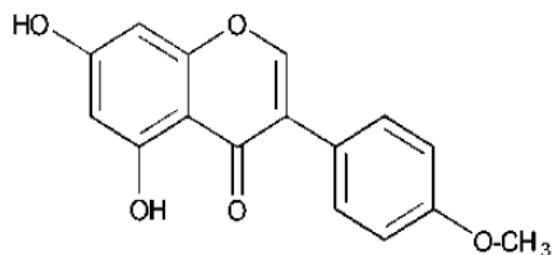
Můžeme mezi ně zařadit daidzein, genistein, glycitein, biochanin A a formononetin, jejichž chemickou strukturu zobrazuje obr. 8-10. Všechny tyto zmíněné látky najdeme zejména v luskovinách, konkrétně první tři zmíněné především v sóji, kde však převládají  $\beta$ -glykosidy těchto látek. Zdrojem biochaninu A je například cizna a formononetinu vojtěška (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).



Obr. 8

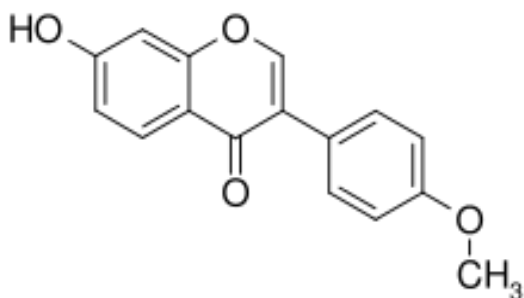
Daidzein:  $R_1 =$  bez OH

Genistein:  $R_1 =$  OH



Obr. 9

Biochanin A



Obr. 10 Formononetin (Andersen, 2006)

## **4.2 Biologická dostupnost flavonoidů**

Jedná se o rychlost a rozsah vstřebání určité složky, která je potom dále využívána organismem. V souvislosti s flavonoidy zahrnuje jejich uvolnění, proces trávení, vstřebání ze střevní stěny do krve, tkáňovou distribuci, jejich metabolismus, účinky na organismus a eliminaci. Během procesu odstranění flavonoidů, je potom většina z nich absorbována v játrech či ledvinách a kompletně vyloučena z těla ven. Dosud nebylo prokázáno, že by se flavonoidy hromadily v těle (ERDMAN A KOL., 2005).

## **4.3 Metabolismus flavonoidů**

Po příjmu v potravě jsou flavonoidy zpracovány v první řadě trávicím traktem. Jejich vstřebávání se odehrává především v tenkém a tlustém střevě. Proces trávení začíná odštěpením cukerné složky od glykosidu, pomocí enzymu laktasy. V případě, že glykosidy obsahují složité cukry, nastane jejich vstřebání až v tlustém střevě (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).

Prováděnými výzkumy však bylo dokázáno, že se flavonoidy mohou částečně vstřebávat již v dutině ústní, pokud jsou přijímány v tekutinách. Například po konzumaci zeleného čaje došlo ke zvýšení katechinů ve slinách, oproti plasmě o dva řády (SLANINA, 2004).

Jakmile se flavonoidy vstřebají z trávicího traktu, tak je metabolizují enzymy přítomné v tkáních člověka. Tento krok je velice podobný metabolismu léčiv. Může dojít ke konjugaci s kyselinou sírovou a glukuronovou, k methylaci (či kombinaci obou procesů) a spolu s činností mikroorganismů trávicího traktu tyto přeměny poté vedou ke vzniku velkého množství metabolitů. Zmíněné procesy metabolismu mohou probíhat v játrech, ledvinách (methylace) nebo v případě malých dávek těchto látek také v tenkém a tlustém střevě (SLANINA, 2004).

Nejrychleji se metabolizují anthokyany, nejpomaleji potom isoflavonoidy (HAVLÍK A MAROUNEK, 2013).

## **4.4 Možnosti uplatnění flavonoidů**

Vysoký zájem o flavonoidy je podmíněn nejen významnými antioxidačními účinky, ale také příznivým vlivem na kardiovaskulární systém, na obranyschopnost člověka, protirakovinovým a protizánětlivým působením apod. (TAPAS, 2008). Slibný je především účinek proti rakovině, kdy byl zjištěn pouze minimální, či žádný toxický vliv na zdravé buňky (SARKAR, 2012).

### **4.4.1 Rakovina prostaty**

V souvislosti s rakovinou prostaty byly zkoumány přírodní látky (katechiny) nacházející se v zeleném a černém čaji, isoflavony přítomné v sóji, apigenin apod. Jak již bylo zmíněno, tak z isoflavonů jsou nejvýznamnější látky daidzein a genistein. U genisteinu bylo prokázáno, že má vliv na hojné množení buněk při rakovině prostaty, čehož by se mohlo využít pro zástavu buněčného cyklu a přinucení buněk k apoptóze. Genistein totiž působí prostřednictvím inhibice tyrozinkinázy, proteazomu, angiogeneze a vzniklých metastáz. Při pokusech na myších, kdy jim byla podávána strava bohatá na genistein se prokázal účinek na kostní metastázy a v důsledku se benigní nádory staly maligními (MENTOR-MARCEL, 2005).

Čaj patří mezi nejčastěji konzumované nápoje. Různými epidemiologickými studii bylo zjištěno, že v zemích Asie, kde se čaj konzumuje ve velkém množství, je minimální výskyt všech typů rakoviny, tedy i rakoviny prostaty. Dokonce Japonci a Číňané, kteří pravidelně konzumují zelený čaj, nejméně trpí právě tímto typem rakoviny. Byly prováděny testy na myších, kdy jim byly podávány orální cestou polyfenoly zeleného čaje po dobu 24 týdnů, a došlo ke zmenšení nádoru o 44 %. Navíc oproti skupině myší, které tyto polyfenoly nedostávaly, se zvýšil počet přeživších o 70 % (GUPTA A KOL., 2001).

Také u apigeninu se potvrdil antikarcinogenní účinek. Tento antikarcinogenní účinek souvisí s inhibicí buněčného cyklu nádorových buněk, přičemž nedochází k žádnému negativnímu působení na zdravé buňky. Také v tomto případě se potenciální účinky apigeninu nejprve prokazovaly na myších, kdy se zmenšil objem nádoru prostaty a zmenšil se také počet metastáz (SHUKLA A GUPTA, 2010).



Je obecně známo, že rakovina prostaty je onemocnění, kterému se dá zabránit důslednou prevencí, má dlouho dobu latence, takže právě tady si nutriční intervence v podobě výše zmíněných přírodních látek, mohou najít své uplatnění (SARKAR, 2012).

#### **4.4.2 Rakovina močového měchýře**

Výzkum zahrnuje opět nejvýznamnější z isoflavonů, tedy genistein, daidzein a biochanin. V souvislosti rakovinou močového měchýře byl použit koncentrát, který obsahoval genistein a další fytochemikálie, které najdeme v sóji, potlačil růst rakovinných buněk až o 52 %. Tento zmíněný výzkum probíhal v Číně, kde dále zjistili, že při konzumaci výrobků obsahujících sóju, klesá riziko vzniku rakoviny močového měchýře (SUN A KOL., 2004).

Další možnou nadějí může být látka, která se nazývá sylimarin, což je komplex flavonoidů, který se získává z výtažku plodu ostropestřce mariánského. Primárně se používá pro léčbu onemocnění jater, ale vykazuje také inhibiční a preventivní účinek při rakovině močového měchýře (SARKAR, 2012).

V nedávné studii, byly z moruše, což je plod morušovníku, izolovány fenolové sloučeniny a velké množství flavonoidů za účelem zjištění souvislostí s rakovinou močového měchýře. Ukázalo se, že v kombinaci např. s paclitaxelem (rostlinný alkaloid), lze považovat zmíněné flavonoidy za efektivní nástroje proti tomuto typu rakoviny (CHEN A KOL., 2016).

#### **4.4.3 Vysoký krevní tlak**

Byl prokázán vliv flavonoidů (konkrétně flavonolů), konzumovaných v potravinách, na vysoký krevní tlak. Studie se účastnily ženy pocházející z Francie, ve středním věku, kdy se zohledňovaly i skutečnosti, jako například věk, rodinná anamnéza, zda jsou kuřačky, fyzická aktivita, konzumace alkoholu atd. Výsledkem potom bylo, že ženy, které přijímaly více flavonolů, měly o 10 % nižší hodnoty tlaku, než ty s nižším příjmem (LAJOUS, 2016).

## 5 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá zejména flavonoidy, jejich chemickou strukturu, působením v těle, zástupci, které do jednotlivých podtříd patří a v neposlední řadě také významnými účinky ovlivňujícími lidské zdraví. Jedna z kapitol je věnována možnostem uplatnění flavonoidů v souvislosti s některými nemocemi, zejména pak s různými typy rakoviny (např. rakovina močového měchýře a prostaty). Proběhla, v současné době probíhá a zajisté ještě proběhne celá řada výzkumů týkající se zdravotních účinků flavonoidů, které mají v tomto směru nepochybně velký potenciál.

V souvislosti s těmito přírodními látkami jsou v bakalářské práci zmíněny i termíny, jako jsou funkční potraviny a jejich účinné složky, tedy nutraceutika. Uvedeny jsou dále příklady funkčních potravin a nutraceutik.

Vzhledem k prokázaným pozitivním účinkům, jež s sebou nese pravidelná konzumace potravin bohatých na flavonoidy, by mělo být v zájmu spotřebitelů si je zařazovat do svého jídelníčku.

## 6 SEZNAM LITERATURY

ALLEN, Susan. *Jídlo léčí: převratná stravovací strategie boje proti nemoci od nachlazení po osteoporózu*. Vyd. 1. Praha: Reader's Digest, 2010. ISBN 978-80-7406-107-3.

ALUKO, Rotimi E. *Functional foods and nutraceuticals*. New York: Springer, c2012. ISBN 978-1-4614-3479-5.

ANDERSEN, Oyvind M. *Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications*. Editor Kenneth R MARKHAM. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. ISBN 0-8493-2021-6.

ČOPIKOVÁ, J. *Čokoláda a zdraví*. Chemické listy. 2001, 95, 610-615.

DEV, Rahul a Sunil KUMAR. *Potential role of Nutraceuticals in Present Scenerio: A Review*. Journal of Applied Pharmaceutical Science. 2011, 01(04), 26-28. ISSN 2231-3354.

ERDMAN, J. AND COL., 2005: *Flavonoids and Heart Health: Proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop*, The Journal of Nutrion. 2007, 137(03),718-737.

ERDMAN, John W, Ian MACDONALD a Steven H ZEISEL. *Present knowledge in nutrition*. International Life Sciences Institute, 2012. ISBN 978-0-4709-5917-6.

GUPTA, S. AND COL. *Inhibition of prostate carcinogenesis in TRAMP mice by oral infusion of green tea polyphenols*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 2011, 28: 10350-10355.

Hanuštiak P., Mikelová R., Adam V., Hodek P., Kizek R., *Funkční potraviny - Také s flavonoidy?*. Kvalita potravin. 2007. sv. 7, č. 1, 20-21. ISSN 1213-6859.

HAVLÍK, Jaroslav a Milan MAROUNEK. *Živiny a živinové potřeby člověka: učebnice pro studenty ČZU v Praze*. 2. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2013. ISBN 978-80-213-2374-2.

KALÁČ, Pavel. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: Dona, 2003. ISBN 80-7322-029-6.

KALÁČ, P.. *Také příjem antioxidantů má své horní meze*. Výživa a potraviny 58, 2003, č. 3, s. 66-67

- KASPER, Heinrich. *Výživa v medicíně a dietetika*. 1. české vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4533-6.
- KLIMEŠOVÁ, Iva a Jiří STELZER. *Fyziologie výživy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3280-9.
- KOHOUT, Pavel. *Potraviny - součást zdravého životního stylu*. Olomouc: Solen, 2010. ISBN 978-80-87327-39-5.
- KOMPRDA, Tomáš. *Funkční potraviny: cyklus přednášek* [CD-ROM]. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7375-219-4.
- KOMPRDA, Tomáš. *Základy výživy člověka*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-655-7.
- KUNOVÁ, Václava. *Zdravá výživa*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3433-0.
- LAJOUS, M., E. ROSSIGNOL AND COL. Flavonoid intake and incident hypertension in women. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2016, **103**(4), 1091-1098.
- MANCINI, Fabrizio. *Síla sebeléčení: najděte klíč ke svým přirozeným léčivým schopnostem za 21 dní*. Olomouc: ANAG, c2014. ISBN 978-80-7263-900-7.
- MANN, J., TRUSWELL, A. *Essentials of human nutrition*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2007. ISBN 978-0-19-929097-0.
- MEDEIROS, Denis M a Robert E WILDMAN. *Advanced human nutrition*. 3rd ed. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, c2015. ISBN 978-1-284-03666-4.
- MENTOR-MARCEL, R., 2005: *Dietary genistein improves survival and reduces expression of osteopontin in the prostate of transgenic mice with prostatic adenocarcinoma (TRAMP)*, dostupné na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15867270>
- MINDELL, Earl a Hester MUNDIS. *Nová vitaminová bible: nejnovější informace o vitamínech, minerálních látkách, antioxidantech, léčivých rostlinách, o doplňcích stravy, léčebných účincích potravin i lécích používaných v homeopatii*. Vyd. 2., (dopl., přeprac.). V Praze: Ikar, 2006. ISBN 80-249-0744-5.

CHEN, Nien-Cheng, Charng-Cherng CHYAU AND COL. *Promotion of mitotic catastrophe via activation of PTEN by paclitaxel with supplement of mulberry water extract in bladder cancer cells*. Scientific Reports. 2016.

RAMEŠOVÁ, Š., SOKOLOVÁ, R. *Elektrochemická oxidace přírodních barviv používaných na uměleckých památkách*. Chemické listy. 2014, 108, 507-512.

SARKAR, Fazlul H. *Nutraceuticals and cancer*. Dordrecht: Springer, c2012. ISBN 978-94-017-8285-2.

*Sbírka zákonů České republiky*. Praha: Ministerstvo vnitra - tiskárna, 1993-. ISSN 1211-1244.

SHUKLA, S., GUPTA, S. Apigenin: A Promising Molecule for Cancer Prevention. *Pharmaceutical research*. 2010;27(6):962-978.

SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E., 2004: *Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka*. Chemické listy. 2004, 98, 239-45.

SUN, CL. AND COL., *Dietary soy and increased risk of bladder cancer: a prospective cohort study of men in Shanghai, China*. Int J Cancer. 2004, 112:319-23.

TAPAS, A. AND COL., 2008: *Flavonoids as Nutraceuticals: A Review*. Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 2008, 7(3), 1089-1099.

## 7 INTERNETOVÉ ZDROJE

BERÁNKOVÁ, J., 2009: *Soudobý pohled na vlákninu potravy*, dostupné na:

<http://www.bezpecnostpotravin.cz/soudoby-pohled-na-vlakninu-potravy.aspx>

HOWLETT, J., 2008: *Functional foods from science to health and claims*, dostupné na

[http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2008Func\\_FoodEng.pdf](http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2008Func_FoodEng.pdf)

MERCOLA, J., 2006: *The Ultimate Guide to Antioxidants*, dostupné na:

<http://articles.mercola.com/antioxidants.aspx>

SAHELIAN, R., 2016: *Rutin supplement health benefit*, dostupné na:

<http://www.raysahelian.com/rutin.html>

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2014: *Database for the Flavonoid Content of Selected Food*, dostupné na:

<http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=6231>