

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 - Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra genetiky, šlechtění a výživy

Vedoucí katedry: Doc. Jindřich Čítek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Bioflavonoidy ve výživě člověka a jejich význam
v prevenci civilizačních chorob**

Autor: Zuzana Skočná

Vedoucí bakalářské práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

ČESKÉ BUDĚJOVICE, 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra genetiky, šlechtění a výživy
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zuzana SKOČNÁ**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Agropodnikání**

Název tématu: **Bioflavonoidy ve výživě člověka a jejich význam v prevenci
civilizačních chorob**

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je zpracovat literární studii zabývající se charakteristikou bioflavonoidů a jejich vztahem k prevenci civilizačních chorob u člověka. Literární studie bude zahrnovat charakteristiku bioflavonoidů a jejich rozdělení do jednotlivých kategorií. Studentka zpracuje význam a chemickou strukturu vybraných bioflavonoidů, jejich zastoupení a výskyt v potravinách rostlinného původu. Důraz bakalářské práce bude kladen na důležitost zastoupení bioflavonoidů ve výživě člověka ve vztahu k metabolickým dějům v organismu a v prevenci civilizačních chorob.


Rozsah grafických prací: dle úvahy
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


- Kunová, V.: Zdravá výživa. Praha, Grada Publishing, 2004. 136 s.
Müllerová, D.: Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí. Praha, Triton 2003, 100 s.
Časopis společnosti pro výživu: Výživa a potraviny. Czech Nutrition Society Praha, ročníky 58 - 63
Pokorný, J. a kol.: Základy výživy a výživová politika. Praha. VŠCHT 2002, 219 s.
Petrásek, R.: Co dělat, abychom žili zdravě. Praha, Vyšehrad 2004, 128 s.
Velíšek, J., 1999: Chemie potravin I., II., III. Osis, Tábor, 352 s., 304 s., 342 s.

Vedoucí bakalářské práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec
Katedra genetiky, šlechtění a výživy

Datum zadání bakalářské práce: 1. října 2009
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. března 2010


prof. Ing. Miroslav Šach, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚLÉSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Št. Cestka 12
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Václav Řehout, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 1. října 2009

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá bioflavonoidy a jejich přínosem pro lidský organismus. Je zde popsána historie, charakteristika bioflavonoidů, chemické složení a jejich zdroje v potravinách. V další části se práce zaměřuje na působení bioflavonoidů v prevenci některých civilizačních chorob, jako jsou kardiovaskulární onemocnění nebo rakovina, a zdůrazňuje jejich důležitost ve stravování lidí.

Objev bioflavonoidů se datuje do první poloviny 19. století, kdy byly izolovány třísloviny. Bioflavonoidy se řadí do skupiny látek nazývajících se polyfenoly a je jich známo již více než 20 000. Jsou to látky všudypřítomné v rostlinné říši a dodávají ovoci a zelenině charakteristické zbarvení či chuť. Flavonoidy se však nenachází pouze v ovoci a zelenině, ale např. i v luštěninách, chmelu, cereáliích, pohance, čaji, révě, čokoládě a v různém koření. Obsah polyfenolů v rostlinné stravě může být ovlivněn odrůdou, podmínkami pěstování, zralostí v době sklizně, zpracováním, skladováním či kulinární úpravou. Nejvhodnější je tedy tepelná úprava v páře, kdy se ztrácí nejméně polyfenolů. Hlavním místem resorpce polyfenolů v trávicím traktu člověka je tenké a tlusté střevo. Bioflavonoidy jsou považovány také za ochránce vitamínu C a vzájemně se ve svém účinku podporují. Bioflavonoidy jako tzv. fytochemické látky rostlinám umožňují bránit se proti infekcím a dalším škodám napáchaným mikroorganismy, hmyzem či jinými nepřáteli. K nejvýznamnějším flavonoidům, kterým byla věnována část této bakalářské práce, patří kvercetin nacházející se často v jablkách či cibuli, rutin v pohance, resveratrol v červeném víně a katechin v čaji.

Cílem této práce bylo shrnout problematiku bioflavonoidů a zjistit, jakou roli hrají tyto látky ve výživě člověka. Pozitivní účinky na lidské zdraví vychází hlavně z jejich antioxidačního působení. Epidemiologické studie z různých částí světa prokazují, že některé složky ovoce a zeleniny mají značný vliv na určité typy rakoviny. U ovoce se uvádějí příznivé účinky zejména vůči rakovině ústní dutiny, jícnu a hrtanu, u zeleniny pro ochranu vůči onemocnění žaludku, tlustého střeva, konečníku a močového měchýře. Mnoho studií uvádí vliv bioflavonoidů v prevenci kardiovaskulárních chorob a v současné době rovněž při prevenci stárnutí.

V závěru bakalářské práce jsou uvedeny další pozitivní účinky těchto látek v prevenci nejrůznějších nemocí. Tyto účinky jsou dány hlavně jejich schopností inaktivovat volné radikály a redukovat vznikající hydroperoxydy. Bioflavonoidy se uplatňují například při léčbě křečových žil, hemoroidů, parodontózy, různých otoků a zánětů.

Hodně lidí dnes paradoxně konzumuje raději vitamíny v podobě doplňků stravy místo čerstvého ovoce a zeleniny. Je proto nutné si uvědomit, že bioflavonoidy v ovoci, zelenině a jiných zdrojích jsou pro naše zdraví nenahraditelné a mnohokrát prospěšnější než syntetické preparáty.

Klíčová slova: bioflavonoidy; antioxidanty; kardiovaskulární choroby; rakovina

Abstract

Bachelor thesis is considered with bioflavonoids and their contribution to the human body. It is described the history, characteristics of bioflavonoids, chemical composition and their sources in food, here. The next part is focused on effects of bioflavonoids against some civilization diseases such as cardiovascular disease or cancer, and emphasizes their importance in human nutrition.

The discovery of bioflavonoids is dated to the first half of the 19th century when the tanstuffs were detached. Bioflavonoids rank among the group of substances called polyphenols and it's known more than 20 000 of them. There are ubiquity substances in the vegetal kingdom furnishing the characteristic colouring or taste of fruit and vegetable. Flavonoids are not even in fruit and vegetable but also in pulses, hops, buckwheat, tea, grapevine, chocolate and further spices. The contain of polyphenols in the plant diet can be affected by the variety, conditions of growing, picking maturity, processing, stocking or culinary treatment. The optimal is the flameproof finish in steam when the polyphenols fade away at least. The main place of polyphenol resorption in the human digestive system is the small intestine and colon. Bioflavonoids are thought of the protectors of the vitamin C and these two substances assist to each other in their effects. Bioflavonoids as so-called phytochemical substances make possible to plants to resist a infections and other damage resultings committed by microorganisms, insects or other enemy. The most considerable flavonoids, the part of this bachelory was devoted, fall into quercetin which is often situated in apples, onion, rutin in buckwheat, resveratrol in red wine and catechin in tea.

The purpose of this working was to draw up the problems of bioflavonoids and find out which status these substances have, in a human nutrition. The positive effects to a human health agree from their antioxidative treatment at all. The epidemiological studies from the various parts of the world prove that some components of fruit and vegetable have considerable influence to certain types of cancer. In fruit are mentioned the positive effects against the oral cavity cancer, gullet and larynx cancer, in vegetable against stomach illness, colon, rektum and

urocyst cancer. Many studies mention the influence of bioflavonoids in a prevention cardio-vascular illness and in a present day also in a ageing process prevention.

At the end of the bachelory there are mentioned other positive effects of these substances in assorted illnesses prevention. These effects are due to their ability to inactivate free radicals and reduce risik hydroperoxides. Bioflavonoids assert theirselves for example in a varicose veins treatment, piles, paradentos, variety tumours and inflammation.

Many people use up ironically rather vitamins as food supplements in place of fresh fruit and vegetable. Because of it that's necessary to learn that bioflavonoids in fruit, vegetable and other sources are irreplaceable for our health and many times more wholesome than the syntetic preparations.

Keywords: bioflavonoids; antioxidants; cardio-vascular illnesses; cancer

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu Dr. Ing. Jaromíru Kadlecovi za cenné rady, připomínky a odbornou pomoc s prací.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Bioflavonoidy ve výživě člověka a jejich význam v prevenci civilizačních chorob vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů uvedených v seznamu citované literatury. Současně prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím, aby tato bakalářská práce byla zveřejněna elektronickou cestou v přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 12. 4. 2010

Skočná Zuzana

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Historie bioflavonoidů	12
3. Charakteristika bioflavonoidů.....	14
3.1 Spolupůsobení flavonoidů a vitamínu C.....	17
3.2 Flavonoidy z chemického hlediska	18
3.2.1 Resorpce a přeměny polyfenolů v trávicím traktu	22
4. Rozdělení bioflavonoidů do jednotlivých kategorií.....	26
4.1 Flavonoidy	29
4.1.1 Flavonoly	29
4.1.2 Flavony.....	30
4.1.3 Isoflavony.....	31
4.1.4 Flavanony	33
4.1.5 Anthokyanidiny.....	34
4.1.6 Flavanoly.....	36
4.2 Stilbeny	37
4.3 Lignany	37
5. Význam a chemická struktura vybraných flavonoidů	40
5.1 Kvercetin, kemferol a myricetin	40
5.2 Rutin.....	43
5.3 Hesperetin, naringenin	45
5.4 Katechin, epikatechin.....	46
5.5 Resveratrol	48
6. Bioflavonoidy ve vztahu k prevenci civilizačních chorob.....	51
6.1 Bioflavonoidy v prevenci kardiovaskulárního onemocnění	55
6.2 Bioflavonoidy v prevenci rakoviny.....	60
6.2.1 Protirakovinné schopnosti zeleného čaje	65
6.2.2 Protirakovinné schopnosti brukvovité zeleniny.....	66
6.2.3 Protirakovinné schopnosti citrusů.....	67
6.2.4 Antioxidanty v prevenci rakoviny prostaty.....	69
6.2.5 Protirakovinový potenciál drobného ovoce	70
6.2.6 Protirakovinový potenciál čokolády	71
6.3 Bioflavonoidy v prevenci jiných onemocnění	72
6.3.1 Účinek flavonoidů při bolesti svalů	72
6.3.2 Účinek flavonoidů při oparu (herpes labialis).....	73
6.3.3 Účinek flavonoidů při menstruačních potížích	73
6.3.4 Účinek flavonoidů při tvorbě zubních kazů.....	73
6.3.5 Účinek flavonoidů při spálené pokožce	73
6.3.6 Účinek flavonoidů při léčbě křečových žil, hemoroidů aj.	74
6.3.7 Účinek flavonoidů při šedém zákalu.....	74
6.3.8 Účinek flavonoidů léčivé rostliny <i>Scutellaria baicalensis</i>	75
6.3.9 Účinek flavonoidů chmele	76
7. Závěr.....	77
8. Summary	80
9. Použitá literatura	83

1. Úvod

V poslední době je ve větší míře věnována pozornost názorům, že zvýšená konzumace zeleniny a ovoce může snižovat riziko vzniku některých forem rakoviny, kardiovaskulárních chorob a některých dalších onemocnění. Předpokládá se, že je to díky vysokému obsahu antioxidantů, tj. látek, které mají schopnost eliminovat působení radikálů vznikajících ve tkáních.

Mezi účinné přírodní antioxidanty, které jsou součástí naší potravy, patří β -karoten, vitamin C, vitamin E a velká skupina látek označovaných souhrnně jako polyfenoly. Antioxidační účinky těchto vitaminů a karotenů jsou známé a popsány již delší dobu. Polyfenoly se do popředí úvah o možné antioxidační terapii dostávají teprve v posledních letech. Jsou to látky ubikvitární v rostlinné říši a jsou nejrozšířenějšími sloučeninami s redukčními účinky v naší stravě. Ochranné látky jsou nejvíce zkoumány vzhledem k nejzávažnější skupině nemocí, tj. ve vztahu k prevenci nádorových onemocnění.

V rostlinách bylo identifikováno několik tisíc fenolických látek s ohromnou rozmanitostí struktur. Mnohé z těchto látek jsou zastoupeny v běžných potravinách, zejména v ovoci, zelenině a některých nápojích. Celkový denní příjem polyfenolů byl odhadnut na 1 g a je tedy vyšší než příjem antioxidačních vitaminů. V řadě experimentálních studií bylo také prokázáno, že antioxidační aktivita mnoha rostlinných fenolických látek je vyšší než účinek antioxidačních vitaminů.

Fenolické látky přijímané ve výživě člověka lze rozdělit do tří základních skupin: na fenolické kyseliny, flavonoidy a skupinu stilbenů a lignanů.

Cílem této literární studie je shrnout především charakteristiku bioflavonoidů, a to jak z obecného, tak z chemického hlediska, obsah těchto látek v potravinách a jejich význam ve výživě lidí. U vybraných bioflavonoidů byl zpracován jejich podrobnější popis, význam a chemická struktura. Výskyt bioflavonoidů v potravinách rostlinného původu je velmi rozsáhlý, proto je hlavním cílem zjistit, proč jsou vlastně bioflavonoidy ve výživě člověka důležité, a to hlavně v prevenci civilizačních chorob a také v procesu stárnutí.

2. Historie bioflavonoidů

V letech 1821–1846 ze dřeva stromu *Acacia catex* byly izolovány třísloviny, ve kterých byly zjištěny mnohočetné fenolické sloučeniny. V routě zahradní a v chmelu byl objeven rutin a jeho flavonolový aglykon kvercetin. V roce 1876 C. Darwin vyslovil domněnku o vývojové funkci a významu flavonoidů v rostlinách.

V letech 1850–1900 se provedlo intenzivní studium výskytu flavonoidních aj. polyfenolových látek v různých částech rostlin a jejich významu z hlediska organoleptických vlastností ovoce, zeleniny, chmelu, révy, tabáku apod., dále významu pro barvu listů a květů, účinku na opylující a škodlivý hmyz a studium složení tříslovin a ligninu.

V průběhu let 1901–1920 Wilstätter a později Freudenberg izolovali a identifikovali z tříslovin antokyanidiny, flavony a flavonoly, Rosenheim objevil leukoantokyanidiny.

Během roku 1926 a 1927 Zilva izoloval z citronové šťávy silně redukující látku s antiskorbutickým účinkem. Randoin, Lecoq a Bezssonov vyslovili předpoklad existence dvou vitaminů C, z nichž jeden má povahu rostlinného barviva. Postupně vznikl pojem vitamin C1 a C2, druhý antiskorbutický faktor, ekonomický faktor vitaminu C aj. Tato paralelní forma specificky léčila hemoragie doprovázející kurděje a způsobené krvácením z podkožních kapilár. Alternativní označení bylo antipermeabilitní faktor.

V rozmezí let 1936–1938 A. Szent-Györgyi et al. vytvořil koncepci vitaminu P. Izoloval 2 g semikrystalické látky z 200 kg citronů, kterou nazval citrin (směs flavanonů eriodictyolu a hesperidinu). Jen kyselina askorbová ve směsi s touto látkou byla schopna úplně vyléčit pokusně vyvolaný skorbut u morčat, zejm. odstranit hemoragickou purpuru. Proto skorbut definoval jako avitaminosu C + P. V opakovaných pokusech nebyl tento postulát potvrzen a vitaminová povaha flavonoidů byla popřena.

Teprve v roce 1952 vznikl pojem flavonoidy, tj. skupina rostlinných polyfenolů obsahujících flavonový skelet. Bylo zavedeno užívání flavonoidů v chemotaxonomii rostlin.

V letech 1940–1970 se uskutečnilo intenzivní studium čistých preparátů flavonoidů (1959: předpoklad 40 různých farmakologických účinků), jejich vliv na

metabolismus kolagenu a na vitamin C. Byly zavedeny preparáty Venoruton, Rutaskorbin, Crataegutt, Iproflavon, Gallaskorbin aj. Provedly se studie vlivu flavonoidů na enzymy peroxidasy, KA-oxidasy a využití chelátotvorných účinků flavonoidů v analytické chemii.

V roce 1968 bylo odmítnuté označení vitamin P (připouští se „Vitamin P-like substances“) orgánem Joint Committee on Nomenclature of the Amer. Soc. Biol. Chem. a Amer. Inst. Nutrit., stažení flavonoidních farmaceutik z trhu a zavedení pojmu „Bioflavonoidy“.

Dále v letech 1970–1990 pokračovalo studium účinku flavonoidů na metabolismus kolagenu a elastinu, jejich vliv na elastasu, lysosomální hydrolasy, prolylhydroxylasu, xantinoxidasu aj. enzymy. Uvádí se také hypotéza Diels-Alderovy kondensace s vitaminem C.

Po r. 1990 byl oživen zájem o nutriční hodnotu flavonoidů. Uskutečnila se série analýz na jejich obsah v potravinách, bilance jejich potravního příjmu, epidemiologické studie vztahů mezi velikostí příjmu a zdroji flavonoidů a vývojem zdravotního stavu. Hodnocena byla rovněž antioxidační aktivita flavonoidů a studium jejich metabolismu u člověka. Budovala se nová databáze flavonoidů a ostatních polyfenolů v rostlinách (ZLOCH, 2003).

3. Charakteristika bioflavonoidů

Flavonoidy, jejichž objev se datuje do první poloviny 19. století, tvoří skupinu přibližně 4000 látek chemicky identifikovaných a stále se v různých rostlinných zdrojích nacházejí nové sloučeniny (BLATTNÁ, 2006). Jsou to barevné fenolové látky, které se všeobecně vyskytují ve všech vyšších rostlinách, a to v povrchových barevných pletivech – ve slupce více než ve vnitřních pletivech (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Konopka tvrdí, že flavonoidy představují skupinu více jak 5000 různých sloučenin fenolu, které jsou obsaženy ve většině rostlin. Celá skupina těchto látek má velmi široké spektrum působení (KONOPKA, 2004).

Blatná uvádí, že flavonoidy se nejčastěji vyskytují v pomerančích a grapefruitech, dále v černém rybízu, šípcech, hroznech, luštěninách, oblíbeným zdrojem flavonoidů je rovněž červené víno. Vhodnými zdroji jsou v podstatě všechny druhy ovoce a zeleniny. Nacházíme je tedy hlavně v citrusovém ovoci, švestkách, višních, malinách, ostružinách, jahodách, ale také v paprikách, mrkvi, zeleném salátu, rajčatech a dalších. Z obilovin je na bioflavonoidy bohatá pohanka (BLATTNÁ, 2006). Flavonoidy jsou polyfenolické sloučeniny nalezeny v malém množství v mnoha rostlinných potravinách včetně ovoce a zeleniny, dále v čaji, ořešících a semenech, v bylinách a také v různém koření (MINK et al., 2007).

V citrusovém ovoci je největší koncentrace bioflavonoidů v bílé dužině, která se nachází pod povrchovou slupkou (je to právě ta část, kterou s takovou pečlivostí odstraňujeme zrovna našim dětem ...) (ARNDT, 2008).

Účinky těchto látek na zdraví byly spontánně využívány po staletí v lidovém léčitelství např. formou bylinných čajů. Řadí se do skupiny chemoprotektivních přírodních látek (BLATTNÁ, 2006).

Bioflavonoidy jsou látky rostlinného původu, které najdeme prakticky ve všech rostlinných buňkách. Flavonoidy jsou sloučeniny odvozené od polyfenolů, resp. heterocyklu flavonu. V současné době je známo těchto látek přes 20 000. Tyto látky nejsou pro naše tělo nepostradatelné, nemůžeme je tedy označit jako klasické vitamíny. Pro nás jsou spíše přírodním lékem. Lze se bez nich obejít, při pravidelném užívání však dokáží pomoci při mnoha nemocech, a to jak v léčbě, tak při prevenci.

Fenolické sloučeniny patří do hlavní třídy sekundárních metabolitů. Jsou odpovědné za významné organoleptické vlastnosti rostlin, a to hlavně barvu a chuťové vlastnosti. Jejich význam spočívá v pozitivním působení na zdraví

člověka. Studium jejich struktury a biologické aktivity je předpokladem pro porozumění jejich terapeutického působení a vliv na kvalitu výživy (TAPAS et al., 2008).

V přírodě dodávají bioflavonoidy ovoci a zelenině charakteristické zbarvení. Některými autory jsou zařazovány do skupiny tzv. vitamínů P (ANDRT, 2008) podle jejich vlivu na propustnost (permeabilitu) cévního řečiště (KUŽELA, 2002). Vitamín P je ve skutečnosti celou skupinou látek souhrnně označovaných jako flavonoidy (MARADA, 2006). Tato terminologie vychází z jejich hlavního účinku, kterým je velice pozitivní ovlivnění tzv. permeability, tj. propustnosti a pružnosti krevních kapilár. Tato vlastnost vychází z aktivace tvorby látky bílkovinné povahy - pružného kolagenu (ANDRT, 2008). Pro tyto své účinky se osvědčily zejména při léčbě křečových žil a některých otoků. Často se podávají spolu s vitamínem C. Obě látky se tak ve svém účinku vzájemně podporují. Jako doplňkový lék se můžou s úspěchem užívat i při léčbě bércových vředů a hemoroidů (MARADA, 2006).

Nezastupitelné místo mají také při léčbě paradentózy společně s vitamínem C, a dále slouží jako antioxidanty. Bioflavonoidy se řadí k neúčinnějším antioxidantům rostlinné říše a tudíž je využijeme k ochraně buněk před negativními účinky volných radikálů.

Andrt také uvádí, že mezi hlavní nepřátele bioflavonoidů patří - stejně jako je tomu u vitamínu C - teplo a světlo, var, voda, kyslík a kouření. Z léků Acylpyrin, některé léky na spaní a antikoncepční tablety (ANDRT, 2008).

Při předávkování flavonoidy může docházet k nevolnosti, bolesti žaludku, může se objevit zvracení a průjem. Extrémní dávky mohou působit toxicky na naše ledviny (MARADA, 2006). Jelikož se jedná o látky rozpustné ve vodě, je jejich nadbytečné množství rozpuštěno v moči a bez užitku opouští naše tělo vylučovacími cestami. Flavonoidy se v těle dlouhodobě neukládají a rizika s jejich užíváním jsou spojena jen s podáním extrémně vysokých a koncentrovaných dávek, nebo při podání osobám citlivým na danou látku.

Úplný deficit bioflavonoidů není u člověka znám. Může asi vznikat v průběhu skorbutu. U morčat se projevuje hemoragiemi, ekzémy a snížením počtu krevních destiček (trombopenií) (STRATIL, 1993). Nedostatek, špatné vstřebávání, či příliš rychlé odbourávání pocítují zejména kuřáci, ženy užívající hormonální antikoncepci, lidé užívající často acylpyrin či léky na spaní.

Flavonoidy by se neměly užívat, pokud byla prokázána přecitlivělost na tyto látky. Užívání by se měla žena vyhnout také tehdy, je-li těhotná nebo pokud kojí. Užívání flavonoidů většinou doporučí lékař. Nejčastějším důvodem jsou křečové žíly, zvláště jsou-li spojeny s častějšími otoky a záněty. Obvyklou počáteční dávkou je 20-40 mg 3 x denně (MARADA, 2006). Doporučuje se dávkování s ohledem na užívání vitamínu C. Neoptimálnější poměr dávek je 50 mg „vitamínu P“ na každých 300 mg vitamínu C.[1]

Podle Kalače kolísají obsahy flavonoidů jako u všech přirozených složek v potravinách v závislosti na řadě faktorů. Jejich syntéza v rostlinách je podmíněna dostatečnou intenzitou slunečního záření. Proto je ve skleníkové zelenině jejich obsah nižší než ve stejných druzích pěstovaných v polních podmínkách, ale také např. v osluněné části jablek více než v té, která není přímo ozářena. Vysoký podíl v jablkách je ve slupce. Konzervací ovoce a zeleniny dochází ke ztrátám (KALAČ, 2003).

Obsah polyfenolů v rostlinné stravě může být ovlivněn odrůdou, podmínkami pěstování, zralostí v době sklizně, zpracováním, skladováním či kulinární úpravou. Navíc nejsou polyfenoly v rostlinách rozloženy rovnoměrně a proto může mít následné zpracování podstatný vliv na jejich konečné množství. Podobné je to s obsahem polyfenolů v obilovinách před a po zpracování na mouku. Při tepelné úpravě v páře se ztrácí nejméně polyfenolů. Např. u brambor se polyfenoly ztrácí jak loupáním tak vařením. Na druhé straně může být technologickým procesem obsah polyfenolů zvýšen, jako je tomu např. při výrobě džusu nebo vína. Při lisování ovocné šťávy dojde k uvolnění fenolových látek, které jsou za syrového stavu nedostupné (MENDELOVÁ, 2005). Potrava připravovaná na volné pánvi bude na „vitamín P“ chudší, než potrava připravovaná v páře.[1]

Podle Stratila mají některé flavonoidy mutagenní účinky a působí na některé enzymy podílející se na metabolismu karcinogenů. Mohou být i střevními mikroorganismy metabolizovány na mutagenní látky. Vstřebatelnost těchto flavonoidů je však velmi malá, například u kvercetinu je menší než 1 %. To značně omezuje jeho toxicitu. Naopak velmi prospěšné flavon-3-oly mají vysokou vstřebatelnost. Přitom nemají mutagenní vlastnosti ani nejsou střevní mikroflórou na mutagenní látky přeměňovány. Flavon-3-oly jsou charakterizovány dostupností a neškodností, a tím se liší od celé řady flavonoidů a polyfenolů. Mají

antiskorbutickou aktivitu, působí na odolnost cév, chrání kyselinu askorbovou před odbouráváním a zvyšují její vstřebávání ve střevě (STRATIL, 1993).

Naproti tomu, že flavonoidy nejsou všeobecně považované za látky s nutriční hodnotou, zájem o ně přetrvává pro jejich příznivé účinky na lidské zdraví. Flavonoidy jsou významnou součástí antioxidantního systému, zabráňují peroxidaci lipidů, působí antimikrobiálně, antimutageně, antidiabeticky. Procházejí krevní stěnou a přispívají k inaktivaci volných radikálů (MAGÁLOVÁ, 1999). Konečně existují i důkazy o tom, že flavonoidy zlepšují funkci imunitního systému ve smyslu správné modulace ochrany organismu (KONOPKA, 2004).

3.1 Spolupůsobení flavonoidů a vitamínu C (kyseliny askorbové)

Jak již bylo zmíněno, v přírodě doprovází bioflavonoidy hlavně vitamín C. Zde působí v roli jakéhosi ochránce tohoto vitamínu. Chrání jej nejen před poškozením oxidačními procesy, ale zároveň výrazně zvyšují jeho vstřebatelnost a účinnost. Tyto dvě látky jsou výstižným příkladem tzv. synergického působení, kdy jejich společný účinek je mnohonásobně vyšší (ANDRT, 2008).

Injekce flavonoidů zvyšuje koncentraci kyseliny askorbové v různých orgánech. Rostliny s vysokým obsahem flavonoidů mají i vysoký obsah kyseliny askorbové. Flavonoidy jsou antioxidanty a reagují s hydrofilními a lipofilními systémy. Kyselina askorbová je v neutrálním a alkalickém prostředí snadno oxidována měďnatými ionty za přítomnosti volných radikálů. Flavonoidy mají při nízkém pH (kyselém prostředí) ochranné antioxidantní působení tím, že zachytávají volné radikály. V neutrálním a zásaditém prostředí vážou měď do komplexu. Měď obsahuje např. enzymy oxidáza kyseliny askorbové a peroxidáza. Tyto enzymy jsou flavonoidy inhibovány, a tím šetří v organismu kyselinu askorbovou před jejím metabolickým odbouráváním. Také vitamíny biotin a kyselina p-amino-benzoová chrání kyselinu askorbovou. Některé flavonoidy redukuje kyselinu dehydroaskorbovou na aktivní kyselinu askorbovou, brání jejímu metabolickému odbourání a vrací ji k opětovnému využití v organismu.

Propustnost je dána výměnou kapaliny a difuzí bílkovin, odolnost cévní tkáně je dána pronikáním krve stěnou kapilár a tvorbou kožních hemoragií. Je možno rozlišit dva druhy sloučenin působících na odolnost cév. První skupinu tvoří látky působící jednorázové zvýšení odolnosti cév, k nim patří adrenalin, katecholaminy,

četné polyfenoly, kvercetin a jeho deriváty (antin), flavony a obecně flavonoly, chalkony, isoflavony a kumariny. Druhou skupinu tvoří látky působící dvojfázové zvýšení odolnosti cév. K nim patří kyselina askorbová, flavon-3oly, katechiny, leukokyanidy a gallokatechiny. Působí proti skorbutu. Vysoce polymerizované katechiny (flabafeny) mají opačné působení, tj. snižují odolnost cév a podporují rozvoj skorbutu (STRATIL, 1993).

Například flavonoid rutin spolu s dalšími bioflavonoidy zvyšuje hladinu askorbové kyseliny v různých živočišných orgánech tím, že ji buď chrání před oxidací katalyzovanou ionty kovů nebo zvyšuje její využitelnost v organismu. Přírodní zdroje askorbové kyseliny obsahující flavonoidy (např. šípky, kde je značné množství rutinu) jsou proto účinnější než syntetický vitamin C (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Potencuje antioxidační aktivitu vitaminu C, zlepšuje jeho absorpci ve střevech a má prospěšný účinek na vitamin C v pojivových tkáních (BLATTNÁ, 2006).

Podle Heinermana je černý rybíz významným zdrojem vitaminu C a bioflavonoidu rutinu, díky kterému je šťáva jedinečným prostředkem pro zmírnění pohmožděnin, krvácivosti dásní, prosakování drobných kapilár, léčbu hemoroidů a problémů pojivové tkáně (HEINERMAN, 2000).

3.2 Flavonoidy z chemického hlediska

Polyfenoly jsou skupinou chemických látek, v přírodě hojně zastoupenou a je jim přisuzován pozitivní vliv na lidský organismus (FAITOVÁ et al., 2003).

Podle Velíška jsou flavonoidní látky neboli flavonoidy velice rozsáhlou skupinou rostlinných fenolů obsahujících v molekule 2 benzenové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem. Jedná se o uspořádání C₆-C₃-C₆. Svými vlastnostmi se velmi liší od jiných fenolových pigmentů, a proto jsou uváděny jako samostatná skupina rostlinných barviv. Další rostlinné fenoly jsou uvedeny jako chinoidní barviva, jako přírodní antioxidanty, přírodní toxické látky nebo sensoricky aktivní látky (VELÍŠEK, 2002, 3. díl).

Polyfenoly jsou látky obsahující několik fenolických funkčních skupin na jednotlivých aromatických jádrech molekuly (někdy jen na jádre jediném). Nejběžnější typy rostlinných fenolických látek lze přehledně klasifikovat např. podle počtu uhlíků a jejich vzájemných vazeb (HARMATHA, 2005)

U většiny flavonoidů je C₃ řetězec součástí heterocyklického (pyranového)

kruhu. Flavonoidy jsou tedy odvozeny od kyslíkaté heterocyklické sloučeniny 2H-chromenu, substituovaného v poloze C-2 fenylovou skupinou, který se nazývá flavan. Flavanový skelet se skládá ze dvou benzenových kruhů (A a B) a kruhu odvozeného od 2H-pyranu (C). Kruh B je spojen s pyranovým kruhem (C) v poloze C-2. Běžně bývají všechny tři kruhy substituovány hydroxyskupinami nebo methoxyskupinami a jednotlivé deriváty se liší pouze stupněm substituce a oxidace. Vyskytují se jako volné látky nebo častěji jako glykosidy (VELÍŠEK, 2002, 3. díl).

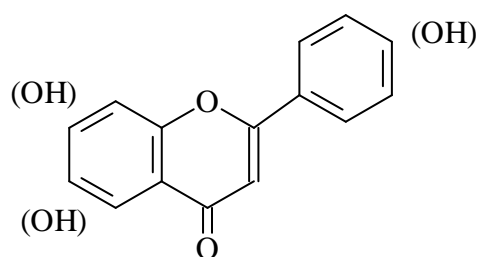
Šilhár připisuje ochranný účinek flavonoidů před rozvojem arteriosklerózy jejich schopnosti inhibovat lipoperoxidázu. Jsou schopné vychytávat peroxylové radikály. Flavonoidy musí obsahovat nejméně dvě fenolové skupiny, aby vykazovaly antioxidační aktivitu. Jejich výhodou je, že jsou aktivní ve vodním i lipofilním prostředí (ŠILHÁR, 2004).

Rozeznáváme základní struktury flavonoidů:

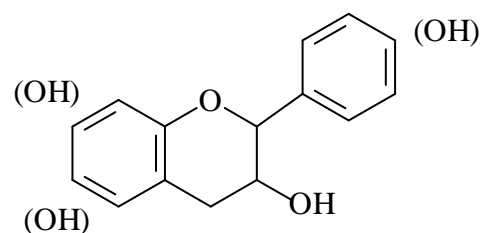
- Flavonoly
- Flavony
- Isoflavony
- Flavanony
- Anthokyanidiny
- Flavanoly

Strukturu některých flavonoidních látek uvádí obrázek č. 1:

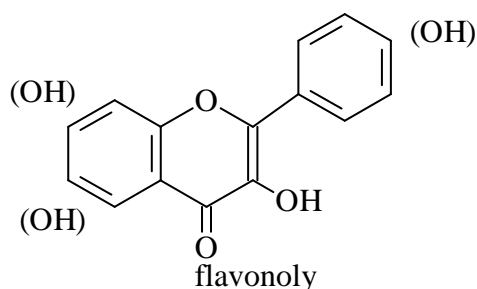
(Zdroj: www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf)



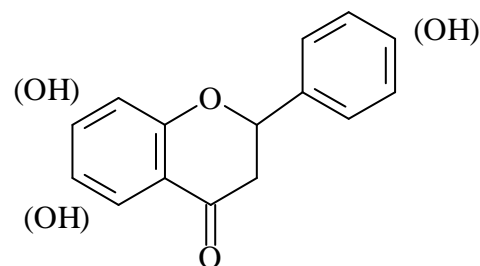
flavony



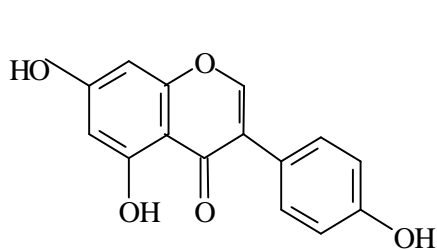
flavanoly



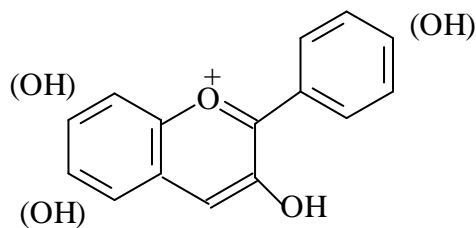
flavonoly



flavanony



anthokyanidiny



isoflavony

Ze strukturně příbuzných sloučenin (vesměs produktů biosyntézy a katabolismu flavonoidů), u kterých jsou kruhy A a B spojeny alifatickým C₃ řetězcem nebo řetězcem, který je částečně součástí furanového cyklu, se dále rozeznávají:

- chalkony a dihydrochalkony
- aurony (VELÍŠEK, 2002, 3. díl)

Chalkony, dihydrochalkony a aurony nejsou v potravinářsky významných rostlinných materiálech příliš zastoupeny, mají ale význam jako barviva květů mnoha rostlin (např. hledíku, krásenky a jirinky). Jsou i barvivy dřevní hmoty stromů a semen luštěnin. Karthamin je žluté až červené ve vodě rozpustné barvivo získávané z květů světlice barvířské. Karthamin je jediným barvivem chalkonového typu doporučeným v některých zemích pro barvení potravin. Jeho vlastnosti nejsou dosud příliš známy, ale zdá se, že může být perspektivním potravinářským barvivem např. pro jogurty a jiné mléčné výrobky.

Méně běžné sloučeniny s kruhem B spojeným s pyranovým kruhem C v poloze C-3 se nazývají isoflavonoidy, pokud je toto spojení v poloze C-4, nazývají se příslušné sloučeniny neoflavonoidy. Potravinářsky významnými isoflavonoidy jsou pouze isoflavony.

Pouze některé flavonoidy jsou však důležité jako přírodní rostlinná barviva, jiné jsou významné pro svoji chuť (jsou to trpké a hořké látky nebo jejich prekurzory) nebo mají významné biologické účinky. Jejich obsahy jsou vesměs nízké, běžně jen jednotky až desítky mg.kg⁻¹.

Velíšek dále uvádí, že se všechny barevné flavonoidy dříve dělily podle své barvy na 2 velké skupiny, na červené až modré anthokyany (anthokyaniny) a žluté anthoxanthiny. Názvy pocházely z řeckých slov květ (*anthos*), modrý (*kyaneos*) a žlutý (*xanthos*). Názvy flavonů a dalších žlutých flavonoidů mají dodnes jména podle latinského flavus (žlutý). Chalkony a aurony se dříve nazývaly anthochlory

nebo anthochlorové pigmenty (*chloros* je řecky zelený) (VELÍŠEK, 2002, 3. díl).

Podle Kalače patří flavonoidní barviva chemicky mezi glykosidy, protože jsou složena ze sacharidové složky (mono- či oligosacharidu), na niž je glykosidickou vazbou vázán aglykon. Ten má charakter fenolické sloučeniny. Proto se někdy spolu s příbuznými látkami řadí tato barviva mezi rostlinné fenolické sloučeniny. Základem skeletu aglykonu jsou heterocykly flavon, flavonol a flaven (KALAČ, 2001).

Podle Velíška jsou další flavonoidy většinou světle žlutá až tmavě žlutá barviva, jejichž nositeli jsou flavanony, flavanonoly, flavony, flavonoly, chalkony, aurony a isoflavony. Jako přirozené pigmenty potravin mají největší význam flavony a flavonoly. Kromě několika výjimek se však tyto flavonoidní látky jako potravinářská barviva nepoužívají (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Kalač popisuje, že na obou aromatických jádrech jejich skeletů se vyskytuje několik fenolických skupin či methoxyskupin (-OCH₃). Nejběžnějšími aglykony těchto barviv jsou flavony apigenin a luteolin a flavonoly kemferol, kvercetin a myricetin. Tyto aglykony tvoří se řadou sacharidů glykosidy, z nichž mnohé mají pro člověka i zvířata příznivé biologické účinky, takže jejich barevnost je až druhořadou záležitostí (KALAČ, 1999).

Většina flavonoidů se v potravinách účastní reakcí enzymového hnědnutí. Schopnost vázat těžké kovy spolu se schopností terminovat radikálové oxidační reakce propůjčuje flavonoidům vlastnosti antioxidantů. Kovové komplexy flavonoidů však někdy způsobují v potravinách nežádoucí diskolorace (VELÍŠEK, 2002, 3. díl).

Od skeletu flavenu se odvozují příbuzné aglykony anthokyanidiny. Ty se váží glykosidickou vazbou na sacharidy a vznikají tak anthokyanová barviva. Ta jsou modrá, fialová a červená a v důsledku polarity molekuly jsou rozpustná ve vodě. Zatím je jich známo asi tři sta. Jedná se o atraktivní barviva nejen květů, ale i plodů ovoce a zeleniny. Významné jsou rovněž jejich antioxidační účinky.

Běžné fenolické kyseliny se odvozují zejména od:

- kyselina gallová (kyselina 3,4,5-trihydroxybenzoová)
- kyselina vanilinová (kyselina 3-methoxy-4-hydroxybenzoová)

a od kyseliny *trans*-skořicové, které se spolu s geneticky příbuznými alkoholy, z nichž je vystavěn lignin, označují též jako fenypropeny či fenypropenoidy C₆-C₃:

- kyselina *p*-kumarová

- kyselina ferulová
- kyselina sinapová
- kyselina kávová a řada dalších (KALAIČ, 2001).

Fenolové kyseliny, např. kyselina kávová, ferulová nebo gallová se nejčastěji nacházejí v rostlinách ve formě esterů, v nichž se váží karboxylem na hydroxylové skupiny organických kyselin nebo sacharidů. Nejběžnější látkou tohoto typu je kyselina chlorogenová, tedy 5-kofeylchinová kyselina. Kyselina chlorogenová se vyskytuje ve vysokém množství v kávě (50-150 mg v šálku kávy). Konzumenti kávy tak mohou přijímat více fenolových kyselin než flavonoidů (HARMATHA, 2005).

3.2.1 Resorpce a přeměny polyfenolů v trávicím traktu

Flavonoidy jsou metabolizovány v játrech, vylučují se močí (jejich metabolity lze prokázat cca za 48 hodin po podání), částečně i žlučí a malé množství vypařováním. Vstřebávají se velmi rychle, již za hodinu je možno je prokázat ve slinách (ANDRT, 2008).

Absorpce polyfenolů z trávicího traktu je pravděpodobně vysoká, ale koncentrace původního rostlinného polyfenolu v plazmě je nízká. Většina polyfenolů podléhá v trávicím traktu hydrolytickým reakcím. Tyto přeměny vedou k velkému počtu metabolitů, u některých z nich však zůstává zachována antioxidační aktivita.

Slanina uvádí, že hlavním místem resorpce polyfenolů v trávicím traktu je tenké a tlusté střevo. Existují však důkazy, že některé polyfenoly přijímané v nápojích se mohou částečně resorbovat již v dutině ústní. Po vypití zeleného čaje byla koncentrace katechinů ve slinách o dva řády vyšší než v plazmě. Ve slinách byla také zjištěna esterasa hydrolyzující epigallokatechingalát na epigallokatechin (SLANINA, TÁBORSKÁ, 2004). Ústní dutina je prvním místem absorpce polyfenolů do organismu. Sliznicí jsou zde absorbovány některé stilbeny (ASENSI et al., 2002). Provedený pokus ukazuje, že pomalé pití čaje je vhodnou metodou k distribuci vyšších koncentrací katechinů v oblasti dutiny ústní a jícnu (YANG et al., 1999). Potrava dále postupuje z dutiny ústní do žaludku, kde je vystavena působení nízkého pH zapříčiněného sekrecí kyseliny chlorovodíkové, která zde vytváří vhodné prostředí pro funkci proteázy pepsinu, a také tvoří bariéru proti průniku mikroorganismů dále do gastrointestinálního traktu. Z provedených studií vyplývá, že za normálních podmínek jsou flavonoidy v gastrickém prostředí stabilní. Potrava zůstává v žaludku po dobu 30 až 90 minut a polyfenoly jsou potom společně s ní

postoupeny do dalších částí trávicího traktu (GEE et al., 1998, OLTHOF et al., 2001).

Původně se předpokládalo, že polyfenoly nemohou být resorbovány z trávicího traktu člověka ve formě relativně polárních glykosidů nebo esterů. Překvapivé výsledky však přineslo studium resorpce polyfenolů v trávicím traktu u pacientů s ileostomií, tedy s chirurgickým vývodem poslední části tenkého střeva břišní stěnou s odváděním jeho obsahu. Mikrobiální degradace sloučenin v tenkém střevě je minimální a podíl resorbovaného polyfenolu se dá vypočítat z jeho příjmu a z množství stanoveného v ileostomickém výtoku. Byla nalezena vysoká míra resorpce polyfenolů v tenkém střevě.

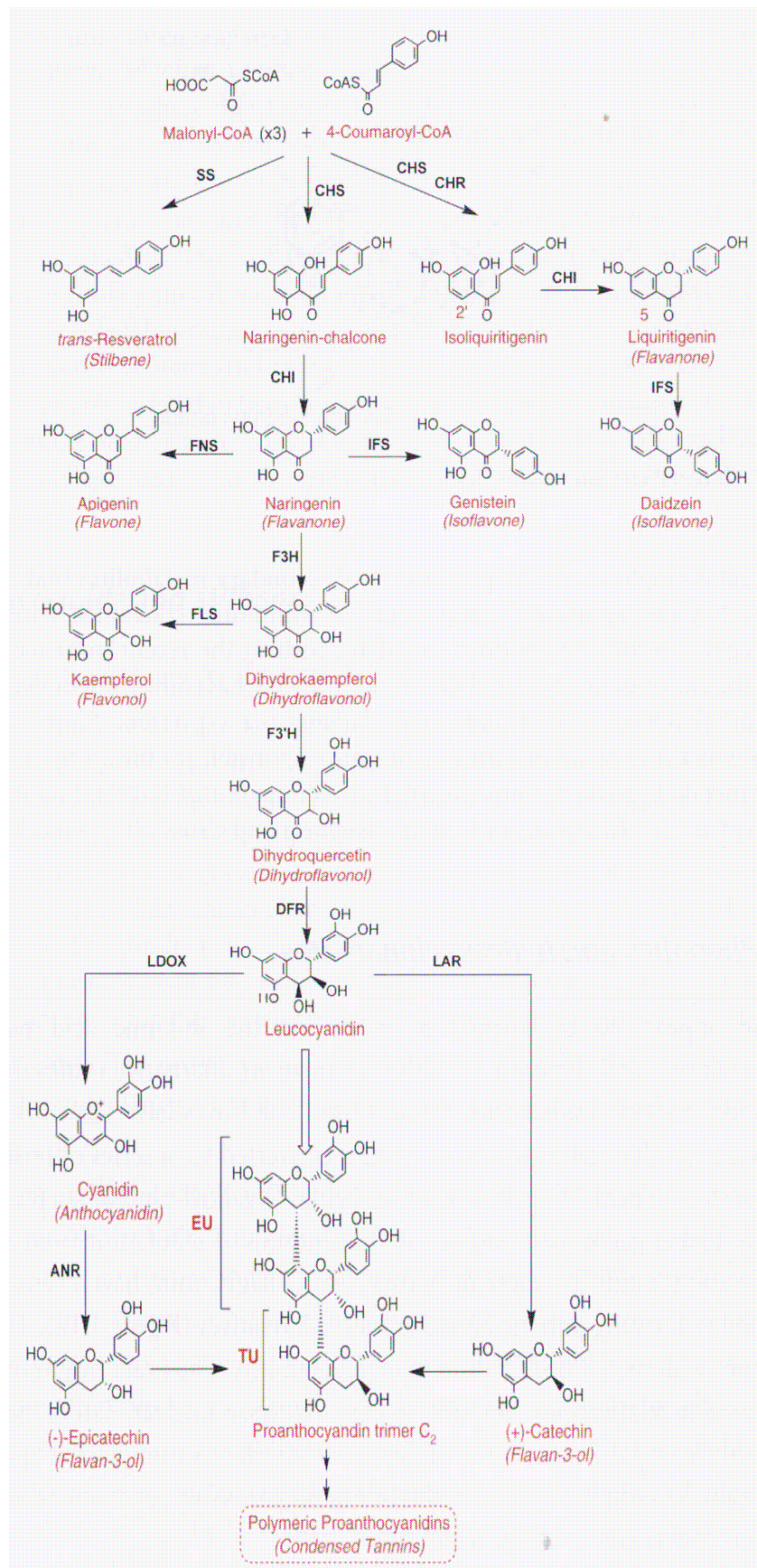
Pro přeměnu glykosidů v tenkém střevě má největší význam enzym laktasa. Enzym je lokalizován na vnější straně membrány kartáčového lemu enterocytů, může tedy působit na polyfenoly v lumen tenkého střeva (SLANINA, TÁBORSKÁ, 2004).

Fenolické kyseliny se vyskytují ve stravě převážně v esterifikované formě, která brání jejich vstřebání. Hojně rozšířeným esterem je kyselina chlorogenová složená z kyselin kávové a chinové. Nepřítomnost esteráz schopných štěpit kyselinu chlorogenovou vede k tomu, že podléhá rozkladu až v přítomnosti mikroflóry tlustého střeva (RECHNER et al., 2004).

V krvi savců a člověka byly nalezeny některé glykosidy flavonoidů. Hydrolyza sacharidové složky není tedy pravděpodobně nutnou podmínkou účinné resorpce všech polyfenolů. V lidské plazmě a moči byly opakovaně nalezeny anthokyany.

Polyfenoly, které nejsou resorbovány v tenkém střevě, se dostávají do tlustého střeva, kde jsou metabolizovány střevními baktériemi. Aglykony flavonoidů jsou rozštěpeny v místě pyranového cyklu, obvyklými produkty jsou fenolové kyseliny. Ty podléhají v tlustém střevě dehydroxylačním reakcím.

Je nutné poznamenat, že koncentrace polyfenolů v tlustém střevě vzhledem k jejich omezené resorpci v tenkém střevě a resorpci vody v tlustém střevě může dosáhnout vysokých hodnot a může působit preventivně proti vzniku kolorektálního karcinomu. Po resorpci z trávicího traktu jsou polyfenoly dále metabolizovány enzymy přítomnými v tkáních člověka. Přeměny jsou velmi podobné metabolismu léčiv a jiných xenobiotik. Polyfenoly se konjugují s kyselinou glukuronovou, sírovou nebo glycinem (SLANINA, TÁBORSKÁ, 2004).



Obrázek č. 2: Schéma metabolické cesty a uplatňujících se enzymů při tvorbě stilbenů a flavonoidů (CROZIER et al., 2006)

Zkratky enzymů:

SS – stilbensynthasa;
CHS – chalkonsynthasa;
CHR – chalkonreduktasa;
CHI – chalkonisomerasa;
IFS – isoflavonsynthasa;
FNS – flavonsynthasa,
FLS – flavonolsynthasa;
DFR – dihydroflavonol 4-reduktasa;
ANS – anthocyanidin-4-reduktasa;
F3H – flavanon 3-hydroxylasa;
F3'H – flavonol 3-hydroxylasa;
LAR – leukocyanidin 4-reduktasa;
LDOX – leukocyanidindeoxygenasa;
ANR – anthocyanidinreduktasa;
EU – extension units;
TU – terminal units
(CROZIER et al., 2006)

Flavonoidy jsou strukturálně velmi odlišné a mnoho z nich patří k látkám odpovědným za snížení rizika rakoviny. Je důležité pochopení fyziologického chování těchto sloučenin po perorálním požití stejně jako jejich absorpce, distribuce, metabolismus a vylučování. Tato poznání jsou důležitá pro definování farmakologických a toxikologických profilů těchto sloučenin (PRASAIN, BARNES, 2007).

Výzkum rostlinných fenolů stojí v popředí zájmu řady vědních oborů jako je medicína, farmakologie, molekulární biologie, biochemie, mikrobiologie, fyziologie, ekologie, agronomie, pedologie, lesnictví a zahradnictví (PRONĚK, 2003)

4. Rozdělení bioflavonoidů do jednotlivých kategorií

Polyfenoly a fenolové sloučeniny představují jednu z nejpočetnějších a nejvíce zastoupených skupin rostlinných metabolitů a tvoří nedílnou součást stravy lidí i zvířat. Je známo více než 8000 fenolových sloučenin. Polyfenoly jsou produkty sekundárního metabolismu rostlin. Mohou sahát od jednoduchých molekul, jako jsou fenolové kyseliny, až po vysoce polymerizované sloučeniny – tanniny (MENDELOVÁ, 2005).

Polyfenoly se dříve označovaly názvem tříslovina. Vyskytují se především v okrajových částech rostlin, kde přispívají k ochraně rostliny před vlivem okolí. Stejně tak chrání i naše tělo před různými škodlivinami. Zdroje přírodních fenolů uvádí **tabulka č. 1** (ZITTLAU, 2006):

Přírodní zdroje fenolů (Údaje v mg na 100g nebo 100 ml potravin)	
Jablečná šťáva	33-54
Hořká čokoláda	50-60
Fazole zelené	cca 7
Zelený a černý čaj	až 200
Pšeničné zrn	cca 50
Zelené zelí	97-155
Paprikové lusky	cca 3
Ředkvičky	7,5-10
Červené víno	400-650

Zpočátku polyfenoly zajímaly vědce pro jejich esenciální funkci ve fyziologii rostlin (růst, reprodukce, ochrana před patogeny a predátory). Postupně docházelo k poznání jejich antioxidačních vlastností a využitelnosti v lidském organismu, jejich možné role v prevenci nemocí spojených s oxidačním stresem (kardiovaskulární, nádorové a neurodegenerativní nemoci) (MENDELOVÁ, 2005).

Až do nedávné doby byly vitamíny, minerály a vláknina považovány za hlavní přínos ovoce a zeleniny pro prevenci chronických nemocí, zvláště pak rakoviny. Ale výsledky bádání v posledních letech toto hodnocení zpochybňují, a zdá se mnohem pravděpodobnější, že blahodárny vliv ovoce a zeleniny na boj proti rakovině je vázán na obsah fytochemických látek.

Fytochemické látky (bioflavonoidy) jsou molekuly, které rostlinám umožňují bránit se proti infekcím a dalším škodám napáchaným mikroorganismy, hmyzem či jinými nepřáteli. Rostliny nemohou před útočníky prchnout, a proto si musely

vypracovat důmyslné ochranné systémy, které jim umožňují případné agresory z okolí zahnat, anebo alespoň napravit neblahé následky útoku.

Fytochemické látky, které rostlina produkuje, mají tedy účinky antibakteriální, antimykotické a insekticidní, aby se jimi daly napravit škody způsobené agresory a rostlina dokázala tyto nepříznivé podmínky překonat (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Polyfenolové sloučeniny mohou být rozděleny do několika skupin v závislosti na počtu benzenových kruhů a podle způsobu, jak jsou jednotlivé kruhy vázány jeden ke druhému. Pak jsou rozlišovány čtyři skupiny:

1. Fenolové kyseliny
2. Flavonoidy
3. Stilbeny
4. Lignany (MENDELOVÁ, 2005)

Většina z nich patří do skupiny flavonoidů, avšak mají značné strukturní, biochemické a farmakologické odlišnosti. Flavonoidy tvoří zvláštní skupinu sloučenin, které sice nejsou nezbytné pro udržování života, ale významně přispívají k podpoře zdraví. Proto je možno považovat flavonoidy za semiesenciální složku potravy (STRATIL, 1993).

Tabulka č. 2 Přehled a rozdělení polyfenolů (MENDELOVÁ, 2005):

Fenolové kyseliny	
kyselina benzoová a její deriváty	
	kyselina gallová
	kyselina ellagová
kyselina skořicová a její deriváty	
	kyselina kávová
	kyselina ferulová
	kyselina sinapová
	kyselina chlorogenová
Flavonoidy	
Flavonoly	kvercetin
	kemferol
	myricetin
Flavony	apigenin
	luteolin
Isoflavony	genistein
	daidzein
	glycitein
Flavanony	hesperetin
	naringenin
	eriodictyol
Anthokyanidiny	kyanidin
	petunidin
	malvidin
	pelargonidin
	delfinidin
Flavanoly	katechin
	epikatechin
	gallokatechin
Stilbeny	
	resveratrol
Lignany	
	matairesinol
	sekoisolariciresinol

4.1 Flavonoidy

4.1.1 Flavonoly

Velíšek uvádí, že flavonoly jsou společně s flavony důležitými žlutými barvivy. Téměř univerzálními flavonoly jsou kemferol, kvercetin a myricetin, které se vyskytují hlavně jako glykosidy a jako kopigmenty doprovázejí anthokyany. Zvláště vysoký obsah kvercetinu je ve slupkách červených odrůd cibule, a to 2,5-6,5 % (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Cukerná složka je obvykle galaktóza, arabinóza, xylóza či kyselina glukuronová. Ovoce obvykle obsahuje 5-10 různých glykosidů flavonolu (MENDELOVÁ, 2005). Kalač popisuje na základě epidemiologických studií u těchto flavonoidů příznivé antimutagenní účinky a preventivní působení vůči srdečně-cévním chorobám. Jsou obsaženy také v jablkách, hlávkovém salátu, čaji, jahodách a červeném vínu (KALACH 2001).

Netypickým flavonolem je morin vyskytující se v listech morušovníku bílého (*Morus alba*). Příkladem ethyletherů flavonolů je rhamnetin, isorhamnetin a další. Isorhamnetin se jako 3-beta-rutinosid (narcissin) vyskytuje v citrusech aj. druzích ovoce (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Některé flavonoidy citrusových plodů jsou hořké (např. v grapefruitu). Mají žlutou barvu různých odstínů a intenzity (KALACH 2001).

Velíšek dále popisuje, že běžným glykosidem rostlin je rutin, v borůvkách (*Vaccinium myrtillus*) se např. nachází avikularin a isokvercitrin, poměrně běžný je myricitrin, v bavlníku (*Gossypium sp.*) se vyskytuje populnin, kvercimeritrin, herbacitrin a gosypitrin.

Ve větším množství než v ovoci se flavonoly a jejich glykosidy nacházejí v čaji (v listech keře *Camellia sinensis*). Hlavními složkami všech čajů jsou glykosidy. V černých čajích např. bývá přítomno 0,4-1,7 % glykosidů, v zeleném čaji 1,5-1,7 %, v instantních čajích 2,6-3,1 % v sušině. Významně přispívá k trpké chuti čajových nálevů.

Rutin a některé další glykosidy flavonoidů vykazují antioxidační vlastnosti, mají vliv na pružnost a permeabilitu krevních kapilár (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Blattná potvrzuje, že se aplikuje např. při zvýšeném krevním tlaku, cukrovce a onemocněních, kdy dochází ke zvýšení kapilární křehkosti. Podává se také sportovcům pro urychlení léčení poškozených svalů, kloubů a kůže (BLATTNÁ, 2006). Vyskytuje se v semenech i listech pohanky a dříve byl označován jako vitamín P (KALACH, 2001). Rutin se proto používá ve farmaceutických preparátech

a potravních doplňcích (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Vnitřní bílá slupka grapefruitu obsahuje význačné bioflavonoidy, zejména rutin a hesperidin, které jsou nezbytně nutné pro stavbu a posílení drobných cév. Tyto bioflavonoidy také pomáhají udržovat optimálně vyšší nastavení „tělesného termostatu“, takže jsou chemicky „spalovány“ nashromážděné tuky (HEINERMAN, 2000).

Flavonoly se akumulují ve vnějších částech rostlinných tkání (slupka, listy), neboť jejich syntéza je stimulována světlem. V závislosti na expozici slunečnímu světlu existují znatelné rozdíly v jejich obsahu. (MENDELOVÁ, 2005)

4.1.2 Flavony

Flavony jsou spolu s flavonoly nejrozšířenějšími žlutými pigmenty rostlin. Častými flavony jsou především apigenin a luteolin (VELÍŠEK, 2002, 3 díl.), obsažené hlavně v bylinách (petržel), červených paprikách a celeru (MENDELOVÁ, 2005). Pokud jsou přítomné ve vyšších koncentracích, přispívají k barvě rostlinných tkání. Méně často se vyskytuje tricetin a další flavony (VELÍŠEK, 2002, 3. díl).

Pečlivé zkoušky bioflavonoidů a jejich produktů v biologických systémech jsou velmi důležité. Například využitím hmotnostní spektrometrie a chromatografické metody byl prokázán velký obsah flavonoidů v bylinných extraktech (CULEA, GOCAN, 2009).

Řebříček chlumní (*Achillea collina*) obsahuje kromě farmaceuticky žádané silice jako vedlejší účinné látky také flavonoidy a třísloviny. Údaje o obsahu a složení flavonoidů v droze se v literatuře často liší, jednoznačně se uvádí pouze obsah flavonů luteolinu a apigeninu a jejich derivátů. Při pokusu se stanovením dynamiky obsahu flavonoidů v naťové a květní droze řebříčku chlumního bylo zjištěno, že obsah flavonoidů vykazuje ve vývojovém intervalu od diferenciaci květů do zralosti semen jasnou sestupnou tendenci (KARLOVÁ, 2003).

Nejběžnější z C-glykosidů jsou vitexin (8-C-glukosylapigenin) a orientin (8-C-glukosylluteolin), nacházející se např. v rýžových otrubách a v řadě druhů ovoce. Orientin a isoorientin vykazují určité antioxidační vlastnosti (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Ve fíkách se např. nachází C-glykosid schaftosid, sloužící k identifikaci fíkové šťávy v jiných ovocných šťávách. Citrusové ovoce obsahuje metoxylované flavony – nobiletin, sinensin a tangeretin, které se opět podílí na chuti (MENDELOVÁ, 2005).

Velíšek uvádí ještě zvláštní samostatnou skupinou asi 60 pigmentů odvozených od flavonů, které se nazývají biflavonoidy. Amentoflavon a další

biflavonyly se např. vyskytují ve větším množství v listech jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*) používaného pro speciální účely v medicíně (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Preventivně se užívá například proti náhlým příhodám mozkovým, ve stadiu experimentů je preventivní podávání proti rozvoji Alzheimerovy choroby. V jinanu bylo popsáno více než 70 biologicky aktivních složek, avšak pouze u dvou skupin byl popsán farmakologický účinek, jedná se o flavonoidy a terpeny. Antioxidačně účinné flavanoly, flavonoly a flavony tvoří kolem 24 % (isorhamnetin, kemferol, kvercetin, rutin); monoterpeny, diterpeny, triterpeny a sequiterpeny 6 % a organické kyseliny 0,5-1,0 % obsahu (KLEIJSEN, KNIPSCHILD, 1992).

4.1.3 Isoflavony

Luštěniny jsou staré kulturní plodiny a podle Chrenkové patří mezi významné zdroje bílkovin v lidské výživě. Jsou dobrým zdrojem obou forem vlákniny (rozpuštěné i nerozpuštěné). Nerozpuštěná vláknina povzbuzuje motoriku krve a snižuje riziko krevních chorob. Rozpuštěná pomáhá snižovat hladinu cholesterolu a snižuje tím riziko srdečních onemocnění. Luštěniny jsou využívány nejen jako potravina v lidské výživě, ale také jako krmivo pro užitková zvířata. V současnosti se začíná velká pozornost věnovat skupině látek, které se nacházejí v luštěninách – flavonoidům, přičemž se sleduje jejich obsah v jiných druzích potravin a též jejich vliv na lidské zdraví (CHRENKOVÁ, 2003).

Podrobně zkoumanou skupinou jsou isoflavony. Jsou schopné vázat se k estrogenovým receptorům a v důsledku toho jsou nazývány fytoestrogeny. Isoflavony se nalézají především v luštěninách. Sója a sójové výrobky jsou jejich hlavním zástupcem. Obsahují 3 hlavní sloučeniny: genistein, daidzein a glycitein, v poměru 1: 1: 0,2. Obsah isoflavonů sóji se však liší podle oblasti, podmínek pěstování a zpracování. Sójové boby obsahují mezi 580-3800 mg isoflavonů.kg⁻¹. Sójové mléko pak obsahuje 30-175 mg isoflavonů.l⁻¹ (MENDELOVÁ, 2005).

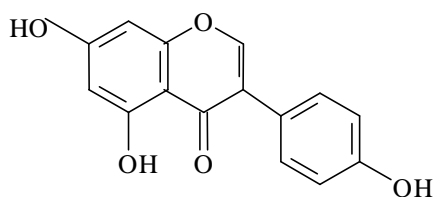
Účinek flavonoidů obsažených v luštěninách je často spojený s jejich estrogenním působením (MORAVCOVÁ, KLEINOVÁ, 2002). Fytoestrogenům se připisuje výrazný podíl na nižším výskytu kardiovaskulárních onemocnění, ale také nádorových onemocnění prsu, vaječníků a prostaty u asijské populace v porovnání s populací jiných kontinentů (MAGÁLOVÁ, 1999).

Ze všech luštěnin je nejbohatším zdrojem izoflavonoidů sója a výrobky z ní. Obsah těchto látek je však ovlivněn technologickým zpracováním nebo podmínkami

skladování (např. pražení, zamražení nebo odstraňování tuku ze sójových surovin vede ke snížení obsahu genisteinu i daidzeinu), a také klimaticko-půdními podmínkami pěstování sóji (např. sója z USA a Japonska se liší obsahem genisteinu) (STOLL, 1997).

Chemickou strukturu genisteinu uvádí obrázek č. 3:

(Zdroj: www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf)



Kalač uvádí, že většina isoflavonů je v rostlinách i ve zpracovaných potravinách vázána na cukry a tvoří glykosidy isoflavonoidy, nazývané genistin, daidzin atd. Isoflavony jsou z této vazby uvolněny působením bakterií tlustého střeva. Daidzein pak podléhá bakteriálním přeměnám zejména na ekvol. Ten se spolu s ostatními uvolněnými isoflavony vstřebává do krve. Schopnost jednotlivců vstřebávat isoflavony se dost liší, což se přisuzuje rozdílům ve složení mikroflóry tlustého střeva.

Obsah celkových isoflavonů (mg/kg) v sóje a výrobcích z ní je v tabulce č. 3 (KALAČ, 2003, podle Reinliho a Blocka, 1996):

Produkt	Celkové isoflavony
Sója (boby)	580-3800
Sójová mouka	830-1780
Texturovaná sójová bílkovina („maso“)	700-1180
Sójový nápoj („mléko“)	35-175
Tofu	80-670

Isoflavony mohou zeslabovat projevy klimaktéria. Zatímco návaly horka se vyskytují u 70 – 80 % žen v přechodu v Evropě, u čínských žen jen u necelých 20 %. Z pokusů vyplynulo, že četnost a intenzitu návalů lze zmírnit konzumací produktů ze sóji. Druhou cestou, ověřovanou v Austrálii, je denní podávání 40 mg isoflavonů izolovaných z jetele lučního (červeného). V klinických pokusech se použilo tablet se standardním obsahem účinných složek, protože zatím nebyly k dispozici takové formy, které by se daly přidávat k potravinám. Kromě omezení návalů horka se prokázal příznivý vliv na pokles obsahu LDL cholesterolu a zlepšení stavu cév.

Za přednost preparátů z jetele se pokládá přítomnost čtyř isoflavonů ve srovnání se sójou, v níž převládají genistein a daidzein (KALAČ, 2003).

Isoflavony sóji mohou stabilizovat LDL lipoproteidy proti oxidaci, o níž se předpokládá, že probíhá v artériích a je považována za jednu z možných příčin vzniku aterosklerozy. Isoflavony, speciálně genistein, jsou inhibitory proteintyrosinkinasy. Genistein dále snižuje růst, indukuje diferenciaci a inhibuje proliferaci leukemických buněk a melanomů (MORAVCOVÁ, KLEINOVÁ, 2002).

Epidemiologické studie uvádí, že isoflavony mohou snížit několik rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění, včetně systolického a diastolického krevního tlaku a celkového cholesterolu. Mink et al. se zabýval studií, které se zúčastnilo náhodných 99 826 žen ve věku 55-66 let. V roce 1986 byl ženám rozeslán první dotazník. Dotazník obsahoval otázky týkající se rizika ischemické srdeční choroby a cévní mozkové příhody, dále podrobné informace o ovoci a zelenině, a o jednotlivých potravinách s vysokým obsahem flavonoidů. Pro každou potravinu byla stanovena velikost porce. Ženy byly každoročně sledovány prostřednictvím státního zdravotního registru, který sbírá informace o úmrtí. Byla použita také mezinárodní klasifikace nemocí, kam byly zaznamenávány příčiny úmrtí v různých kategoriích. Z výsledků vyplynulo, že rizikovými faktory spojenými s vyšší mírou úmrtnosti jsou nízká fyzická aktivita, vyšší BMI index, kouření, diabetes mellitus, malý příjem celých zrn, vlákniny, vitamínu C, vitamínu E, kyseliny listové a karotenu, a vyšší příjem alkoholu, nasycených tuků a cholesterolu. Tato rizika byla výrazně snížena u žen, které měly vyšší spotřebu jablek, hrušek, pomerančů, grapefruitů, borůvek, červeného vína, jahod, otrub a také čokolády s obsahem flavonoidů (MINK et al., 2007).

4.1.4 Flavanony

Bezbarvé až světle žluté flavanony jsou v potravinách rozšířeny poměrně málo a jako barviva nemají téměř žádný význam (VELÍŠEK, 2002, 3. díl). Mendelová uvádí, že jsou nalézány ve vysokých koncentracích pouze v citrusovém ovoci, méně již v rajčatech a některých aromatických rostlinách (máta, lékořice). Přispívají k typické chuti citrusového ovoce. Jako hlavní složky se zde vyskytují glykosidy. Pomerančový džus obsahuje okolo 200-600 mg hesperidinu.l⁻¹ a 15-85 mg narirutinu.l⁻¹, takže jedna sklenice džusu představuje 40 až 140 mg glykosidů flavanonů. A protože se tyto látky nalézají nejvíce pod slupkou a v tkáních mezi

jednotlivými segmenty, obsah flavanonů je až pětkrát vyšší v celém ovoci než ve sklenici džusu (MENDELOVÁ, 2005). Flavanony z citrusového ovoce stejně jako flavony a isoflavony, přispívají k průměrnému dennímu příjmu polyfenolů maximálně několika desítkami miligramů (HARMATHA, 2005).

4.1.5 Anthokyanidiny

Chemicky se jedná o fenolické sloučeniny. Jsou to glykosidy složené z monosacharidu a na něj vázaného aglykonu antokyanidinu – např. pelargonidinu či delphinidinu. Jedná se o hojně rozšířená barviva mnoha květů, ale také ovoce a zeleniny, jejichž zbarvení je modré, fialové a červené (např. borůvky, černý rybíz, modré hrozny, švestky, červený rybíz, jahody, maliny, třešně, višně, červené víno, cereálie, červené zelí, fazole, lilek baklažán atd.). Pro barvení potravin se využívá zejména barviv z červených hroznů révy vinné, bezinek, aronie či červeného zelí. Ve srovnání s karotenoidy jsou polární, takže jsou rozpustné ve vodě. Jsou málo stálé při technologickém zpracování v důsledku značné reaktivity. Barva antokyanů je závislá na hodnotě pH prostředí a např. u určitého druhu ovoce se může měnit z modré na červenou, žlutou až bezbarvou (leukoformu). Podle pH tedy existují barevné i nebarevné formy. Podléhají řadě změn v závislosti na své struktuře, teplotě, působení světla a SO₂. Antokyaniny mohou být odbarveny siřičitany, používanými jako konzervační látka. Proto se např. nesmí siřit červené víno. Nežádoucí je rovněž styk antokyanů se vzdušným kyslíkem zejména za vyšších teplot. (KALÁČ, 1999)

Dosud bylo identifikováno kolem 300 různých anthokyanů. Jako aglykony (anthokyanidiny) jsou značně nestabilní. Aby se zabránilo jejich degradaci, jsou vázány ke glukóze nebo jsou esterifikovány s organickými či fenolovými kyselinami nebo tvoří komplexy s jinými flavonoidy.

Nejznámějšími zástupci této skupiny jsou kyanidin, pelargonidin, peonidin, delphinidin, petunidin a malvidin. Počet anthokyanů v rostlinách je různý a pohybuje se od několika málo (ostružiny, jahody) až po více než deset různých pigmentů (borůvky, réva vinná). Nalézají se hlavně ve slupkách, ale i v dužině (jahody, třešně). V černém rybízu či ostružinách se nachází dle zralosti 2-4 g kyanidinu.kg⁻¹ čerstvého ovoce. Víno obsahuje 50-200 mg anthokyaninů.l⁻¹ (MENDELOVÁ, 2005). Ostružiny obsahují značné množství těchto fenolových sloučenin, zpevňujících krevní kapiláry, působících protiskleroticky a protizánětlivě (ŠAPIRO, 1988).

Léčivé účinky ostružin:

- posilují imunitní systém
- pomáhají při hemoroidech a křečových žilách
- brzdí rozvoj zánětů sliznic
- pomáhají při nervozitě a posilují proti stresu
- zpevňují vaziva
- působí povzbudivě na činnost žláz (OBERBEIL, LENTZOVÁ, 2003)

Anthokyanidiny jsou polyfenoly, díky nimž se květy a ovoce honosí tolika barvami. Mezi hlavní kancerostatické účinky anthokyanidinů patří patrně inhibice (zablokování) cévní novotvorby, tedy angiogeneze. Delfinidin, jeden z anthokyanidinů obsažených v borůvkách, je schopen inhibovat aktivitu receptoru, která je přímo spojena s vývojem angiogeneze, a to už v koncentracích, kterých se dá dosáhnout běžnou konzumací tohoto ovoce.

Léčivé účinky borůvek:

- pomáhají při průjmech a jiných střevních potížích
- zvyšují množství moči, napomáhají odvodňování
- snižují hladinu cholesterolu v tuku a krvi
- působí preventivně proti infekcím
- posilují imunitní systém
- chrání tělesné buňky proti volným radikálům
- prospívají tvorbě sliznic
- podporují úsilí o snižování váhy (OBERBEIL, LENTZOVÁ, 2003)

Denní příjem anthokyanidinů může u velkých jedlíků ovoce dosahovat až 200 mg, proto patří mezi nehojněji požívané polyfenoly (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Anthokyaniny patří mezi flavonoidy s různými fyziologickými aktivitami. Účinek estrogenů souvisí také s duševními zdravotními poruchami, emocionálními potížemi, zhoršením paměti atd. Značná pozornost byla právě nedávno věnována anthokyanům a jejich vlastnostem. Byl vyšetřován efekt anthokyaninů na učení a vzpomínky u krys a ukázalo se, že mají skutečně pozitivní účinky (VARADINOVA et al., 2009).

Proanthokyanidiny

Proanthokyanidiny jsou složité polyfenoly, které se skládají z řetězců katechinu, a ty jsou různě dlouhé. Tyto polymery mohou vytvářet různé struktury

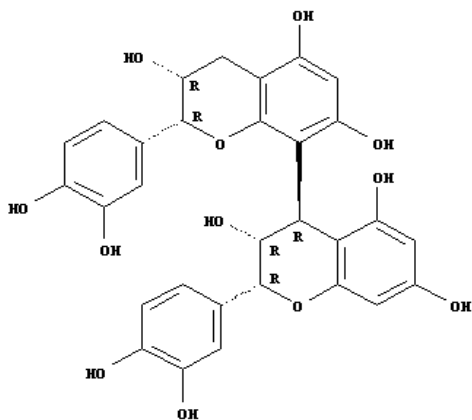
s bílkovinami, zvláště s těmi, které jsou obsaženy ve slinách. Proto chuť těchto potravin obsahujících tyto látky vnímáme jako svíravou. Jsou hojné v různých jádérkách, ve květech a kůře některých rostlin, ale v požitelných potravinách jsou poměrně vzácné. Necháme-li stranou skořici a kakao, které jsou sice jejich bohatým zdrojem, ale nedají se konzumovat denně, tak jsou brusinky a borůvky nejvýznamnější potraviny obsahující tyto látky (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Oligomerní proanthokyanidiny, ve kterých je spojeno 2-11 flavanolových jednotek, nejčastěji vazbou C4-C8, mají výrazné adstringentní vlastnosti a vyskytují se zejména v ovoci, čokoládě a červené víně (HARMATHA, 2005).

V laboratorních podmínkách přidání těchto molekul inhibuje, tedy blokuje růst různých rakovinných buněk, zvláště těch, které byly derivovány z tlustého střeva. Navíc už bylo i prakticky potvrzeno, že proanthokyanidiny dokáží narušit cévní novotvorbu angiogenezi a mohly by tudíž napomáhat k udržení mikroskopických nádorů v latentním stádiu (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Obrázek č. 4: Struktura proanthokyanidinu

(Zdroj: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_05_02.pdf)



4.1.6 Flavanoly

Některé flavonoidy mají hořkou chuť. V organismu vykazují řadu funkcí, a to aktivují nebo inhibují určité enzymové systémy, redukují kapilární křehkost a propustnost a působí antioxidačně. Některé látky vytvářejí cheláty s ionty kovů, zejména s mědí a železem, tvoří kovové komplexy (BLATTNÁ, 2006). V zeleném čaji se z této skupiny nejvíce vyskytují katechiny, nejvýznamnější z nich je – epigallokatechingallát, který tvoří asi 10–50 % všech katechinů, snižuje hladinu LDL cholesterolu (ZERBSTOVÁ, 2001). Katechin je podrobněji popsán v kapitole 5.4.

Flavanonoly

Flavanonoly ani jejich glykosidy nejsou příliš významné, neboť se v rostlinných materiálech nenacházejí ve vyšších koncentracích. Příkladem je taxifolin, který se ve větším množství vyskytuje v oříšcích podzemnice, jako složka pylů a spolu s dalšími flavanonoly dosti běžně v dalších rostlinách (VELÍŠEK, 2002, 3. díl).

4.2 Stilbeny

Stilbeny, strukturně podobné flavonoidům, jsou substituované sloučeniny s dvěma benzenovými kruhy spojenými alifatickým dvouuhlíkatým řetězcem se strukturou $C_6 - C_2 - C_6$. V lidské výživě jsou zastoupeny pouze v malém množství. Vyskytují se ve volné formě nebo vázané jako glykosidy. Některé z nich prokazují antimikrobiální vlastnosti a proto se řadí mezi fytoalexiny.

Do této skupiny patří známý resveratrol a jeho glykosid piceol. Resveratrolu se připisují příznivé účinky na prevenci kardiovaskulárních chorob a může také chránit před nádorovými nemocemi. Nalézá se především ve slupkách bobulí červené révy vinné a zráním se jeho obsah zvyšuje (až do $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Je zastoupen ve vínech ($0,2\text{-}7 \text{ mg aglykonů} \cdot \text{l}^{-1}$ a $15 \text{ mg glykosidů} \cdot \text{l}^{-1}$). Obsah resveratrolu ve vínech závisí na odrůdě révy, na lokalitě a podmínkách pěstování, na napadení infekcí (plísně) a také na technologickém postupu při výrobě vína. Nejvyšší obsah resveratrolu je dosahován z červených odrůd, pěstovaných v severnějších oblastech (MENDELOVÁ, 2005). Jeho koncentrace ve šťávě červeného hrozna je od 6,3 do $15,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, zatímco pro bílé odrůdy se hodnota pohybuje od 0,2 do $0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (MORAVCOVÁ, KLEINOVÁ, 2002). Resveratrol je podrobněji popsán v kapitole 5.5.

4.3 Lignany

Lignany jsou sloučeniny tvořené ze dvou molekul fenolických sloučenin typu derivátů kyseliny skořicové (KALAČ, 1999). Lignany tvoří jednu z bohatě zastoupených, biogeneticky příbuzných a tudíž i strukturně vymezených a charakteristických skupin fenylypropanoidů. Lignany jsou striktně definovány jako dimery vzniklé oxidativní dimerizací dvou fenylypropanových jednotek spojených

centrálními uhlíky (HARMATHA, 2005). Podle Mendelové jsou to fenolové sloučeniny základního skeletu ($C_6 - C_3$) s 18 atomy uhlíku v molekule (MENDELOVÁ, 2005). Vyskytují se volné či vázané v glykosidech zejména ve vnější vrstvě obilek (KALAČ, 2001). Lignany jsou tedy obsaženy zejména v celozrnných výrobcích (vymíláním se odstraňují), v ovoci a lesních plodech (KALAČ, 1999). Lignany jsou bohatě zastoupeny v běžné rostlinné potravě: sóji, rýži, vlákninách, oříchách, v menší míře také v nápojích (HARMATHA, 2005).

Střevní mikroflórou jsou přeměňovány na sloučeniny, které se jeví jako nadějně antikarcinogenní látky vůči typům rakoviny souvisejícím s hormonální regulací (prsu a prostaty) (KALAČ, 1999). Přisuzují se jim proto určité antikarcinogenní účinky a účinky estrogenní a bývají označovány jako fytoestrogeny (KALAČ, 2001). Lignany vykazují velmi rozmanité spektrum účinků i na vyšší organismy, včetně člověka. Výzkum se soustřeďuje především k prozkoumání strukturně aktivních vztahů, zmapování místa jejich působení, no a v konečném důsledku i o vývoj nových farmakologických preparátů. Příkladem mohou být lignany yatein a podophyllotoxinus a jeho cíleně modifikované deriváty. Tato léčiva působí v širokém spektru chemoterapie rakoviny. Podophyllotoxin byl identifikován jako biologicky účinná látka dávno známé léčivé rostliny *Podophyllum peltatum* (tzv. americké mandragory). Další lignanový glykosid trachelosid, izolovaný z rostlin rodu *Trachelospermum* prokázal účinnost proti HIV-viru (HARMATHA, 2005).

Lignany jsou produkovány rostlinami čeledi *Schisandraceae*, která je považována za vývojově nejstarší čeleď dvouděložných rostlin. Tyto lignany vykazují široké spektrum biologických účinků. Největší pozornost je věnována zejména jejich antioxidační a hepatoprotektivní aktivitě. Některé z nich inhibují replikaci viru HIV v netoxických koncentracích. Nejznámějším rostlinným druhem této čeledě je *Schisandra chinensis* (klanoplaška čínská), jejichž plody se často používají v tradiční čínské medicíně. Dibenzocyklo[a,c]oktadienové lignany nejsou komerčně dostupné. Využití rostlin k izolaci lignanů je limitováno. Rovněž obsah lignanů v plodech je nízký (~1 %) a tvořen velkým počtem jednotlivých lignanů, jejichž obsah značně kolísá (SLANINA et al., 2003).

Lignany, vyskytující se v rostlinách rovněž vázané na cukry, nejsou přímými estrogeny. Aktivují je teprve chemické přeměny střevní mikroflórou na tzv. savčí lignany enterodiol a enterolakton (KALAČ, 2003). Tyto dvě látky byly původně objeveny v moči, mateřském mléku i krevním séru žen (později i samic dalších

primátů) v období těhotenství, laktace, nebo různých hormonálních změn či poruch (HARMATHA, 2005).

Při technologickém zpracování však dochází k odstranění lignanů se slupkami a vlákninou a proto je lidská strava na tyto látky celkem chudá. Nejbohatším zdrojem tak zůstává lněné semínko, lněný olej a celozrnné žitné pečivo. Lněné semínko obsahuje sekoisolariciresinol a malé množství matairesinolu. Lignany jsou metabolizovány střevní mikroflórou (MENDELOVÁ, 2005). Zejména lněný olej obsahuje v sušině sekoisolariciresinol v koncentraci $0,8 \text{ mg.g}^{-1}$ vedle minoritního matairesinolu, lněná semena obsahují kolem 3,7 a po odtučnění $5,5 \text{ mg.g}^{-1}$ (MORAVCOVÁ, KLEINOVÁ, 2002).

Tabulka č. 4: Obsah nejvýznamnějších fytoestrogenů (mg/kg suš.) v potravinách (KALAČ, 2003, podle Mazura, 1998)

Potravina	Isoflavony		Lignany	
	Genistein	Daidzein	Sekoisolariciresinol	Matairesinol
Obiloviny				
Pšenice (celozrnná mouka)	0	0	0,08	0
Žito (celozrnná mouka)	0	0	0,47	0,65
Oves (celozrnná mouka)	0	0	0,13	0
Rýže	0	0	0,13	0
Luštěniny				
Sója	270-1000	100-850	0,1-2,7	0
Fazole (boby)	0,2-5	0,1-0,4	0,5-1,5	0
Cizrna beraní	0,7-2	0,1-2	stopy	0
Hrách	0,5	0,5	0,1	0
Čočka	0,2	0,1	0,1	0
Olejniny				
Lněné semeno	0	0	3700	11
Arašídý	0,6	0,6	3	0
Ovoce a zelenina				
Jahody zahradní	0	0	15	0,8
Černý rybíz	0	0	4	0,1
Červený rybíz	0	0	1,5	0
Pomeranče	0	0	0,8	0
Brokolice	0	0,1	4	0,2
Květák	0,1	0,05	1	0
Česnek	0	0	4	Stopy
Mrkev	0	0	2	stopy
Rajčata	0	0	0,5	do 0,1
Brambory	0	0	0,1	0,05

5. Význam a chemická struktura vybraných flavonoidů

5.1 Kvercetin, kemferol a myricetin

Kvercetin, myricetin a kemferol blokují uvolňování histaminu z aktivních žírných buněk a pomáhají při kopřivce a mírní projevy alergií. Zvláště důležitý je kvercetin. Proti horku je odolný, ale při skladování potravin se hodně ztrácí. Kvercetin je v přírodě hojně přítomen, a proto může být lehce součástí stravy (ZITTLAU, 2006). Je všudypřítomný v ovoci a zelenině (MENDELOVÁ, 2005). Podle Konopky jej najdeme v jablkách, žluté cibuli, zelených fazolích, brokolici, stejně jako v rooibosu a jasmínovém čaji (zelený čaj aromatizovaný jasmínovými květy). Kvercetin je látka, obsažená také například v dubové kůře. Řadí se do potravinových antioxidantů (KONOPKA, 2004). Kalač uvádí, že je vhodný pro diabetiky k ochraně cév a oční rohovky. Až do konce 80. let byl kvercetin naopak považován za pravděpodobný karcinogen. Tehdejší názory vycházely z pokusů se zvířaty, v nichž byly použity dávky čisté látky podstatně vyšší, než jaké se mohou vyskytovat v potravě (KALÁČ, 2003).

Množství kvercetinu v jablečné slupce je asi $1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ čerstvé váhy, po oloupaní však jablko neobsahuje žádné další flavonoly. Tepelným zpracováním rajčat a cibule se ztrácí 75-80 % z jejich počátečního obsahu kvercetinu, při přípravě v mikrovlnné troubě 65 % a 30 % smažením (MENDELOVÁ, 2005).

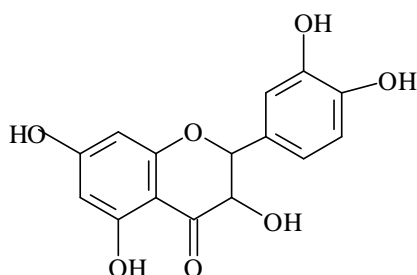
Kvercetin, jeden z nejhojnějších bioflavonoidů obvykle přítomných ve většině jedlých plodů předchází buněčné smrti čištěním volných radikálů. Bylo provedeno studium působení kvercetinu v červených krvinkách z hlediska antioxidačního účinku u diabetických pacientů. Výsledky ukazují, že dieta bohatá na kvercetin může poskytnout ochranu červených krvinek u diabetických pacientů a může tak být prospěšná při pozdních komplikacích (RIZVI, MISHRA, 2009).

Kvercetin může hrát pozitivní roli tím, že brání nebo inhibuje ontogenezi, ale základní mechanismus zůstává nejasný. Proto bylo třeba provést studii a zhodnotit účinek kvercetinu na normální a zhoubné buňce prostaty. Studovalo se, zda kvercetin ovlivní klíčové biologické procesy odpovědné za nádorové bujení a odpadnutí kožního strupu. Z výsledků vyplývá, že kvercetin podporuje uvolnění strupu a inhibuje tedy růst a buněčnou smrt v prostatě, a zároveň nemá žádný účinek na normální prostatu epiteliální buňky (AALINKEEL et al., 2008).

Kvercetin má antioxidační aktivitu a zabraňuje rakovině. Inhibuje růst některých maligních buněk *in vitro*, histaminu a také vykazuje unikátní protinádorové vlastnosti. Kvercetin je přírodní látka, která blokuje látky podílející se na alergii. Působí jako bezpečný přírodní lék, který lze použít jako primární léčba nebo ve spojení s konvenčními metodami (SHAIK, et al., 2006).

Chemická struktura kvercetinu je na obrázku č. 5:

(Zdroj: www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf)

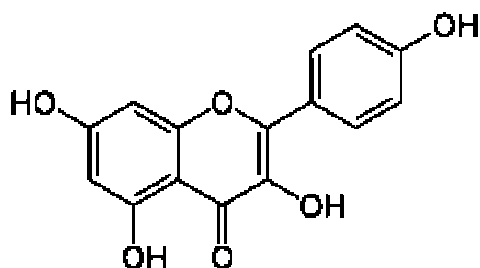


Kemferol se nachází převážně v listové zelenině a ovoci, také v bobulích, bylinách, luštěninách a kořenové zelenině. Isoramnetin nalezneme v cibuli a hruškách a další flavonol myricetin v bobulích, kukuřici a čaji (MENDELOVÁ, 2005).

Například v plodech borůvky se nachází flavonoly kvercetin, myricetin a kemferol, z nichž nejvyšší obsah má kvercetin. Myricetin je nejhojnější v oplodí a je syntetizován spolu s dalšími fenolickými látkami až v pozdních fázích zrání borůvky. Nejvýznamnějším zdrojem kvercetinu a kemferolu jsou však listy borůvky. Jejich obsah je zvyšován slunečním zářením, což naznačuje jejich fotoprotektivní funkci (KAŠPAROVÁ, 2009).

Chemická struktura kemferolu je na obrázku č. 6:

(Zdroj: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Kemferol>)



V jedné práci byl v libečku lékařském (*Levisticum officinale*) pomocí kapalinové chromatografie po hydrolýze stanoven významný obsah flavonoidů

kvercetin a kemferol, které jako netěkavé látky mohou působit jako inhibitory degradace oleje při smažení (fritování). Antioxidační působení extraktů získaných z tomkovic vonné (*Hierochloë odorata*) se osvědčilo při oxidaci řepkového oleje za podmínek skladování. Údaje o úplném složení tomkovic vonné v literatuře prozatím chybí, byly v ní však identifikovány dvě látky, které inaktivují radikály. Konkrétně jsou to 5,8-dihydroxykumarin a jeho glykosid 5-hydroxy-8-O-β-D-glukopyranosylbenzopyranon (PARKÁNYIOVÁ, 2003).

Obsahy kvercetin a kemferol v některých druzích ovoce, zeleniny a nápojů, zjištěné v Nizozemsku, jsou uvedeny v následující tabulce. Údaje jsou průměrem obsahů ve vzorcích odebíraných v různou roční dobu. Vesměs se týkají čerstvého ovoce a zeleniny. Pokud jde o údaje v zelenině konzervované, jedná se o obvyklé hodnoty ve zmrazených a sterilovaných výrobcích.

Průměrný obsah flavonoidů (mg/kg či mg/l) v požitelných částech ovoce a zeleniny a v nápojích uvádí tabulka č. 5 (KALÁČ, 2003, podle Hertoga et al., 1992, 1993):

Druh	KVERCETIN	KEMFEROL
Kapusta	110	211
Kapusta konzervovaná	45	184
Brokolice	30	30
Štěrbák (endivie)	-	46
Pór	-	30
Cibule	347	-
Fazolové lusky	39	12
Fazolové lusky konzervované	17	3,8
Jahody zahradní	8,6	12
Jablka	36	-
Hrušky	6,4	-
Třešně	15	-
Červený rybíz	13	-
Meruňky	25	-
Švestky	9	-
Hroznové víno	13,5	-
Červená vína	4-16	-
Čaj (výluh)	10-25	-

5.2 Rutin

Rutin byl objeven v roce 1842 v listech routy vonné. Je velmi rozšířený v rostlinné říši. Mezi nejvýznamnější zdroje rutinu patří pohanka obecná, ruta vonná a jerlín japonský. Dále se rutin vyskytuje v chřestu, ve slupkách rajčat, v kůře citrusových plodů, v jablečné slupce, v broskvích, nektarinkách, lesních plodech, kiwi, banánech, a také ve výluhu zeleného a černého čaje (ŠTEMBERK et al., 2003).

Rutin je chemická sloučenina patřící mezi bioflavonoidní glykosidy. Rutin (dříve vitamin P nebo také rutosid) je rostlinný glykosid, který je velmi významným přírodním donátorem antioxidantů, má vynikající antimutagení, antikarcinogenní a protizánětlivé účinky.[2] Je to látka světle žluté barvy, částečně rozpustná ve vodě. Molární hmotnost rutinu je 610,52 g/mol. Jeho aglykon se nazývá kvercetin a cukernatá část rutinosa (β -L-rhamnosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-glukosa).

Má řadu pozitivních zdravotních účinků, mezi jeho největší přínosy patří především schopnost léčit křehkost krevních kapilár a zvyšovat pružnost cév. Snižuje LDL cholesterol [3], reguluje srážlivost krve a celkově posiluje imunitní systém organismu.[2] Také je významná jeho schopnost zhaset volné radikály. Zesiluje účinek vitamínu C.[3]

Podle jedné studie obsahuje flavonoidy také biomasa amarantu. Dominantním flavonoidem je zde právě rutin. Jedná se o glykosid kvercetinu. Extrakty z amarantové biomasy obsahují rutin v relativně vysokém množství. Bylo zjištěno, že zde je významná závislost obsahu flavonoidů na odrůdách amarantu a růstových fázích jeho biomasy (ŠTEMBERK et al., 2003).

Na našem území je pohanka nejvýznamnějším zdrojem rutinu. Jeho množství závisí na odrůdě pohanky a také na množství přijatého slunečního záření. Obsah rutinu v pohance se v různých částech rostliny liší. Nejvíce rutinu se nachází v květech (až 400 mg/100 g sušiny), následují listy, semena, stonek, nejméně rutinu je v kořenu.[3] Nejvyšší koncentrace rutinu v pohance je v zelené hmotě (listech) rostliny v období počátku kvetení.[2] V loupaných semenech (tzv. kroupy) se nachází okolo 20 mg rutinu ve 100 g sušiny. Zpracováním pohanky však obsah rutinu klesá.[3] Obsah rutinu ve všech částech rostliny je značně závislý na odrůdě. Semena pohanky obsahují rutin také, ale v menším množství. Rutin se používá ve farmaceutických preparátech a potravních doplňcích.[2]

Studie z roku 2005 sledovala vlastnosti rutinu při léčbě zánětlivých onemocnění střev, konkrétně kolitidy u potkanů. Účelem studie bylo zjistit, zda perorální podávání rutinu zlepšuje indukovanou kolitidu a potenciální mechanismus léčebného působení. Rutin byl analyzován pomocí chromatografie. Zároveň byl zkoumán vliv kvercetinů v tlustém střevě prostřednictvím rektálního podání. Podávání kvercetinů a rutinu zlepšilo pozoruhodně indukovanou kolitidu u potkanů, což naznačuje, že jsou terapeuticky aktivní a působí protizánětlivě (KIM et al., 2005).

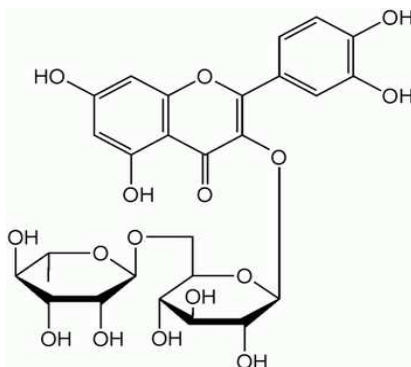
Lin et al. se zabýval studií účinků rutinu na leukemické buňky WEHI-3 u myši *in vivo*. Slezina a játra jsou orgány, které se po podání leukemických buněk rozšíří. Rutin významně snížil hmotnost sleziny a jater u léčené skupiny ve srovnání s kontrolní skupinou. Po patologickém vyšetření byla pozorována funkce rutinu v játrech a slezině a výsledky ukázaly, že rutin podpořil aktivitu makrofágů fagocytózy v buňkách (LIN et al., 2009).

Léčivé účinky pohanky:

- pomáhá při žilních chorobách, křečových žilách
- podporuje prokrvování
- působí proti krvácení z dásní a nosu
- posiluje vazivové tkáně a ulevuje při hemeroidech
- posiluje nedostatečné libido nebo potenci
- preventivně působí proti revmatickým nemocem a artritidě
- posiluje imunitní systém
- působí na regulaci krevního oběhu (OBERBEIL, LENTZOVÁ, 2003)

Chemická struktura rutinu je na obrázku č. 7:

(Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rutin>)



Zajímavá studie byla provedena s cílem prozkoumat obsah rutinu u tří druhů pohanky: *Fagopyrum esculentum*, *Fagopyrum tataricum* a *Fagopyrum homotropicum*, a vyhodnotit jejich antioxidační schopnosti. Celkem bylo analyzováno 11 kultivarů. Obsah rutinu a celkových flavonoidů se výrazně lišil v závislosti na druhu - 0,02 % a 0,04 % u druhu *esculentum F.*, 0,10 % a 0,35 % u druhu *homotropicum F.*, a 1,67 % a 2,04 % u druhu *tataricum F.* . Antioxidační aktivita klesala v pořadí: *F. tataricum* > *F. homotropicum* > *F. esculentum*. Lineární regresní analýza odhalila korelace mezi antioxidační aktivitou a obsahem rutinu ($R^2 = 0,98$) nebo celkovým obsahem flavonoidů ($R^2 = 0,77$) u všech kultivarů pohanky. Tato práce ukazuje, že rutin hraje důležitou roli v antioxidační aktivitě pohanky a poskytuje užitečné informace pro pěstování odrůd s vysokým obsahem rutinu (JIANG, 2007).

5.3 Hesperetin, naringenin

Grapefruity obsahují velké množství léčivých a ochranných účinných látek – zejména vitamínu C nejlepšího spojence imunitního systému a biokatalyzátoru. Grapefruity obsahují jeho množství pokrývající denní potřebu člověka, který není vystaven nadměrnému stresu. Dužina plodu je bohatá na bioflavonoidy, rostlinné ochranné látky, které až dvacetinásobně zvyšují účinnost vitamínu C. Hořký glykosid naringenin podporuje chuť k jídlu a trávení, a enzymy povzbuzují látkovou výměnu. Slupka a bílá tkáň obsahují užitečné množství pektinu (forma rozpustné vlákniny snižující krevní hladinu cholesterolu).[1]

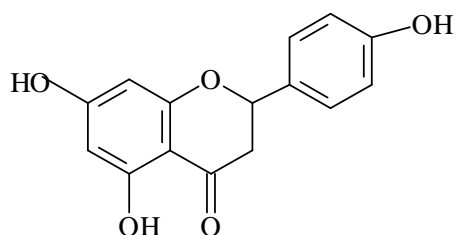
Léčivé účinky grapefruitů:

- pomáhají při žilních onemocněních, křečových žilách, hemeroidech
- posilují imunitní systém, podporují produkci hormonů
- preventivně působí proti infekcím a nachlazení
- čistí střeva a stabilizují střevní flóru
- aktivují přeměnu látkovou v buňkách a růst buněk
- pomáhají ke snížení váhy (OBERBEIL, LENTZOVÁ, 2003)

Největší množství flavonoidů, konkrétně flavonoidu citrínu, je v nahořklých blankách dužiny citrusových plodů, které právě tak často sobě nebo svým dětem oloupáváme. Nevědomky se tak připravujeme o velké množství bioflavonoidů.[1]

Chemickou strukturu hesperetinu uvádí obrázek č. 8:

(Zdroj: www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf)



Yoshimura et al. zjistil, že naringenin je hlavní aktivní složkou rajčatového extraktu. Naringenin byl perorálně podáván potkanům a stanovila se jeho chemická struktura a hladina hlavních metabolitů v plazmě a moči u potkanů. Chromatografická analýza ukázala přítomnost tří hlavních metabolitů v moči: chalkon-2'-O-beta-D-glukuronid, naringenin-7-O-beta-D-glukuronid a naringenin-4'-O-beta-D-glukuronid. Naringenin chalkon-2'-O-beta-D-glukuronid byl jediný metabolit detekován v plazmě, a jeho maximální hladina byla pozorována 1 hodinu po podání. Tyto látky mají antialergické vlastnosti (YOSHIMURA et al., 2009).

V citrusových bioflavonoidech se vyskytují ochranné látky proti rannému stádiu diabetes mellitus (úplavice cukrová, „cukrovka“). Dokazuje to výzkum vlivu hesperetinu na hladinu krevního cukru, glukózu - regulující enzymovou aktivitu, úroveň hladiny inzulínu a adiponektinu, úroveň jaterních lipidů a úbytek kostní hmoty ve streptozotocinu (STZ) (vyvoláním cukrovky u potkanů). Samci potkanů byli náhodně přiřazeni ke třem experimentálním skupinám a byli krmeni po dobu čtyř týdnů podle příslušné diety. Streptozotocinová injekce zvýšila hladinu krevního cukru u krys, ale jen částečně. Úroveň jaterních lipidů, adiponektinu a inzulínu se STZ injekcí významně změnila. Hesperetin snížil hladinu krevního cukru prováděním změn aktivity glukózy, normalizovala se úroveň lipidů a adiponektinu, ale nezměnily se kostní parametry. Hesperetin tedy neovlivnil kostní tkáň a krysy neztratili na tělesné hmotnosti. Potvrdily se účinky hesperetinu proti rannému stádiu diabetes mellitus (AKIYAMA, KATSUMATA, 2009).

5.4 Katechin, epikatechin

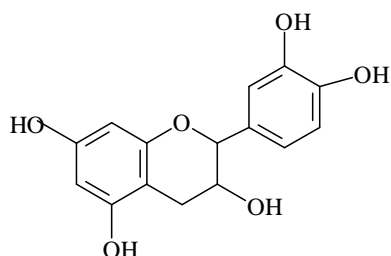
V plodech vinné révy a tím pádem i ve víně jsou hlavními zástupci fenolických látek tzv. flavonoidy a z nich pak především skupina flavan-3-olů,

zvaných katechiny. Jde o složitější fenolické látky. V přírodě se vyskytuje osm forem katechinů. Největší koncentrace katechinů jsou v hroznech, čaji (především zeleném), švestkách a podobných peckovinách, v jablcích a drobném bobulovém ovoci. Zajímavý je jejich obsah v některých luštěninách, přičemž extrémně vysoké množství je obsaženo v bobu obecném. Nejlépe prostudované jsou katechiny v révě a zeleném čaji (STRATIL, 1993).

V čaji je přítomno několik katechinů, jejichž složení se výrazně mění během fermentace čajovníkových listů při přípravě černého čaje. Mezi těmito látkami zřejmě existuje synergické působení, což znamená, že účinky všech katechinů vyluhovaných do nápoje jsou silnější, než odpovídá součtu účinností jednotlivých přítomných katechinů. Za nejvýznamnější látku z této skupiny je podle soudobých poznatků považován epigallokatechingallát, jehož antioxidační účinnost je asi dvacetinásobná ve srovnání s kyselinou askorbovou. Vyskytuje se zejména v zeleném čaji. V čaji černém, tedy fermentovaném, je ho podstatně méně (KALAČ, 2003).

Chemická struktura katechinu je na obrázku č. 9:

(Zdroj: www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf)



Účinek katechinů vína na organismus člověka je různorodý. Novější výzkumy odhalují schopnost katechinů omezovat agregaci trombocytů (shlukování krevních destiček), čímž snižují riziko vzniku krevní sraženiny uvnitř cévy vedoucí k náhlé příhodě cévní (infarkt myokardu, mozková mrtvice). Obecně jde o inhibici enzymů odpovědných za metabolismus prostaglandinů a leukotrienů, tedy látek stupňujících i zánětlivé procesy v organismu. Další výzkumy ukazují vliv katechinů na růst a dělení nádorových buněk. Mechanismus tohoto účinku se intenzivně zkoumá. Jednou z cest je indukce apoptózy, tedy spuštění řízené buněčné smrti nádorové buňky, která je jinak z biologického hlediska „nesmrtelná“. Druhou z cest je inhibice metabolismu nukleotidů vedoucí k zpomalení syntézy nukleových kyselin

a tím i dělení buněk. Navíc se objevuje posílení účinku nukleotidových cytostatik. Oba tyto mechanismy též zasahují do životního cyklu virů, a proto zvyšují odolnost k virovým onemocněním (KUMŠTA, 2009).

Katechin se značně kumuluje v nadledvinkách, svalech, játrech, slezině, ledvinách a glykosaminoglykanech pojivové tkáně (v kůži, aortě, trachei a chrupavkách) (STRATIL, 1993).

5.5 Resveratrol

Resveratrol je alkaloid, obsažený v zrnkách a slupkách červeného vína a černého rybízu. Bohatě přítomný je ve většině červených vín. To je důvod pro stále větší pozornost, kterou mu věnují média. Samotná praxe v podobě životního stylu Francouzů a Italů prokazuje, že je hodně pravdy na tvrzení, že červené víno je zdravé (ZITTLAU, 2006).

Resveratrol je rostlinný hormon, poprvé izolovaný v roce 1940 z kořenů kýchavice *Veratrum grandiflorum*. Až v roce 1976 byla popsána jeho přítomnost v révě vinné. Réva vinná produkuje resveratrol v rámci sebeobrany před okolním stresem (třeba odlišťování) nebo před napadením mikroorganismy, mezi něž patří i mikroskopická houba *Botrytis cinerea*, která je přitom příčinou ušlechtilé plísně šedé na hroznovém víně. Obecně se dá říci, že hrozny pěstované v drsnějších a deštivějších podmínkách, kde jsou i více ohrožovány mikroorganismy, mají vyšší obsah resveratrolu než hrozny z příznivějšího klimatu.

Resveratrol, který rostlina produkuje v rámci reakce na útok mikroorganismů, se vyskytuje především ve slupkách a semínkách, proto se ho také najde takové množství v červeném víně, zatímco ve víně bílém se prakticky nevyskytuje (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Obvyklé obsahy v červených vínech jsou 2-6 mg/l, ve vínech bílých 0,2-0,8 mg/l. Výsledný obsah ve vínu je podstatně vyšší, pokud bylo připraveno nakvácením se slupkami. Resveratrol ve vínu je poměrně stálý (KALAČ, 2003).

Vysoký obsah resveratrolu v červeném víně se dá vysvětlit nejen dlouhým kvašením, které umožňuje extrahovat tuto látku ze slupek a semínek ale i tím, že se do láhve nedostává kyslík a tak nedochází k oxidaci této molekuly. To je také důvod, proč rozinky, s jinak velmi vysokým obsahem polyfenolů, prakticky žádný

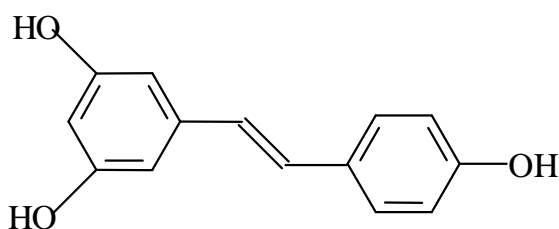
resveratrol neobsahují, všechn se totiž zničí dlouhým působením vzduchu a slunečních paprsků (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

V jedné studii bylo analyzováno 12 lahví Tramínu stejné šarže, za účelem zjištění případné variability v obsahu celkových polyfenolických látek i resveratrolu mezi jednotlivými vzorky (lahvemi). Z výsledků bylo patrné, že obsah sledovaných látek kolísal, proto bylo možné usuzovat, že obsah resveratrolu je během distribučního řetězce významným způsobem ovlivňován vnějšími podmínkami. Obsah resveratrolu bude tedy ovlivněn nejen odrůdou, ročníkem, oblastí pěstování a výrobcem, ale i výběrem jednotlivé lahve (FAITOVÁ et al., 2003).

Resveratrol je chemicky trojsytný fenol odvozený od stilbenu. V rostlinách se vyskytuje volný, nebo vázaný na cukry, či ve formě složitějších viniferinů (KALAČ, 2003).

Chemická struktura resveratrolu je na obrázku č. 10:

(Zdroj: www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf)



Červené víno je díky vysokému obsahu bioflavonoidů považováno za vhodné pro osoby se srdečně-cévními problémy. Ve vinařském ráji – Francii – je nejmenší procento lidí, kteří mají kardiovaskulární problémy a také zde nejméně lidí na tyto nemoci zemře. Současné výzkumy zdravotního působení vína odstartovalo hledání příčin takzvaného francouzského paradoxu, kdy obyvatelé Francie a ostatních románských zemí kolem Středozevního moře trpí asi třikrát méně onemocněními srdce a cév v porovnání s Američany. Přitom nežijí zrovna zdravě, jedí spoustu živočišných tuků, málo se pohybují a hodně kouří. Během tohoto výzkumu na základě rozsáhlých epidemiologických studií se zjistil výrazný vliv stravy sestávající z ovoce, zeleniny a vína, respektive fenolických látek v ní obsažených (KUMŠTA, 2009).

Analýza výsledků více než padesáti epidemiologických studií zaměřených na vliv alkoholu na úmrtnost západní populace přinesla odpověď, že přiměřené množství alkoholu (dvě až čtyři sklenky denně pro muže a jedna až dvě sklenky

denně pro ženy) snižují riziko úmrtí z nejrůznějších příčin. Ovšem je-li toto množství vyšší, riziko úmrtí se tím velmi rychle zvyšuje.

Nedávná syntéza 13 studií, které vyhodnocovaly vliv pití červeného vína na riziko kardiovaskulárních chorob na vzorku 210 000 lidí, dospěla k obdobnému závěru, tj. u osob, které pijí víno v přiměřeném množství, se riziko těchto chorob snižuje o 30 %. Dánská studie zase uvádí, že přiměřené pití vína nejen snižuje o 40 % riziko úmrtí na kardiovaskulární choroby, ale navíc snižuje o 22 % i riziko úmrtí na rakovinu, což je podstatně více, než bylo zjištěno u přiměřené konzumace alkoholu v podobě piva či destilátů (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Resveratrol je dnes všestranně zkoumán a jednou z oblastí působení této látky, která vzbuzuje největší zájem a nadšení, je vliv na dlouhověkost. Výsledky z posledních let uvádějí, že některé molekuly alimentárního původu, například kvercetin a hlavně resveratrol, jsou mocnými aktivátory bílkovin zvaných sirtuiny, které prodlužují buňkám život (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Optimální denní příjem resveratrolu nebyl dosud stanoven. Vzhledem k velmi nízkému výskytu v potravinách však nelze jeho přínos pro zdraví přeceňovat. Podobně jako další příznivě působící látky rostlinného původu je jen jednou z účinných složek působících v kombinaci s ostatními. V některých zemích, zejména v USA, jsou na trhu preparáty čistého resveratrolu či směsi antioxidantů izolovaných z vinných hroznů, deklarované jako potravní doplňky (KALÁČ, 2003).

Tabulka č. 6: Obsah resveratrolu (mg/kg) v některých druzích syrové zeleniny (KALÁČ, 2003, podle Šmidrkala et al., 2001)

Zelenina	Obsah	Množství (kg) obsahující 1 mg resveratrolu
Zelí bílé	0,6	1,8
Zelí červené	2,4	0,4
Zelí čínské	0,5	2,2
Kapusta hlávková	1,0	1,0
Kapusta růžičková	2,6	0,4
Brokolice	1,0	1,0
Mrkev karotka	0,4	2,5
Červená řepa	1,8	0,6
Česnek	0,6	1,7
Cibule žlutá	1,5	0,7
Cibule červená	1,1	0,9
Arašídý	1,9	0,5

„Jídlo bez vína je jako den bez slunce.“ Louis Pasteur

6. Bioflavonoidy ve vztahu k prevenci civilizačních chorob

Současná populace vyspělých zemí je vystavena řadě tzv. civilizačních chorob, které se vysokou měrou podílejí na nemocnosti a úmrtnosti. Patří mezi ně zejména nemoci srdečně cévní či obecněji oběhového systému, rakovina, diabetes 2. typu, osteoporóza a obezita. Obecně platí, že civilizační choroby jsou do značné míry ovlivňovány vnějšími faktory včetně výživy (KALACĚ, 2007).

Epidemiologické studie z různých částí světa prokazují, že některé složky ovoce a zeleniny hrají významnou preventivní roli vůči určitým typům rakoviny. U ovoce se uvádějí příznivé účinky zejména vůči rakovině ústní dutiny, jícnu a hrtanu, u zeleniny pro ochranu vůči onemocnění žaludku, tlustého střeva, konečníku a močového měchýře.

Německá společnost pro výživu doporučuje denní příjem nejméně 400 g zeleniny a ještě 250 až 300 g ovoce. Proto musí být zelenina či ovoce alespoň pětikrát denně součástí jídelníčku. Doporučení pro zeleninu je vyšší než pro ovoce, protože u zeleniny byl prokázán větší účinek ochranných látek než u ovoce. Z důvodu velkého množství sekundárních rostlinných látek (více než 50 000 různých typů) je nutné využívat celé šře nabídky jednotlivých druhů zeleniny, ovoce a celozrnných výrobků. Tímto způsobem je možné nejspíše snížit možné riziko vzniku onemocnění srdečně cévního systému a rakoviny (KONOPKA, 2004).

Poznání tak složitého mechanismu, jakým je vznik a průběh rakovinného onemocnění, má dosud řadu nejasností. Zdá se však, že antimutagenní účinky, tj. ochrannou roli vůči poškození deoxyribonukleové kyseliny (DNA) a zejména při chemické prevenci vůči zhoubnému bujení (antikarcinogenní účinky) má několik skupin látek:

- přirozené antioxidanty, zejména vitaminy E a A, karotenoidy a sloučeniny selenu,
- fenolické látky – flavonoidy, isoflavonoidy a lignany
- indolylglukosinoláty vyskytující se v druzích zeleniny z rodu brukev – zejména v brokolici a růžičkové kapustě,
- některé sirmé sloučeniny, zastoupené především v zelenině z čeledi brukvovité, ale také v česneku a cibuli. Jako velmi účinný se v pokusech projevil sulforafan izolovaný z brokolice (KALACĚ, 1999).

Jako **karcinogenní** (kancerogenní, rakovinotvorné) látky se označují chemické látky, fyzikální faktory a viry, kterými lze vyvolat nádorové bujení zhoubného charakteru. Velmi zjednodušeně jde o závažný zásah těchto látek do biochemických funkcí nukleových kyselin. Tak jako u jiných jedů, platí i pro karcinogeny řada podmínek, aby se uplatnila jejich škodlivost. Mají však nebezpečnou specifikou v tom, že stačí jen „bodové ohnisko“, odkud se onemocnění šíří. Závažné je působení kokarcinogenů, což jsou látky, které samy o sobě nemají schopnost vyvolat růst nádorů, ale jejichž přítomnost zesiluje účinnost vlastních karcinogenů.

Nejrozsáhlejší skupinou populace ohrožené karcinogeny jsou kuřáci, rizikové může ale být i pasivní kouření. Cigaretový kouř obsahuje karcinogeny aromatické, heterocyklické, nitrosaminy, kadmium, oxid arsenitý a další složky a navíc kokarcinogeny, kterými jsou některé fenoly a aldehydy.

V potravinách a krmivech se spíše než vlastní karcinogeny vyskytují prokarcinogeny, tedy sloučeniny, z nichž se karcinogen může uvolnit biochemickými přeměnami až v živočišném organismu (KALAČ, 2001).

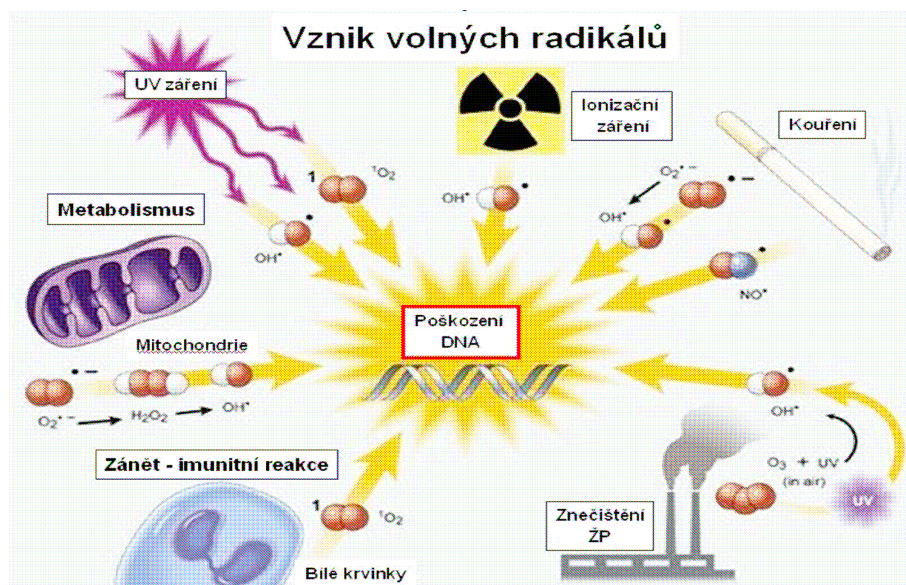
Oxidační pochody jsou v živých biologických systémech nezbytné pro získávání energie, u rozkládajících se biologických materiálů se podílejí na vzniku jednoduchých sloučenin, které se vracejí do koloběhu prvků v přírodě. Nežádoucí je však oxidace příliš rychlá, nebo příliš velkého rozsahu. Při autooxidaci (tj. oxidaci vzdušným kyslíkem) iniciované kovy (zejména Fe^{3+} , Fe^{2+} , železem vázaným v hemových barvivech, ale i měďí aj.) vznikají tzv. volné radikály. (KALAČ, 2001). Volné radikály jsou atomy nebo molekuly, v jejichž elektronovém obalu jeden elektron chybí. Proto jsou velmi nestabilní a snaží se tento chybějící elektron z okolních struktur znovu získat. Tento děj se odehrává během několika málo mikro- nebo milisekund. Tím vznikne umělá řetězová reakce – vytváření dalších nových volných radikálů. Tímto způsobem dojde k poškození důležitých buněčných struktur, buněčných membrán, proteinů, enzymů, tuků a především dědičných bílkovin (DNK).

Vznik volných radikálů má mnoho příčin:

- působení záření (ionizované, rentgenové, UV záření)
- vliv škodlivin ze životního prostředí a tabákový kouř
- vnitřní dýchání mitochondrií, buněčných elektráren (KONOPKA, 2004).

Kyslík, který dýcháme, slouží buňkám jako palivo při výrobě chemické energie ve formě velmi důležité molekuly ATP. Jenomže ani toto spalování není dokonalé a vzniká při něm značné množství „odpadu“, kterému se obvykle říká „volné radikály“. Jak buňka stárne, může se v ní vyskytovat až 50 tisíc takových poškození způsobených volnými radikály a toto narušení DNA může přispět k rozvoji rakoviny (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Obrázek č. 11: Volné radikály (Zdroj: www.mpouzar.net/prednasky/kovy1.ppt)



V posledních desetiletích se zvyšuje úloha dalšího souboru oxidačních dějů. Člověk je vystaven rostoucímu působení tzv. aktivovaných (či aktivních) forem kyslíku (tzv. přízemnímu ozónu O_3 , peroxidům $-\text{O}-\text{O}-$, hydroxylovým radikálům $\bullet\text{OH}$, superoxidům O_2), které vznikají z atmosférického kyslíku působením některých vlnových délek ultrafialového záření, jehož intenzita vzrůstá v důsledku oslabování ozónového štítu. Silněji se tyto jevy projevují v lokalitách se znečištěným ovzduším (např. smogem) a u kuřáků, kteří aktivují kyslík v zóně hoření cigaret. Reaktivní formy kyslíku pak reagují s řadou složek lidského organismu, které mohou značně poškodit. V této souvislosti se hovoří o tzv. *oxidačním stresu*, který se podílí na civilizačních chorobách, jakými jsou srdeční a cévní choroby, řada typů rakoviny či předčasné stárnutí (KALÁČ, 1999).

Studie ukazují, že oxidační stres v mitochondriích může vést k vadám, které jsou spojené s vývojem a progresí karcinomu. Důležité je, že flavonoidy mohou tento oxidační stres v mitochondriích snížit, což může přispět k jejich užitečnosti proti rakovině (McNULTY et al., 2009).

Onemocnění podporovaná působením volných radikálů:

Arterioskleróza

- srdeční infarkt
- mozková mrtvice
- poruchy krevního oběhu

Onemocnění cukrovkou

- spojená s následnými onemocněními očí, nadledvin a nohou

Plicní onemocnění

- revmatická a degenerativní onemocnění kloubů

Oční onemocnění

- šedý zákal, degenerace maculy

Rakovinná onemocnění

- především způsobená špatným životním prostředím a volnými radikály (např. rakovina plic, žaludku, tlustého střeva, prostaty, prsu, atd.)
- druhotná rakovinná onemocnění způsobená chemoterapií nebo ozařováním

Nemoci stáří

- způsobené procesy buněčného stárnutí
- Parkinsonova choroba, Alzheimerova choroba (KONOPKA, 2004)

Látky, které zpomalují oxidační pochody v metabolismu živočichů, či v potravinách a krmivech, se označují jako antioxidanty (KALAČ, 2001). Antioxidanty jsou látky, které mohou reagovat s volnými radikály autooxidačního řetězce, hlavně s peroxylovými radikály (VELÍŠEK, 2002, 1. díl). Roli antioxidantů plní takové sloučeniny, které reagují s volnými radikály a převádějí je na méně reaktivní sloučeniny (KALAČ, 2001). Při reakci se antioxidant spotřebovává. Když je všechen antioxidant spotřebován, začne autooxidace probíhat tak, jakoby žádné antioxidanty nebyly přítomny. Antioxidanty tedy nemohou úplně zastavit autooxidační reakci, jen ji zpomalit, v ideálním případě až na rychlost iniciační reakce. Vitaminy, které mají úlohu antioxidantů (vitamin E, C a provitamin A), jsou snadno oxidovatelné látky. Významná je zejména reakce oxidovaných lipidů s fenolovými sloučeninami, z nichž se mnohé uplatňují jako antioxidanty (VELÍŠEK, 2002, 1. díl).

Antioxidanty interferují s procesem oxidace lipidů a jiných oxylabilních sloučenin tak, že:

- reagují s volnými radikály (antioxidanty primární) nebo redukují vzniklé hydroperoxydy (antioxidanty sekundární)
- váží do komplexů katalyticky působící kovy
- eliminují přítomný kyslík

K primárním antioxidantům náleží askorbová, erythorbová kyselina a jejich deriváty, tokoferoly, fenolové antioxidanty a galláty. K sekundárním antioxidantům se řadí např. cystein, peptidy obsahující cystein, lipoová kyselina, methionin aj. přirozeně se vyskytující sloučeniny, které se však jako antioxidanty nepoužívají (VELÍŠEK, 2002, 3. díl).

Béliveau a Gingras tvrdí, že v dnešní době je termín „antioxidant“ natolik častý, jak ve vědeckém tisku, tak v masových médiích, až to vypadá, jako by měly mít potraviny jedinou úlohu – být zdrojem antioxidantů a že pouze to je rozhodující pro to, zda je potravinu dobrá či špatná pro zdraví. Různé molekuly tedy mohou mít antioxidantní účinky, ale to nic nevypovídá o jejich účincích biologických.

Teorie antioxidantů více méně souhlasí s údaji nahromaděnými během let, takže i když brambor upečený v troubě (a ve slupce) má čtyřikrát vyšší antioxidantní účinky než brokolice, dvanáctkrát vyšší než květák a pětadvacetkrát než mrkev, tak přesto jako prevence proti rakovině vykazuje jen slabý účinek (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

6.1 Bioflavonoidy v prevenci kardiovaskulárního onemocnění

Kardiovaskulární choroby jsou ta, která postihují srdce a cévy. Zejména v ČR jsou tato onemocnění získaná v důsledku nevhodného životního stylu nejčastější příčinou úmrtí (ČERMÁK et al., 2002).

Pánek et al. uvádí, že choroby srdce a krevního oběhu patří dnes mezi nejčastější příčiny nemoci a úmrtnosti ve vyspělých zemích. Ve většině případů je jejich příčinou aterosklerosa. Dochází k ní v důsledku ukládání lipoproteidů, cholesterolu, pěnových buněk, leukocytů, částí tkání a vápníku do stěn cév (zejména), dojde k rozvoji koronární (ischemické) srdeční choroby se všemi důsledky, jako jsou arytmie, anginosní záchvaty nebo srdeční infarkt. Při postižení mozkových cév hrozí cerebrovaskulární příhoda, při postižení cév končetin důsledky jako bérkové vředy a další.

Rizikové faktory kardiovaskulárních chorob souvisí do značné míry s výživou a životním stylem. Patří sem dyslipidemie (hypercholesterolemie, hypertriacylglycerolemie), hypertenze, oxidační stres, pokročilá diabetes a další (PÁNEK et al., 2002). Podle Čermáka et al. zvyšuje riziko vzniku onemocnění přejídání, zejména tučnými pokrmy (hlavně živočišného původu), kouření, nedostatek pohybu a stresové situace (ČERMÁK et al., 2002). Mezi faktory, které ovlivňují výskyt a průběh kardiovaskulárních chorob patří také vitaminy s antioxidačním účinkem: Vitamin A (retinol a karotenoidy, včetně karotenoidů bez vitaminové účinnosti), vitamin E (tokoferoly a tokotrienoly) a vitamin C (askorbová kyselina) patří spolu se selenem a flavonoidy k nejvýznamnějším antioxidantům v organismu. Potřebný příjem antioxidantů tedy zabraňuje krátkodobému i dlouhodobému oxidačnímu stresu, který negativně působí zejména na rozvoj kardiovaskulárních chorob, ale i na průběh diabetu, nádorových chorob, očních chorob spojených s věkem, Parkinsonovy choroby nebo revmatické artritidy.

Zvýšené koncentrace cholesterolu v dietě (zejména v kombinaci se zvýšeným příjmem tuků) vedou ke vzniku hypercholesterolemie, která je zřejmě nejvýznamnějším rizikovým faktorem vzniku aterosklerosy. Současně se projevují zvýšené koncentrace plasmatického LDL-cholesterolu, které riziko ještě zesilují. Rostlinné steroly (fytoosteroly a fytostanoly) do určité míry inhibují syntézu cholesterolu v játrech a regulují jeho zapojení do plasmatických lipoproteinů. Z tohoto důvodu mají prokazatelný příznivý vliv na hladiny sérového cholesterolu. Samy se přitom obtížně (fytoosteroly) nebo téměř vůbec nevstřebávají (fytostanoly) (PÁNEK et al., 2002).

Obecně je přijímáno tvrzení, že nižší nárůst kardiovaskulárních onemocnění asijské populace je výsledkem vysokého příjmu fytoestrogenů v potravinách. Ovšem je nutné připustit nutné zkreslení, protože se mohou uplatňovat i jiné vlivy, jako např. nižší obsah nasycených tuků v potravě asijských národů.

Fytoestrogeny mohou mít pozitivní vliv na srdeční onemocnění i prostřednictvím snižování koncentrace lipidů a lipoproteinů v plazmě. Nejvyšší účinek byl zaznamenán u těch dobrovolníků, kteří měli na začátku pokusu nejvyšší hladinu cholesterolu.

Fytoestrogeny jsou studovány v poslední době také jako zachytávače volných radikálů. V popředí zájmu stojí hlavně resveratrol (již samostatně popsany – viz

kapitola 5.5), účinný zejména proti hydroxylovým radikálům, a genistein a equol, jejichž aktivita je srovnatelná s kvercetinem (MORAVCOVÁ, KLEINOVÁ, 2002).

Proti vzniku kardiovaskulárního onemocnění působí snížení hmotnosti na optimální, zvýšená konzumace ovoce a zeleniny, záměna živočišných tuků za rostlinné (tak, aby z celkového množství konzumovaných tuků byly 2/3 rostlinného původu a 1/3 živočišného původu). Důležitá je také trvalá pohybová aktivita. Každý by měl znát své hodnoty cholesterolémie (hladina cholesterolu v krvi) a krevního tlaku. Bezpečná cholesterolémie dospělého člověka je do 5 mmol/l a hodnota krevního tlaku je do 140/90 mm Hg (ČERMÁK et al., 2002).

Cílem jedné studie bylo pokusit se zhodnotit účinky kvercetinu a rutinu v prevenci kardiovaskulárních chorob, hlavně infarktu myokardu, a to u normálních i u diabetických potkanů. Výsledky prokázaly zlepšení srdeční frekvence u diabetických i normálních potkanů a kromě toho došlo k významnému omezení infarktů. Účinky těchto flavonoidů proti srdečním chorobám spočívají v útlumu oxidačního stresu a v mírném zvýšení antioxidační rezervy (ANNAPURNA et al., 2009).

Polská studie hodnotila vliv bioflavonoidů ve skupině 50-letých obyvatel z města Wrocław. Studie zahrnovala 121 žen a 82 mužů a hodnocení bylo provedeno prostřednictvím dotazníků. Ze zjištěných údajů bylo patrné, že hlavním zdrojem příjmu bioflavonoidů z ovoce u této skupiny byla jablka, méně již vykazoval příjem zeleniny. Černý čaj poskytl 588,3 mg/den flavonoidů, džus 0,59 mg (ženy) a 2,74 mg (muži). Z toho vyplývá, že čaj zaujímá 96 % z konzumovaných bioflavonoidů. Celkový denní příjem bioflavonoidů ve skupině byl 609,2 mg (ženy) a 612 mg (muži). Studie jednoznačně prokázala, že zvýšení příjmu ovoce a zeleniny je prospěšné v prevenci kardiovaskulárních chorob (ILOW et al., 2008).

Škottová et al. studovala účinky dvou rostlinných extraktů obsahujících fenolické látky – silymarinu ze *Silybum marianum* (obsahuje flavonolignany) a extraktu z *Prunella vulgaris* (PVE, obsahuje fenolické kyseliny a flavonoidy) – na antioxidační status a lipoproteinový profil u potkanů krmených experimentálními dietami, které vyvolávají pro-atherogenní změny v lipoproteinovém profilu. Výsledky naznačují, že silymarin a PVE by se mohly uplatnit jako potravní doplňky v prevenci kardiovaskulárních onemocnění (ŠKOTTOVÁ et al., 2003).

Grepová a rajčatová šťáva jsou bohatým zdrojem antioxidantů (polyfenolové látky respektive lykopen). Polyfenoly v grepové šťávě mají pozitivní vliv na omezování kardiovaskulárních nemocí. Draslík ze šťávy banánů, pomerančů a švestek může přispět ke zdravému krevnímu tlaku (International Federation of Fruit Juice Producers, 2007).

Čokoláda: blahodárná posedlost

Čokoláda a čokoládové cukrovinky jsou bohatým zdrojem energie. Konzumují se především pro příjemné sensorické vlastnosti, nikoliv z důvodů nasycení. Rovněž povzbudivé účinky dané přítomností teobrominu, kofeinu a teofylinu jsou ve srovnání s kávou a čajem malé a nejsou důvodem konzumace. I když čokoláda obsahuje přirozené antioxidanty, zejména flavonoidy a některé další pozitivně působící látky, neměl by být příjem čokolády a výrobků z čokolády příliš vysoký vzhledem k vysokému obsahu energie, tuku a cukru (PÁNEK et al., 2002).

Jediná kostička černé čokolády obsahuje dvakrát více polyfenolů než sklenka červeného vína nebo šálek správně vyluhovaného zeleného čaje. Hlavní polyfenoly, které se vyskytují v kakau, jsou katechiny, stejné jako v zeleném čaji. Z těchto molekul se vytvářejí polymery, proanthokyanidiny, které mohou činit 12 až 48 % hmotnosti kakaového bobu. A vzhledem k tomu, že tyto proanthokyanidiny jsou uznávanými antioxidanty, není divu, že kakao vykazuje stejné vlastnosti. Z dosud provedených výkumů vyplývá, že čokoláda, a především hořká, má nebývale vysokou antioxidační schopnost: šálek horké čokolády zaručí antioxidační aktivitu pětkrát vyšší než šálek černého čaje a třikrát vyšší než šálek zeleného čaje.

Až dosud se především studoval vliv čokolády na kardiovaskulární nemoci. Byli zkoumáni lidé z oblastí, kde se kakao konzumuje opravdu hojně. Tak například Indiáni Kuna z ostrovů San Blass, souostroví u břehů Panamy, mají velkou spotřebu kakaa a připravují si z něj nápoj stejnou metodou, jakou používaly dávné civilizace. Lidé tady pijí kolem pěti šáleků kakaa denně (a mnozí i podstatně více) a navíc používají kakao jako ingredienci do řady jídel. Obyvatelé těchto ostrůvků vzbudili zájem vědců především tím, že ačkoli je jejich strava velice slaná, a sůl, jak známo, bývá příčinou zvýšeného krevního tlaku, tak zdejší lidé mají naopak tlak velmi nízký.

Tabulka č. 7 : Bohatství polyfenolů (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008)

Zdroj	Polyfenoly (mg)
Hořká čokoláda (50 g)	300
Zelený čaj	250
Kakao (2 kávové lžičky)	200
Červené víno (125 ml)	150
Mléčná čokoláda (50 g)	100

Kakao má patrně příznivý vliv na kardiovaskulární systém, protože to je výkonný antioxidant. A skutečně, přiměřený příjem kakaa rychle zvyšuje antioxidační schopnosti krve, a tím se omezuje oxidace proteinů, které bývají příčinou vzniku aterosklerotických plátů. Ovšem zde je nutno poznamenat, že tento účinek mizí, když je čokoláda spojena s mlékem, pak jsou totiž polyfenoly absorbovány jinak. Dalším z pozitivních účinků čokolády na kardiovaskulární systém je její schopnost omezovat některé nevhodné funkce krevních destiček, čímž se podstatně snižuje nebezpečí vzniku sraženin (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Cibule

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*), ale vlastně i celý rod *Allium* reprezentovaný např. druhy *Allium sativum* (česnek kychyňský), *Allium porum* (pór) nebo *Allium schoenoprasum* (pažitka) je jedním z největších zdrojů fenolů vůbec a její pozitivní vliv především na cévní onemocnění, je všeobecně znám již delší dobu (PRONĚK et al., 2003).

Působí protizánětlivě a léčivě ještě v oblasti ledvin, močového měchýře a v močových cestách. Silice, určité bílkoviny a flavonoidy působí hlavně na snižování krevního tlaku a hladiny tuků v krvi.

Především starší a staří lidé mají z této bioaktivní látky prospěch. Cibule totiž povzbuzuje chuť, preventivně působí proti chorobným změnám cév (zejména žil), pomáhá při poruchách prokrvování, žilních obtížích, hemoroidech atd. (OBERBEIL, LENTZOVÁ, 2001)

Cibule obsahuje 7-8 % polyfenolických sloučenin, které mohou být zastoupeny 33 látkami jak ve formě volné, tak i vázané. Nejvíce je zastoupeno ovšem 5 látek a to především spiraeosid (4-O-β-D-glukosid kvercetinu) a 3,4-O-β-D-diglukosid kvercetinu. Hladiny obsahu flavonolů v jedlých částech pórku, šalotky, zelené cibule, česneku a cibule se pohybují v rozmezí od <0,03 do >1 g.kg⁻¹. Bílé

cibule neobsahují prakticky žádné detekovatelné flavonoly, zatímco kultivary žlutých a červených cibulí obsahují 60-1000 mg.kg⁻¹. Se vzrůstající dobou skladování se podle studií obsah celkových polyfenolů u žluté a červené odrůdy zvyšuje, prokazatelněji u vzorků skladovaných při laboratorní teplotě 22°C. Červenou odrůdu Karmen lze doporučit ke konzumaci v čerstvém stavu (např. saláty), pro její vyšší obsah polyfenolických látek (PRONĚK et al., 2003).

6.2 Bioflavonoidy v prevenci rakoviny (zhoubných nádorů)

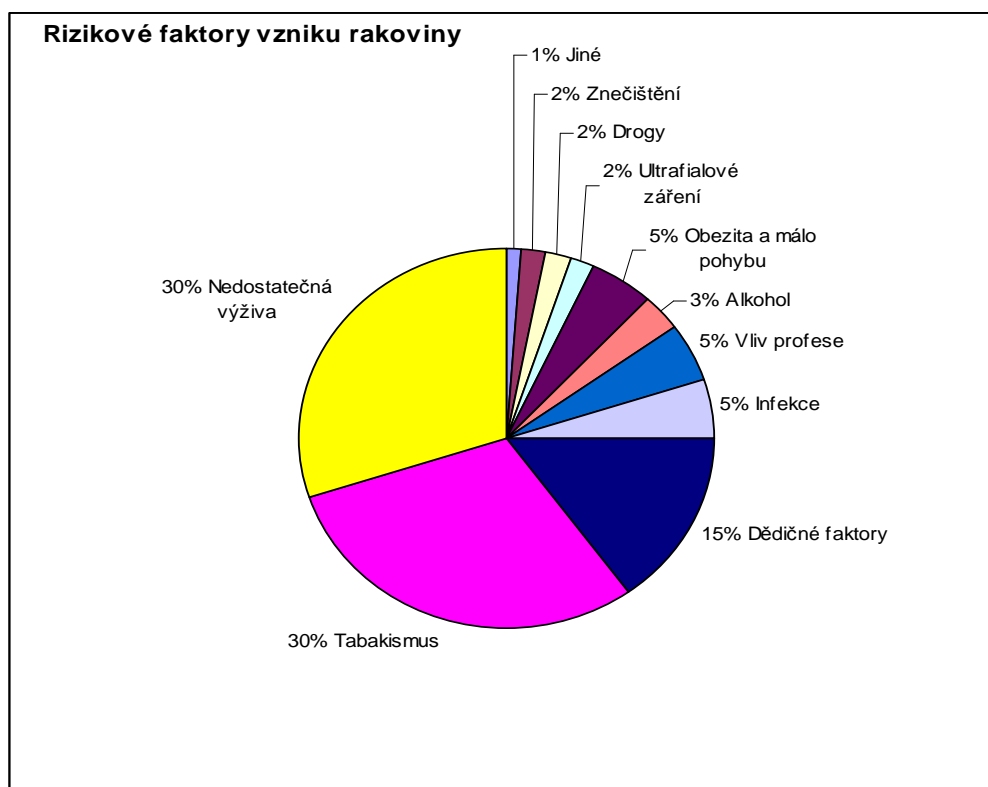
Ze všech těch nebezpečí, jimž musíme všichni čelit, představuje rakovina skutečnou hrozbu. Tato nemoc postihne jednu osobu ze tří ve věku do pětasedmdesáti let a jedna osoba ze čtyř umírá na komplikace s rakovinou spojené. Každým rokem ve světě onemocní rakovinou 10 milionů lidí a 7 milionů lidí na tuto nemoc umírá (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Existuje několik stovek různých nádorů s odlišnými vlastnostmi, odlišnou prognózou a pochopitelně s nutností individuálního léčebného přístupu. Situace je dále komplikována existencí řady přednádorových chorob. Nádor je zhruba charakterizován nahromaděním různě abnormální tkáně, která neregulovatelně roste. Nádor svým růstem ničí okolní tkáně nebo do nich proniká, a jestliže není úspěšně léčen, šíří se do různých dalších vzdálených orgánů. Nádor sám nebo komplikace s ním spojené nakonec vedou ke smrti pacienta.

Na vzniku nádorů se podílí mnoho příčin, jako např. chemické kancerogeny, ionizující záření, viry, vývojové poruchy, hormonální a imunologické faktory. Ukázalo se, že při vyšší spotřebě ovoce a zeleniny klesá výskyt některých zhoubných nádorů, např. výskyt rakoviny žaludku a tlustého střeva. Syrové ovoce a zelenina jsou cennější než tepelně zpracované (VAGUNDA et al., 1995).

Z hlediska výživy je ovoce a zelenina vzhledem k vysokému obsahu vitamínů, minerálních látek a stopových prvků minimálně rovnocenná s obilnými produkty. Zelenina a luštěniny by měly být konzumovány ve dvou až třech jídlech denně, stejně tak 2 krát denně by mělo být konzumováno ovoce. Příjem těchto potravin chrání tělo před rakovinou (DAXBECK, 2008).

Obrázek č. 12: Výšečový graf faktorů vzniku rakoviny (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008)



Významnou součástí řady rostlinných potravin je vláknina (nestravitelné rostlinné celulózy a pektiny). Vláknina má mnohostranný příznivý vliv (zahrnuje i snížení hladiny cholesterolu v krvi vazbou žlučových kyselin). Zvyšuje objem stolice, urychluje střevní pasáž a absorbuje některé škodlivé látky, takže snižuje riziko střevních chorob včetně nádorů.

Účinek vitaminů C, E a karotenů (žlutá až červená rostlinná barviva, z nichž v organismu vzniká vitamin A) se vykládá zneškodňováním volných reaktivních radikálů (brání nežádoucím oxidacím, též vzniku kancerogenních nitrosaminů). Podobně působí selen, který je však ve vyšších dávkách sám o sobě toxický. Dostatečný příjem selenu zajišťuje nerafinovaná rostlinná strava. Vitaminy C, E ani karoteny při vyšším dávkování škodlivé účinky nemají (VAGUNDA et al., 1995).

Ovoce a zelenina jsou bohaté také na mnoho biologicky aktivních látek (např. polyfenoly, glukosinoláty). Právě biologicky aktivní sloučeniny mohou ovlivňovat proces karcinogeneze prostřednictvím několika mechanismů (ovlivnění detoxikačních enzymů, stimulací imunitního systému, snižováním srážlivosti krve,

modulací metabolismu hormonů, snižováním krevního tlaku). U těchto látek byly prokázány účinky antibakteriální, antivirové či antioxidační.

Předcházet rakovině pomocí jídla je srovnatelné s chemoterapií, ale nutriční terapie není toxická, využívá protirakovinových molekul přítomných v potravinách a bojuje s rakovinou v samém zárodku, dávno před tím, než by dosáhla zhoubné zralosti, a proto nikterak neohrožuje správný chod organismu (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Rostoucí nároky na spotřebu ovoce a zeleniny vyplývají i z toho, že v průběhu 20. století došlo ve vyspělých zemích ke změnám ve složení konzumovaných tuků. Rostlinné oleje mají vyšší obsah více nenasycených mastných kyselin než tuky živočišné, a proto se z nich vytváří více volných radikálů. Je třeba, aby tato zátěž byla kompenzována zdroji přirozených antioxidantů (KALAČ, 2003).

Tabulka č. 8: Seznam potravin proti rakovině (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008)

Potravina	Denní dávka
Růžičková kapusta	½ šálku
Brokolice, květák, zelí	½ šálku
Česnek	2 stroužky
Cibule, šalotka	½ šálku
Špenát, řeřicha	½ šálku
Sója	½ šálku
Lněné semínko (čerstvě mleté)	1 polévková lžíce
Rajčata (koncentrát)	1 polévková lžíce
Kurkuma	1 čajová lžička
Pepř černý	½ čajové lžičky
Borůvky, maliny, ostružiny	½ šálku
Brusinky (sušené)	½ šálku
Hroznové víno	½ šálku
Hořká čokoláda (70 %)	20 g
Citrusový džus	½ šálku
Zelený čaj	3 krát 250 ml

Mechanismus inhibičního působení ochranných látek na karcinogenitu je ještě málo znám. Podle jejich působení na určitou fázi karcinogenního procesu mohou být tyto látky rozděleny do tří skupin:

- 1. Inhibitory tvorby karcinogenů** – látky bránící vzniku karcinogenů z prekurzorových sloučenin.

Patří k nim: α - a γ - tokoferol, kyselina askorbová, kávová (fenol), ferulová (fenol) a p-hydroxycinnamová, indol-3-acetonitril a syntetická aditiva butylhydroxyanisol a butylhydroxytoluen (terciární fenoly).

2. **Blokátory karcinogeneze** – látky bránící karcinogenním látkám reagovat s cílovým místem ve tkáni.

Patří k nim: β -karoten, retinylpalmitát a retinylacetát, kumarin, limethin, kvercetin pentametyleter (v citrusových plodech), indol-3-carbinol, 3,3-diindolylmetan, benzyl a fenylisothiokyanát, selenit sodný, kysličník seleničitý, kyselina selenová a sójový proteinový inhibitor.

3. **Prekursory karcinogeneze** – látky inhibující působení karcinogenů ve tkáni.

Patří k nim: benzylisothiokyanát (syntetické aditivum, β -sitosterol, kofein, kyselina fumarová a terciální-butyhydroxyamid (STRATIL, 1993).

U některých flavonoidů byly zjištěny příznivé účinky proti vzniku vředů a rakoviny žaludku vyvolávaných bakterií *Helicobacter pylori*.

Tyto rostlinné polyfenoly jsou obvykle v potravinách vázány ve složitějších komplexech, které procházejí tenkým střevem téměř nepozměněny a až 95 % se dostává do tlustého střeva. Tam jejich větší podíl podléhá působení bakteriálních enzymů, jaké se v tenkém střevu nevyskytovaly. Tím se vesměs zvýší biologická využitelnost flavonoidů. Bakterie tlustého střeva proto hrají významnou roli při uplatnění příznivých ochranných účinků flavonoidů i některých dalších rostlinných polyfenolů (KALACĚ, 2007).

Tomer et al. provedl studii antioxidační aktivity fytochemikálií, které mohou být zodpovědné za snížené riziko rakoviny. Byly použity dva testy. První test kyslíkových radikálů absorbanční aktivity měřil pokles fluorescence rozpadu způsobené antioxidanty a druhý test na celkovou oxyradikálovou kapacitu vyplachování měřil pokles produkce etylenu. Nejvyšší antioxidační aktivitu z 11 měřených fytochemikálií prokázal kvercetin, hroznový extrakt, zelený čaj polyfenolů a extrakt z borovicové kůry a naopak nejnižší byla zjištěna u citrusového ovoce (TOMER et al., 2007).

Odhaduje se, že jedna třetina Američanů používají pravidelně bylinné doplňky. Právě strava bohatá na bioaktivní fytochemikálie jsou spojeny se snížením rizika rakoviny, zejména rakoviny tlustého střeva. Jedna studie srovnala schopnost čtyř rostlinných flavonoidů (kvercetin, kurkumin, rutin a silymarin) a bylinné směsi (ginseng prášek) potlačit nenormální růst buněk (ACF = aberrant crypt foci). Volate et al. dále zkoumal vliv bylinných směsí na apoptózu a mechanismy, které tyto sloučeniny vyvolávají. Účelem studie bylo potvrdit chemopreventivní účinky těchto

doplňků. Ačkoli všechny tyto látky byly velice účinné, nejvíce efektivní byl kvercetin a nejméně rutin. Pouze silymarin prokázal snížení procenta růstu nenormálních buněk. Tato sloučenina zasahuje do počátečních fází i průběhu etap karcinogeneze a tím snižuje výskyt rakoviny tlustého střeva. Ze studie také vyplynulo, že kombinace bylinných doplňků je účinnější než každý zvlášť (VOLATE et al., 2005).

Mnozí lidé, kteří se už obeznámili s tím, jak velkou roli hrají různé fytochemické látky v prevenci rakoviny, se však nerozhodnou změnit své stravovací návyky tak, aby si do jídelníčku zařadili potraviny, které jsou nejlepším zdrojem těchto molekul, ale začnou se spíše zajímat, zda by se tyto látky nedaly někde sehnat v podobě potravinových doplňků.

Na Západě se už kult potravinových doplňků rozvinul do takové míry, že lidé radši polykají C vitamín v tabletách, než aby si dali pomeranč. Zdá se tedy, že se potravinové doplňky staly nedílnou součástí moderního stravovacího režimu, ale bohužel na úkor ovoce a zeleniny (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Není sporu o tom, že účinné ochranné (chemoprotektivní) antikarcinogenní složky obsahuje strava rostlinného původu. Svědčí o tom údaje tabulky, které představují souhrn asi dvou set epidemiologických studií.

Tabulka č. 9: Vliv příjmu ovoce a zeleniny na prevenci nádorových onemocnění (KALAČ, 2003, podle Blocka et al., 1992)

Orgán	ZELENINA	OVOCE
Ústní dutina	+++	+
Hltan	+	+
Žaludek	+	+
Tlusté střevo	+++	+++
Slinivka	+	+
Játra	+	+
Plíce	+	+++
Ledviny	+++	+
Močový měchýř	+	+++
Prs	+	+
Vaječníky	+	+
Prostata	+	+

+ ...málo průkazné

++ ...významně průkazné

+++ ...vysoce významně průkazné

6.2.1 Protirakovinné schopnosti zeleného čaje

Listy čajovníku (*Camellia sinensis* L.) se v Číně připravují k přípravě nálevů již asi pět tisíc let. Čaj se tradičně spojoval se zlepšením krevního oběhu, zvýšením odolnosti vůči nemocím a vylučováním škodlivých látek z těla. Teprve v minulých letech se prokázaly jeho příznivé antioxidační účinky vůči procesu stárnutí a degenerativním chorobám – srdečně cévním, nádorovým a cukrovce.

Výsledky nasvědčující preventivním účinkům čaje a jeho složek vůči srdečně cévním chorobám nejsou jednoznačné – některé práce uvádějí přínos, jiné nikoli. Zatímco u pokusných zvířat převažovaly příznivé výsledky, u lidí zřejmě hrají významnou roli genetické faktory (KALÁČ, 2003).

Vývoj nádorového onemocnění má tři fáze: iniciaci, promoci a progresi. V prvním kroku se z prokarcinogenů stávají karcinogeny a dochází k mutacím (poškození) DNA, v dalším dochází ke vzniku rakovinových buněk a poté k růstu zhoubných nádorů. Nádory jsou velice závislé na přísunu energie, potřebují nově vytvořenou síť krevních cév, a proto využívají angiogeneze (novotvorbu cév na základě potřeb nádoru), jen tak se jim daří napadat další tkáně organismu. Zablokovat tvorbu anebo ničit tyto nově vytvářené krevní cévy je možné, pokud jsou každodenně přijímány malé dávky antiangiogenetických molekul, které brání nádoru v progresi (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Čaj či jeho jednotlivé složky prokázaly účinnost ve všech třech fázích u několika typů rakoviny. Přehled dosavadních výsledků výzkumu na pokusných zvířatech je shrnut v **tabulce č. 10**:

Preventivní účinnost čaje a jeho složek v jednotlivých fázích vývoje nádorových onemocnění u pokusných zvířat (KALÁČ, 2003, podle Dufresneové a Farnworthe, 2001):

INICIACE	PROMOCE	PROGRESE
<i>Rakovina kůže</i>		
Polyfenoly zeleného čaje	epigallokatechingallát	Epigallokatechingallát
Černý čaj	Zelený čaj	Zelený čaj
Polyfenoly černého čaje	Černý čaj	Černý čaj
Kofein		Polyfenoly černého čaje
<i>Rakovina plic</i>		
	Zelený čaj	Zelený čaj
		Černý čaj
<i>Rakovina trávicího traktu/jiné typy</i>		
epigallokatechingallát	Epigallokatechingallát	Polyfenoly zeleného čaje
	Zelený čaj	Epigallokatechingallát
	Černý čaj	Polyfenoly černého čaje

Třetinu hmotnosti čajových lístků zeleného čaje tvoří polyfenoly, a právě tyto molekuly zajišťují protirakovinný potenciál. Je však důležité si uvědomit, že skladba katechinů v zeleném čaji je značně závislá na tom, kde byl čajovník pěstován, o jaké rostliny šlo, kdy byly lístky sklizeny i jak byly dále zpracovány. Pro obsah polyfenolů v čaji je také důležitá doba louhování čajových lístků, protože při louhování kratším než 5 minut se vyluhuje pouhých 20 % katechinů. Proto se doporučuje doba louhování kolem 8-10 minut.

Zelený čaj působí hlavně jako prevence proti rakovině močového měchýře a prostaty (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

6.2.2 Protirakovinné schopnosti brukvovité zeleniny

V posledních letech je intenzivně studována zelenina čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) (např. brokolice, zelí bílé, červené, růžičková kapusta, květák) a jejich chomopreventivní účinky. Výsledky naznačují, že jejich zvýšená konzumace je spojena se snížením výskytu rakoviny, zvláště kolorektálního karcinomu (MANDELOVÁ, TOUŠEK, 2007).

Studie, která zkoumala 252 případů rakoviny močového měchýře, které se vyskytly mezi 47 909 osobami pracujícími ve zdravotnictví za období deseti let, zjistila, že požívání pěti či více porcí různých druhů brukvovitých rostlin týdně, zvláště pak brokolice nebo zelí, snižuje riziko rakoviny močového měchýře o polovinu, ve srovnání s osobami, které týdně jedli pouze jednu porci této zeleniny, nebo ji nejedli vůbec (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Ačkoli brukvovitá zelenina obsahuje mnoho biologicky aktivních látek, antikarcinogenní účinky jsou připisovány především glukosinolátům, resp. jejich degradačním produktům. Průměrný obsah glukosinolátů ve vegetativních částech rostlin se pohybuje v rozmezí 100-2500 mg.kg⁻¹, v semenech až 60 000 mg.kg⁻¹.

V brukvovité zelenině se vyskytují především čtyři glukosinoláty: glukobrassicin, glukorafanin, sinigrin a progoitrin. Vědci v posledních letech obrátili pozornost především na sloučeninu vznikající enzymovou hydrolyzou glukorafaninu, tj. -4-methyl-sulfinyl-butyl-isothiokyanát, nebo-li sulforafan (SFN). Sulforafan je pravděpodobně velmi silným induktorem detoxikačních enzymů 2. fáze, tímto způsobem inhibuje chemicky vyvolané nádory u myší a potkanů. Také indukuje apoptózu. Odhaduje se, že příjmem 100 g porce brokolice zkonsumujeme přibližně 50-200 mmol sulforafanu.

Hydrolýzou idolových glukosinolátů, např. glukobrassicinu, vzniká 3-indolylmethyl, nebo-li indol-3-karbinol (I3C). I3C vykazuje také antimutagenní a chemopreventivní vlastnosti, pokud je konzumován před nebo současně s aplikovanou mutagenní či karcinogenní látkou.

Z výsledků bylo patrné, že aplikace brokolicové šťávy ošetřené vysokým tlakem vedla ke statisticky významnému snížení počtu mikrojadér v erytrocytech kostní dřeně myší, pokud byly aplikovány v kombinaci s mutagenní látkou, ve srovnání se samotnou aplikací mutagenů (MANDELOVÁ, TOUŠEK, 2007).

Sulforafan, a tedy brokolice, si v rámci nutriční preventivní strategie proti rakovině zaslouží zvláštní pozornost. A je to opodstatněný zájem, neboť celá řada studií prováděných v posledních letech dospěla k závěru, že sulforafan podstatně urychluje vylučování toxických látek z organismu, tedy látek, které mohou být spouštěčem rakoviny.

Je pravděpodobné, že sulforafan navíc působí přímo na rakovinové buňky, spouští u nich proces apoptózy, a tím je vede k zániku. Schopnost sulforafanu vyprovokovat smrt rakovinových buněk byla pozorována i u různých typů nádorů, například u nádorů tlustého střeva či prostaty, ale také u akutní lymfatické leukémie (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Léčivé účinky brokolice:

- preventivně působí proti infekcím
- zlepšuje trávení a odstraňuje zácpu
- podporuje metabolismus sacharidů a bílkovin
- posiluje práci svalů
- povzbuzuje imunitní systém
- pomáhá proti nervóznímu neklidu, podrážděnosti a poruchám spánku
- posiluje srdce a krevní oběh
- intenzivně působí proti onemocnění střev
- podporuje krevtvorbu, zásobuje buňky kyslíkem
- mírní menstruační bolesti u žen (OBERBEIL, LENTZOVÁ, 2003)

6.2.3 Protirakovinné schopnosti citrusů

Pomerančová a grepová šťáva obsahují významná množství kyseliny listové (filutů), která je účinná v omezování rizika poruch neurální trubice (International Federation of Fruit Juice Producers, 2007).

Vědci z Hebrejské univerzity v Jeruzalému zjistili, že šťáva grapefruitu oroblanca (*Citrus grandis* AC) a grapefruitu významně zvyšuje aktivitu detoxikačních enzymů u krys. Soudí se, že tyto enzymy snižují riziko rakoviny způsobené chemikáliemi.

Dřívější epidemiologické studie naznačily ochranný vliv vyšší spotřeby ovoce a zeleniny při snižování rizik vzniku rakoviny. Oroblanco (hybrid pomela a grapefruitu, vyšlechtěný v roce 1958 na Kalifornské Univerzitě) a grapefruit obsahují vysoké koncentrace flavonoidů naringenin a hesperidin.

Jedním z mechanismů obrany organismu vůči toxinům a kancerogenům jsou jaterní detoxikační enzymy, také známé jako biotransformační enzymy anebo enzymy metabolizující drogy. Tyto enzymy se rozdělují do dvou skupin. Enzymy fáze 1 (skupina cytochromu P450) byla zjištěna v játrech a údajně „aktivují“ toxické složky přidáním atomu dusíku nebo kyslíku. Enzymy fáze 2 detoxikují rizikové látky tím, že mohou být pak vyloučeny z organismu.

Výsledky výzkumu vlivu detoxikace krys, kterým byl podán injekčně silně rakovinotvorný 1,2-dimethylhydrazin, ukázal na vzestup aktivit enzymů obou fází v játrech krys konzumujících grepovou nebo oroblančovou šťávu v porovnání s ostatními dvěma skupinami, které konzumovaly vodu nebo cukerný roztok. To potenciálně umožnilo vyšší stupeň detoxikace a odstranění škodlivých látek z organismu.

Přesto, že existuje hypotéza, že odpovědnost za zvýšenou chemoprotektivní aktivitu mají flavonoidy obsažené v obou šťávách, je třeba vzít v úvahu, že i další látky obsažené ve šťávách mohou přispět k rozšíření enzymových aktivit. Autoři závěrem konstatují, že spotřeba citrusového ovoce může být vysvětlením pro chemoprevenci (HAHN-OBWERCYGER et al., 2006).

Studie prováděné v nejrůznějších zemích světa jednoznačně prokázaly pokles rizika rozvoje některých druhů rakoviny při konzumaci citrusů. Tento dopad je zvláště přesvědčivý u případů rakoviny trávicího traktu, tj., úst, hltanu, jícnu a žaludku, kdy byl zaznamenán pokles rizika až o 40-50 % (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

6.2.4 Antioxidanty v prevenci rakoviny prostaty

Jedna studie, jíž se účastnilo 8 000 mužů japonského původu žijících na Havaji, naznačuje, že konzumace rýže a tofu má vliv na pokles rizika rozvoje rakoviny prostaty (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Podle výsledků studie doktora Richarda B. Hayese a jeho spolupracovníků z National Cancer Institute v Marylandu nepůsobí vysoký příjem vybraných antioxidantů (vitaminu E, beta karotenu a vitaminu C) preventivně proti onemocnění rakovinou prostaty.

Do studie bylo zahrnuto celkem 29 361 mužů ve věku od 55 do 74 let. Byla u nich sledována hladina PSA v krvi (prostate specific antigen) na začátku studie a každých 5 let a dále bylo prováděno vyšetření prostaty konečníkem na začátku studie a každé 3 roky. Příjem výše uvedených antioxidantů byl hodnocen dotazníkovou metodou. Během 4 let bylo u sledovaných mužů zjištěno celkem 1338 případů rakoviny prostaty (z toho 520 případů v pokročilém stadiu).

Pouze u pravidelných kuřáků a těch, kteří přestali kouřit v posledních 10 letech, byl pozorován pozitivní vliv vysokých dávek vitaminu E na incidenci tohoto typu nádoru (HAYES et al., 2006).

Protirakovinné schopnosti česneku

Dosud známé informace o protirakovinných schopnostech zeleniny z rodu *Allium* naznačují, že mají významnou úlohu při prevenci rakoviny trávicího traktu, zvláště pak u rakoviny jícnu, žaludku a tlustého střeva.

Tato zelenina může mít zásadní význam i při prevenci rakoviny prostaty. Studie provedená mezi obyvateli Šanghaje uvádí, že muži, kteří denně konzumovali přes 10 g česneku, byli rakovinou ohroženi o polovinu méně než ti, kteří konzumovali méně než 2 g za den.

Mnozí badatelé jsou přesvědčeni, že allicin je podstatou léčebných schopností česneku. Allicin se velmi rychle mění na řadu sloučenin, jako ajoen, diallyl sulfid, diallyl disulfid a řadu dalších molekul. Fytochemické látky z česneku zabrání vzniku nitrosaminů, vysoce kancerogenních látek, které působí na DNA a tím zabraňují v rozvoji rakoviny.

U rakoviny prsu však dosud realizované studie neumožňují přesně určit míru ochrany poskytované česnekem.

Protirakovinné schopnosti sóji

Druhy rakoviny závislé na hormonech, jako je rakovina prsu a prostaty, patří v západních zemích mezi hlavní příčiny úmrtí na rakovinu, zatímco v zemích východních jsou tyto druhy rakoviny poměrně vzácné.

Izoflavony, protirakovinné látky ze sóji, mají stejnou chemickou stavbu jako lidské pohlavní hormony a mohou tedy zasahovat do rozvoje typů rakoviny, které jsou vyvolány příliš vysokou hladinou hormonů.

Studie, které se zaměřily na riziko rozvoje rakoviny prsu u žen s ohledem na konzumaci sóji v prepubertálním a pubertálním věku, prokazují přímou souvislost mezi poklesem případů rakoviny prsu a konzumací sóji v nízkém věku. Konzumace sóji v raném věku má, jak se zdá, velký význam, neboť ženy chrání před rozvojem rakoviny prsu i v pozdějším věku, a to i ty, které v dospělosti konzumaci sóji omezily (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Tabulka č. 11: Protinádorové potraviny (KONOPKA, 2004)

Potraviny	Potlačení růstu nádoru	Antioxidační účinky	Posilování imunitního systému	Fytohormony*
Česnek	+++++	+++	+	+
Brokolice	+++++	+++++	++	+
Kapusta	+++++	+++++	++	
Rajčata	+++++	+++++	++	
Sója	+++++	+++	++	++
Karotka	++++	+++	++	
Obilí	+++++	+++	+	+

Fytohormony* jsou v lidském těle vázány na stejné receptory na povrchu buněk jako estrogeny těla vlastní – ovšem s velmi nízkým hormonálním účinkem. Vyskytují se v sóje, sójových produktech a obilí. Pravděpodobně působí preventivně zvláště proti hormonálně indukovaným typům rakoviny, jako je rakovina prsu nebo prostaty. Kromě toho je možné, že fytohormony působí preventivně proti onemocněním srdečně cévního systému a osteoporóze.

6.2.5 Protirakovinový potenciál drobného ovoce

Ze všech fytochemických látek obsažených v drobném ovoci je kyselina ellagová bezesporu tou, která by vývoj rakoviny dokázala ovlivnit nejvíce. Tato látka je polyfenol nezvyklé podoby, který je obsažen především v malinách, jahodách, ale i v lískových či pekanových ořechách.

Studie provedená na zvířatech prokázala, že stravovací režim s vysokým podílem malin či jahod (kolem 5 % přijímané potravy) významně snížil počet nádorů v jícnu, které zde byly vyvolány působením silného kancerogenu.

Výtažky z jahod i z malin jsou schopny bránit nádorovým buňkám v růstu. Podle dosud dostupných informací kyselina ellagová brání kancerogenním látkám v přeměně na buněčné jedy, ty pak ztrácejí schopnost ovlivňovat DNA a iniciovat mutace vedoucí k rozběhnutí rakoviny. Kyselina ellagová tedy zvyšuje obranyschopnost buňky vůči toxické agresi a podporuje její schopnost zbavovat se kancerogenních látek (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Například na močový trakt pozitivně působí brusinková šťáva a vysoký obsah vitamínu C v citrusových šťávách (International Federation of Fruit Juice Producers, 2007). V lidovém léčitelství se právě brusinky nejčastěji doporučují při zánětech močových cest. Američtí lékaři, kteří brusinky zkoumali, zjistili, že látky v nich obsažené brání bakteriím ulpět na buňkách, a tím se podstatně snižuje riziko, že dojde k infekci těchto tkání. (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Tabulka č. 12: Obsah kyseliny ellagové (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008)

Ovoce	Kyselina ellagová (mg/porce*)
Maliny (i ostružiny)	22
Ořechy	20
Pekanové ořechy	11
Jahody	9
Brusinky	1,8
Různé jiné ovoce (borůvky, citrusy, broskve, kiwi, jablka, hrušky, třešně...)	< 1,0

* Porcí se myslí 150 g (jeden šálek) u ovoce a 30 g u ořechů.

6.2.6 Protirakovinový potenciál čokolády

Kakao má obdobný obsah fytochemických látek jako další potraviny se schopností preventivně bránit rozvoji rakoviny. Bylo zjištěno, že proanthokyanidiny z kakaové pasty jsou schopny zbrzdit rozvoj některých druhů rakoviny vyvolaných u laboratorních zvířat, především rakovinu plic.

Každodenní konzumace 20 g hořké čokolády (70 % kaka) může mít velmi příznivý dopad na zdravotní stav. Zvláště pokud to vede též k omezení příjmu různých jiných sladkostí, přesycených cukrem a tuky, které nic dobrého nepřinášejí. Konzumace cukrů je nedílnou součástí našich stravovacích návyků, protože přináší pocit pohody. Pozměněním těchto zvyků, že běžné sladkosti nahradí hořká čokoláda, může mít zásadní dopad na prevenci chronických nemocí, jako je rakovina.

Tabulka č. 13: Další alimentární zdroje bohaté na fytochemické protirakovinné látky (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008)

Potravina	Fytochemická látka
Mořské řasy	Fukoxantin
Artyčok	Silymarin
Lilek	Nasuin
avokádo	Alfa-karoten
Bazalka a rozmarýn	Kyselina ursolická
Čínské zelí (pok-choi)	Dithiothion
Kapary	Kempferol
Celer	Apigenin
Třešeň	Kyanidin
Hřebíček	Eugenol
Špenát	Lutein
Fenykl, anýz, koriandr	Anethol
Zázvor	6-gingerol
Hlávkový salát	Zeaxanthin
Čočka	Lignany
Vojtěška	Kumestrol
Mango	Beta-kryptoxanthin
Ječmen	Fytáty
Grapefruit	Naringenin
Petržel	Apigenin
Paprika chilli	Kapsicin
Hruška	Kyselina hydroxycinnamická
Jablko	Quercetin
Houby (shiitake)	Lentinan
Otruby	Vlákniny
Černý čaj	Teaflavin
Tymián	Luteolin

6.3 Bioflavonoidy v prevenci jiných onemocnění

6.3.1 Účinek flavonoidů při bolesti svalů

V jedné studii americké National College of Naturopathic Medicine se zlepšovaly potíže nemocných s fybriomyalgií tím, že se jim denně podávala kombinace 500 mg vitamínu C a brokolicového extraktu.

Je pravděpodobné, že svalové bolesti může zmírňovat dieta s vysokým obsahem vitamínu C a flavonoidů, protože obě látky zabraňují zánětům a chrání tělo před škodlivými kyslíkovými sloučeninami. Pro tuto dietu hovoří také to, že se při jiných výzkumech fybriomyalgie vysloveně pozitivně osvědčil jídelníček se silně zdůrazněnou syrovou stravou (která stav vitamínu C a flavonoidů zlepšuje).

6.3.2 Účinek flavonoidů při oparu (herpes labialis)

Efekt vitamínu C, posilujícího imunitu, je při této nemoci velmi malý, nicméně ve spojení s flavonoidy může vitamin C pomoci, protože tato kombinace účinných látek zabraňuje zánětům. Tím se stará i o to, aby se strupy na konci onemocnění rychleji hojily a udělaly místo nové tkáni rtu.

6.3.3 Účinek flavonoidů při menstruačních potížích

Tyto sekundární rostlinné látky brzdí produkci prostaglandinu, který hraje při vzniku bolesti podstatnou roli. Flavonoidy jsou především v salátě, jablkách, švestkách, bobulovitém ovoci, červeném zelí, a ústřicích. Dotyčné potraviny se musejí konzumovat ve velkém množství, aby byl efekt znatelný. Existuje i další možnost – z těchto potravin lze vylisovat šťáva a používá se vnitřně i zevně k promasírování spodní části břicha (ZITTLAU, 2006).

6.3.4 Účinek flavonoidů při tvorbě zubních kazů

Při nedávné studii byl zkoumán vliv flavonoidů na zubní kazy. Tato studie provedla odděleně dva pokusy. Pokus 1 – účinek flavonoidu naringeninu (0,09 %, 0,18 %, 0,36 % a 0,72 % dietní doplnění) na tvorbu kazu a pokus 2 – účinek kvercetin, naringeninu a rutinu (0,57 %) na tvorbu kazu. Studie byly provedeny u potkanů albínů, a to po dobu 42 dnů. Potkani byli krmeni 40 % sacharózou. V pokusu 1 byly u potkanů hodnoceny zubní kazy, hromadění zubního plaku a tvorba slin pomocí jednostranné analýzy rozptylu (post hoc Tukeyův test, Kruskal-Wallisův test a Spearmanova korelace). V pokusu 2 byly hodnoceny zubní kazy jen na základě Kruskal-Wallisova testu a analýzy rozptylu. Statistické vyhodnocení ukázalo, že tyto flavonoidy mají vliv na tvorbu zubního kazu, možná z důvodu sníženého hromadění zubního plaku. Vybrané flavonoidy mohou tedy přispět k omezení tvorby zubních kazů (WOOD, 2007).

6.3.5 Účinek flavonoidů při spálené pokožce

Tyto rostlinné látky mírní především typické zarudnutí při slunečním úpalu, kromě toho zabraňují produkci prostaglandinů. Flavonoidy, které tak účinně působí při úpalu, jsou v salátu, jablkách, švestkách, bobulovitém ovoci, červeném zelí a baklažánech (ZITTLAU, 2006).

6.3.6 Účinek flavonoidů při léčbě křečových žil, hemoroidů aj.

Z hlediska působení na mikroskopickou kapilární síť krevních vlásečnic působí bioflavonoidy pozitivně při léčbě jak klasických křečových žil, tak tzv. metličkových varixů, hemoroidů, krvácení z nosní sliznice, zvýšenému krvácení pod kůží a nepřiměřené tvorbě krevních podlitin, kterými jsou postiženy zejména ženy. Prokázaný protivirový a protibakteriální účinek je společně s již uvedeným synergicky působícím vitamínem C jednou z důležitých zbraní našeho imunitního systému v boji proti infekcím. Nezanedbatelná jistě není ani schopnost vyvazovat v organismu těžké kovy a podporovat jejich vylučování ven z organismu.

Jako příklad může sloužit skutečnost, že při experimentálním vyvolání skorbutu (kurděje) vyloučením vitamínu C, nelze pak krvácivé projevy upravit pouhým podáváním vitamínu C, ale například podáváním rostlinné šťávy. Skorbut je tedy projev dvou nezbytných látek, tj. dvojitá avitaminóza (ARNDT, 2008).

Skorbut je deficitní choroba, jejíž projevy se mění v závislosti na věku. U dětí se projevuje únavou, anémií a poškozením kostí: otokem kloubních ploch (epifýz) a krevními výrony (hematomy) pod vazivovým obalem kryjícím povrch kosti (periosteem). U dospělých vznikají hemoragie v kůži a ve svalech, provázené otokem dásní, které snadno krvácejí. Objevují se po několika měsících deficitní diety na kyselinu askorbovou a flavonoidy. Při deficitu se mění kvalita bazální membrány cév, která se stává nepravidelnou, tj. zduřelá místa se střídají s tenkými, snadno se přeruší už nízkým tlakem, nastává prolínání krve do okolí cévy a tvorby hemoragií. Vitamín C se tedy přímo podílí na integritě krevních kapilár (STRATIL, 1993).

Z dosavadních sledování se zdá, že hlavní účinek zmíněných flavonoidů je zaměřen především na kvalitu jedné ze základních složek vaziva, kolagenu. Při nedostatku flavonoidů se tak bazální membrána cév stává nerovnou, více propustnou. Důsledkem pak může být nejen zvýšená propustnost cévy, ale také změna kvality cévní stěny. Tato změna může napomáhat k dalšímu poškození cévy například tím, že se zde daleko snadněji ukládá cholesterol a jiné tukové částice. Tím je pochopitelně urychlován vznik a rozvoj sklerotických změn se všemi důsledky (ARNDT, 2008).

6.3.7 Účinek flavonoidů při šedém zákalu

Při šedém zákalu (kataraktu) jsou příznivé současně flavonoidy i kyselina askorbová. Katarakt je u diabetických a galaktosemických experimentálních zvířat

charakterizován zmenšením obsahu nebo úplným vymizením kyseliny askorbové z krystalinu oční čočky a komorové vody. Flavonoidy inhibují reduktázu aldózu, klíčový enzym působící při opacifikaci oka (STRATIL, 1993).

Borůvky jsou schopny napravovat problémy krevního oběhu a léčit některé nemoci očí, jako diabetická retinopatie, zelený a šedý zákal, a mnozí lékaři je dodnes při léčbě těchto nemocí využívají. Využití borůvek je zde velmi zajímavé, neboť teprve v nedávné době bylo zjištěno, že diabetická retinopatie bývá zapříčiněna nekontrolovatelnou angiogenezí, tedy novotvorbou cév oční sítnice, což je jev, který lze pozorovat i u nádorů, jejichž růst a vývoj je podmíněn novou sítí krevních cév (BÉLIVEAU, GINGRAS, 2008).

Anthokyaniny chrání stěnu vlásečnic, zejména v očním pozadí a příznivě působí na regeneraci oční sítnice. V lidském organismu se přetvářejí na rhodopsin, čímž se obohacuje oční barvivo, a tímto spolupůsobením lze předcházet šerosleposti, která je často spojená s diabetem (retinopatie) (KAŠPAROVÁ, 2009).

6.3.8 Účinek flavonoidů léčivé rostliny *Scutellaria baicalensis*

Scutellaria baicalensis (šišák bajkalský) je rostlina pocházející z Východní Asie. Patří k nejvýznamnějším léčivým rostlinám používaným v přírodní medicíně ve východoasijské populaci. Nejčastěji se k léčebným účelům užívá sušený kořen nebo se aplikují extrakty



připravené z kořene. V tradiční čínské medicíně se *Scutellaria baicalensis* používá při léčení alergií, hypertenze, bakteriálních a virových infekcí, hepatopatií, aterosklerozy. Terapeutická aktivita kořene je spojována s přítomností flavonoidů, přičemž hlavní obsahovou látkou je baicalin vykazující výraznou biologickou aktivitu (PAULOVÁ et al., 2008).

Z kořene *Scutellaria baicalensis* bylo vyizolováno 5 flavonoidů : baicalein, wogonin, oroxylin, wogonin glukuronid a baicalin. Antiradikálový účinek flavonoidů byl hodnocen na základě reakce se stabilním 1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyllovým (DPPH) radikálem. Výrazný antiradikálový účinek vůči DPPH vykázal pouze baicalin a baicalein. Hydroxylové radikály byly vychytávány baicalinem a wogonin

glukuronidem, které ve srovnání s kyselinou askorbovou byly 3x účinnější (BOCHOŘÁKOVÁ et al., 2008).

6.3.9 Účinek flavonoidů chmele

Do piva se fenolické látky a flavonoidy dostávají z ječmene, respektive sladu, chmele a chmelových výrobků a následně ovlivňují sensorické vlastnosti piva, jako je chuť, vůně, pěnivost a barva, ale také celkovou trvanlivost piva. Antioxidační vlastnosti spočívají především ve schopnosti eliminovat negativní účinky volných radikálů v krvi, v příznivém ovlivnění procesů regulace tlaku krve a hladiny glukózy v krvi (GRYNOVÁ et al., 2003).

Autoři se zabývali stanovením obsahu nejvíce zastoupeného prenylflavonoidu chmele – xanthohumolu ve všech českých registrovaných odrůdách, tj. v odrůdách Agnus, Bor, Premiant, Sládek a Žatecký poloraný červeňák. Jeho obsah se v hlávkovém chmelu pohyboval od 0,2 % hm. do 0,7 % hm. v závislosti na odrůdě, ročníku a stáří. U českých odrůd byl sledován úbytek xanthohumolu v důsledku stárnutí chmele v průběhu skladování. U isomeru isoxanthohumolu byly prokázány pozitivní účinky na lidské zdraví, takže jeho přítomnost v pivu je více než žádoucí. Při zkoumání vlivu prenylflavonoidů na antioxidační kapacitu chmele se však nepodařilo vyvodit jednoznačné závěry, neboť odlišnosti mezi jednotlivými odrůdami jsou vlivem vzájemného šlechtění příliš velké (HOFTA, 2003).

7. Závěr

Na základě zpracované literatury je nepochybné, že je v zájmu našeho zdraví dbát na konzumaci potravin, obsahujících bioflavonoidy. Nachází se především v ovoci, zelenině, luštěninách, pohance, v červeném víně, čaji, čokoládě a různém koření. Rostlinné fenolické látky jsou významnou složkou potravy člověka a mají řadu prospěšných účinků vůči chronickým onemocněním a v prevenci procesu stárnutí.

V souvislosti s výživou sehrávají zdravotní hlediska rozhodující úlohu. Na jedné straně se hovoří o nemocech podmíněných výživou, na druhé straně je výživa předpokladem pro přežití lidského druhu. Z toho vyplývá, že potrava a její kvalita mají zásadní vliv na zdraví a blaho lidí. Správná, pestrá a dobře vyvážená strava může udržovat náš organismus v dobré kondici, což se projeví v dobrém zdravotním stavu a dobré náladě.

Fenolové sloučeniny lze rozdělit na fenolové kyseliny, flavonoidy a skupinu stilbenů a lignanů. Z hlediska lidské výživy je nejvýznamnější skupina flavonoidů, mezi které patří flavonoly, flavony, isoflavony, flavanony, anthokyanidiny a flavanoly. Podle dostupných informací je zřejmé, že bioflavonoidy mají velmi široké spektrum působení na lidské zdraví.

Snad nejdůležitější vliv vykazují v prevenci rakoviny. Již dřívější epidemiologické studie naznačily ochranný vliv vyšší spotřeby ovoce a zeleniny jako největšího zdroje bioflavonoidů při snižování rizik vzniku rakoviny. Riziko rozvoje rakoviny prsu u žen prokazuje přímou souvislost mezi poklesem případů tohoto typu rakoviny a konzumací sóji s obsahem isoflavonů. Katechiny obsažené v zeleném čaji působí hlavně jako prevence proti rakovině močového měchýře a prostaty. Prokázaly se však i jejich příznivé antioxidační účinky vůči procesu stárnutí, jiným nádorovým chorobám a cukrovce. Proanthokyanidiny z kakaové pasty jsou schopny zbrzdit rozvoj především rakoviny plic. Výtažky z jahod i z malin, především kyselina ellagová, jsou schopny bránit nádorovým buňkám v růstu. Významná je i například šťáva grapefruitu, která zvyšuje aktivitu detoxikačních enzymů. Tyto enzymy snižují riziko rakoviny způsobené chemikáliemi. Další zdroj flavonoidů představuje brukvovitá zelenina. Sulforafan v brokolici navíc působí přímo na rakovinové buňky, spouští u nich proces apoptózy, a tím je vede k zániku. Lignany, které jsou nejvíce obsaženy ve lněném semínku, se jeví jako nadějně antikarcinogenní látky vůči typům

rakoviny souvisejících s hormonální regulací. Bioflavonoidy obsažené v cibuli působí protizánětlivě a léčivě v oblasti ledvin, močového měchýře, povzbuzují chuť a preventivně působí proti chorobným změnám cév, takže pomáhají při poruchách prokrvování, žilních obtížích a hemoroidech. Příjem kakaa zase rychle zvyšuje antioxidační schopnost krve, a tím se omezuje oxidace proteinů, které bývají příčinou vzniku aterosklerózy. Resveratrol ze skupiny stilbenů je dnes všestranně zkoumán v červeném víně a jednou z oblastí působení této látky, která vzbuzuje největší zájem, je vliv na dlouhověkost. U osob, které pijí víno v přiměřeném množství, se riziko kardiovaskulárních chorob snižuje o 40 %, a navíc snižuje o 22 % i riziko úmrtí na rakovinu. Účinky katechinů vína na organismus člověka odhalují schopnost omezovat shlukování krevních destiček, čímž snižují riziko vzniku krevní sraženiny uvnitř cévy vedoucí k infarktu. Rutin v pohance má řadu pozitivních zdravotních účinků, ale mezi jeho největší přínosy patří schopnost léčit křehkost krevních kapilár a zvyšovat pružnost cév. Kvercetin, jeden z nejhojnějších bioflavonoidů obvykle přítomných ve většině jedlých plodů, předchází buněčné smrti čištěním volných radikálů a mírní projevy alergií. Podle zjištěných údajů mají flavonoidy také významný vliv například při bolesti svalů, při oparu, při různých onemocněních očí, při spálené pokožce, při menstruačních potížích u žen nebo při tvorbě zubních kazů a paradentóze. Dokonce v pivu můžeme najít flavonoidy, které mají schopnost eliminovat negativní účinky volných radikálů v krvi. V tradiční čínské medicíně se také hojně využívá kořen rostliny *Scutellaria baicalensis* s přítomností flavonoidu baicalinu při léčení alergií, hypertenze, bakteriálních či virových infekcí a aterosklerózy.

Tato práce také přináší myšlenku, jestli jsou vhodnější potravinové doplňky nebo příjem bioflavonoidů v podobě ovoce a zeleniny. Jednoduché jídlo s obsahem potravin bohatými na bioflavonoidy může obsahovat několik tisíc těchto látek, ale u doplňků je tomu naopak. Přírodní látky se liší od syntetických ve svých účincích tím, že se v potravinách vážou vždy na jiné důležité látky a nikdy se tedy nevyskytují izolovaně. Je proto naprosto zkreslené domnívat se, že tak bohatý a komplexní zdroj potravy, jakým je ovoce a zelenina, by bylo možné nahradit nějakou látkou v pilulce. Z hlediska výživového bychom měli preferovat potraviny čerstvé, protože zpracováním se jejich výživová hodnota prakticky vždy snižuje. Musíme si uvědomit, že syntetické náhražky byly původně určeny pouze pro případy, kdy jejich

přísun z potravy nemůže být zajištěn v dostatečné míře. A dokonce je opodstatněné, že dlouhodobé užívání syntetických preparátů má negativní vliv na náš organismus.

Na závěr je nutné zdůraznit, že stravování lidí se liší již v různých kulturách – tedy hlavně v zemích Západu a Východu. Na Západě je jídlo vnímáno jako zdroj potřebné energie k přežití a za základ jídelníčku jsou považovány bílkoviny a tuky živočišného původu. Naopak v Asii je spojováno se zdravím, takže ovoce a zelenina se konzumují velmi často a hlavním zdrojem bílkovin je sója, a také ryby. Měli bychom mít na paměti, že člověk je odedávna spojen s přírodou a jejími zdroji by se měl naučit opět správnou měrou využívat. Abychom předešli zdravotním problémům, nestačí jen snížit příjem kalorií, cvičit, nekouřit, ale také zařadit do jídelníčku potraviny, které jsou pro tělo vynikajícím zdrojem bioflavonoidů.

8. Summary

Based on the treatment literature is no doubt that in the interests of our health care about the consumption of foods containing bioflavonoids. It located primarily in fruits, vegetables, legumes, buckwheat, in red wine, tea, chocolate and various spices. Plant phenolics are a significant part of the diet of humans and have many beneficial effects against chronic diseases and prevent the aging process.

In connection with the nutrition the health aspects plays a crucial role. On the one hand there is a mention of nutrition induced illnesses, on the other hand nutrition is a prerequisite for a survival of mankind. It follows that food and its quality have a major impact on the health and welfare of the people. Good, varied and well balanced diet can keep our body in good shape, resulting in good health and good spirits.

Phenolic compounds can be divided into phenolic acids, flavonoids and lignans, and stilbenes group. In terms of human nutrition is the most important group of flavonoids, including flavonols, flavones, isoflavones, flavanols, anthocyanidins and flavanols. According to available information, it is clear that bioflavonoids have a very broad spectrum of action on human health.

Perhaps the most important effect of flavonoids reported in cancer prevention. Earlier epidemiological studies have suggested a protective effect of higher consumption of fruits and vegetables as the largest source of bioflavonoids in reducing cancer risks. Risk of developing breast cancer in women shows a direct link between the drop in cases of this type of cancer and the consumption of soy containing isoflavones. Catechins contained in green tea acts mainly as a precaution against cancer of the bladder and prostate. Catechins also showed its beneficial antioxidant effects on the aging process, other cancer and diabetes diseases. Proanthocyanidins of cocoa paste, are able to hamper the development of lung cancer. Extracts from strawberries and raspberries, especially ellagic acid, are able to prevent cancer cells from growing. An important example is grapefruit juice, which increases the activity of detoxification enzymes. These enzymes reduce the risk of cancer caused by chemicals. Another source of flavonoids found in brassica. Sulforaphane in broccoli addition, act directly on cancer cells, they trigger apoptosis, and thus leads to extinction. Lignans, which are best found in flaxseed, it seems promising anticancer substances against cancers associated with hormonal

regulation. Bioflavonoids contained in onions and anti-cancer drugs in the kidney and bladder. Appetite and encourage preventive acts against pathological changes in blood vessels, so help blood circulation disorders, venous problems, and hemorrhoids. Intake of cocoa in turn rapidly increases the antioxidant capacity of blood. This limits the oxidation of proteins, which tend to cause atherosclerosis. Resveratrol is a stilbene group of today comprehensively studied in red wine. One area of action of this substance, which stimulates the most interest is the effect on longevity. In people who drink wine in reasonable quantities, the risk of cardiovascular disease decreases by 40 % and also reduces by 22 % and the risk of death from cancer. Effects of catechins on human organism wines show the ability to reduce platelet aggregation. This reduces the risk of blood clots inside blood vessels, which can lead to heart attacks. Rutin in buckwheat has many positive health effects. Among the greatest benefits include the ability to heal the fragility of blood capillaries and increase the flexibility of blood vessels. Quercetin, one of the most popular bioflavonoid, is include in all edible fruits. Prevents cell death by treatment of free radicals and moderates the symptoms of allergies. According to the observed data are flavonoids also has important implications for muscle pain, cold sores, various eye disorders, burnt skin, menstrual problems in women or in developing caries and periodontal diseases. Even the beer we can find the flavonoids, which have the ability to eliminate the negative effects of free radicals in the blood. In traditional Chinese medicine is also widely used plant *Scutellaria baicalensis* root. The presence of flavonoid baicalin helps in the treatment of allergies, hypertension, bacterial or viral infections of atherosclerosis.

This work also brings the idea of whether they are appropriate nutritional supplements, or intake of bioflavonoids in the form of fruits and vegetables. Simple food with a content of nutritives rich in bioflavonoids, may contain several thousands of these substances, but supplements are the opposite. Natural substances are different from the synthetics in their effects that they bind to other important substances and they never occur in isolation, in the foods. That's why it's absolutely distorted to believe that such a rich and complex source of food such as fruits and vegetables could be replaced by some substance in the pill. From a nutritional point of view, we should prefer fresh food, because processing of their nutritional value is almost always reduced. We must realize that synthetic substitutes were originally intended only for cases when the supply of food can't be secured sufficiently. And

even it is with reason, that the long term use of synthetics has a negative effect on our body.

In conclusion, it must be emphasized that the diet of people varies already in different cultures - so mainly in countries of East and West. In the West, food is seen as a source of energy needed for survival and the basis for the diet are considered proteins and fats of animal origin. Conversely, in Asia is associated with health, so fruits and vegetables are eaten very often and the main source of protein is soy and fish. We should bear in mind that a man has been deeply wedded with nature since long ago and should learn the right degree to reverence and utilize the nature again. To avoid health problems, not enough to reduce calorie intake, exercise, not smoking, but also included in the diet foods for your body an excellent source of bioflavonoids.

9. Použitá literatura

AALINKEEL, R., BINDUKUMAR, B., REYNOLDS, J. L., SYKES, D. E., MAHAJAN, S. D., CHADHA, K. C., SCHWARTZ, S. A. The Dietary Bioflavonoid, Quercetin, Selectively Induces Apoptosis of Prostate Cancer Cells. *Prostate*. USA: 2008. Vol. 68, no. 16, s. 1773-1789. ISSN 0270-4137

AKIYAMA, S., KATSUMATA, S-I., SUZUKI, K., ISHIMI, Y., WU, J., UEHARA, M. Dietary Hesperidin Exerts Hypoglycemic and Hypolipidemic Effects in Streptozotocin-Induced Marginal Type 1 Diabetic Rats. *Journal of Clinical Biochemistry and nutrition*. Japan: 2010. Vol. 46, no. 1, s. 87-92. ISSN 0912-0009

ANNAPURNA, A., REDDY, C. S., AKONDI, R. B., RAO, S. R. C. Cardioprotective actions of two bioflavonoids, quercetin and rutin, in experimental myocardial infarction in both normal and streptozotocin-induced type I diabetic rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. England: 2009. Vol. 61, no. 10, s. 1365-1374. ISSN 0022-3573

ARNDT, T. *Bioflavonoidy* [online]. c2004, Poslední aktualizace 5. 2. 2010 [cit. 2009-11-26.]. Dostupné na www: <<http://www.celostnimedica.cz/bioflavonoidy.htm>>

ASENSI, M., MEDINA, I., ORTEGA, A., CARRETERO, J., BANO, M., OBRADOR, E., ESTRELA, J. M. Inhibition of cancer growth by resveratrol is related to its low bioavailability. *Free Radic Biol Med*. 2002. Vol. 33, s. 387-398

BÉLIVEAU, R., GINGRAS, D. *Výživou proti rakovině: Prevence rakoviny pomocí stravy*. 1. vyd. Praha: Vyšehrad, 2008. 216 s. ISBN 978-80-7021-907-2

BLATTNÁ, J. Vybrané biologicky aktivní látky. *Výživa a potraviny*, květen, červen 2006, roč. 61, s. 58-59. ISSN 1211-846X

BOCHOŘÁKOVÁ, H., PAULOVÁ, H., NOVÁKOVÁ, M., TÁBORSKÁ, E. Stabilita extraktu *Scutellaria Baicalensis* in vitro. *Chemické listy*. Praha: Asociace českých chemických společností, 2008. Vol. 102, s. 722-722. ISSN 0009-2770

CROZIER, A. *Plant secondary metabolites*. Blackwell publishing, 2006. 384 s. ISBN 1405125098

CULEA, M., GOCAN, S. Flavonoids determination in herbs by GC and GC/MS. *Journal of environmental protection and ecology*. Bulgaria: 2009. Vol. 10, no. 2, s. 461-467. ISSN 1311-5065

ČERMÁK, B. et al. *Výživa člověka*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2002. 224 s. ISBN 80-7040-576-7

DAXBECK, H. et al. *Čtyři dimenze zdravé výživy (zdraví, ekonomie, ekologie, společnost)*. Přeložila Gabriela Pilařová. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008. 51 s.

FAITOVÁ, K., LACHMAN, J., PIVEC, V., HEJTMÁNKOVÁ, A., DUDJAK, J., ŠULC, M. Kolísání obsahu celkových polyfenolických látek a resveratrolu v lahvích tramínu stejné šarže. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 167-170.

GEE, J. M., DUPONT, M. S., RHODES, M. J., JOHNSON, I. T. Quercetin glucosides interact with the intestinal glucose transport pathway. *Free Radic Biol Med*. 1998. Vol. 25, no. 7, s. 19-25

GRYNOVÁ, L., ŠKERÍKOVÁ, V., JANDERA, P., KELLNER, V., HORNA, A. Porovnání výskytu fenolických látek a flavonoidů v českých a zahraničních pivech. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 47-51.

HARMATHA, J. Strukturní bohatství a biologický význam ligninů a jim příbuzných rostlinných fenylpropanoidů. *Chemické listy*. Praha: Česká společnost chemická, 2005. Vol. 99, no. 9, s. 622-632. ISSN 0009 2770

HEINERMAN, J. *Encyklopedie léčivých šřáv*. Praha: PRAGMA, 2000. 360 s. ISBN 80-7205-691-3

HOFTA, P., DOSTÁLEK, P., KARABÍN, M. Stanovení prenylflavonoidů chmele a jejich vliv na antioxidační kapacitu piva. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 141.

CHRENKOVÁ, M. et al. Strukoviny vo výživě l'udí. In: *Sborník vědeckých prací Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Společné stravovanie“*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. 283 s. ISBN 80-8069-421-4. s. 249.

ILOW, R., REGULSKA-ILOW, B., WALKIEWICZ, G., BIERNAT, J., KOWALISKO, A. Evaluation of bioflavonoid intake in the diets of 50-year-old inhabitants of Wroclaw. *Advances in clinical and experimental medicine*. Poland: 2008. Vol. 17, no. 3, s. 327-336. ISSN 1230-025X

International Federation of Fruit Juice Producers. Proč je dobré pít ovocné šřávy? *Výživa a potraviny*, květen, červen 2007, roč. 62, s. 84. ISSN 1211-846X

JIANG, P., BURCZYNSKI, F., CAMPBELL, C., PIERCE, G., AUSTRIA, J. A., BRIGGS, C. J. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Faculty of Pharmacy, University of Manitoba*. Kanada: 2007, Vol. 40, no. 3, s. 356-364. DOI 10.1016/j.foodres.2006.10.009

KALACĚ, P. *Chemie potravin pro obchodně podnikatelský obor*. 1. vyd. České Budějovice: Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1999. 106 s. ISBN 80-7040-343-8

KALÁČ, P. *Organická chemie přírodních látek a kontaminantů*. 1. vyd. České Budějovice: Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2001. 120 s. ISBN 80-7040-520-1

KALÁČ, P. *Funkční potraviny (kroky ke zdraví – prevence civilizačních chorob výživou)*. 1. vyd. České Budějovice: DONA, 2003. 130 s. ISBN 80-7322-029-6

KALÁČ, P. Vztah mikroflóry střevního traktu k některým civilizačním chorobám. *Výživa a potraviny*, květen, červen 2007, roč. 62, s. 73. ISSN 1211-846X

KARLOVÁ, K. Obsah flavonoidů u *Achillea Collina* v závislosti na vývojové fázi rostlin. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 225-227.

KAŠPAROVÁ, M. Borůvka Černá (*Vaccinium myrtillus*). *Praktické lékárenství*. Olomouc: Solen, 2009. Vol. 5, no. 3, s. 143-145. ISSN 1801-2434

KIM, H., KONG, H., CHOI, B., YANG, Y., KIM, Y., LIM, M. J., NECKERS, L., JUNG, Y. Metabolic and Pharmacological Properties of Rutin, a Dietary Quercetin Glycoside, for Treatment of Inflammatory Bowel Disease. *Pharmaceutical Research*. Japan: 2005. Vol. 22, no. 9, s. 1499-1509. ISSN 07248741

KLEIJSEN, J., KNIPSCHILD, P. Ginkgo biloba. *The Lancet*. 1992. s. 1136-1139.

KONOPKA, P. *Sportovní výživa*. České Budějovice: KOPP, 2004. 125 s. ISBN 80-7232-228-1

KUMŠTA, M. *Víno jako zdroj biologicky hodnotných fenolických látek – katechinů* [online]. c2009, Poslední aktualizace 19. 03. 2010 [cit. 2009-11-20]. Dostupné na [www:
<http://www.znovin.cz/article.asp?nDepartmentID=162&nArticleID=447&nLanguageID=1>](http://www.znovin.cz/article.asp?nDepartmentID=162&nArticleID=447&nLanguageID=1)

KUŽELA, L. *Stravování při nádorových onemocněních*. Praha: MAC, 2002. 31 s. ISBN 8086015807

LIN, J., YANG, C., LU, J. CHIANG, C., WU, J. Rutin inhibits the proliferation of murine leukemia WEHI-3 cells in vivo and promotes immune response in vivo. *Leukemia Research*. China Medical Univerzity: 2009. Vol. 33, no. 6, s. 823-828. Doi:10.1016/j.leukres.2008.09.032

MAGÁLOVÁ, T. Výživa a nádorové ochorenia ženského prsníka. In: *Sborník vědeckých prací Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Společné stravovanie“*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. 283 s. ISBN 80-8069-421-4. s. 251

MANDELOVÁ, L., TOUŠEK, J. Brukvovitá zelenina a její možné antimutagenní účinky. *Výživa a potraviny*, květen, červen 2007, roč. 62, s. 63-65. ISSN 1211-846X

MARADA., T. *Bioflavonoidy* [online]. c2010, Poslední aktualizace 17. 3. 2010 [cit. 2009-11-20]. Dostupné na [www](http://www.ordinace.cz/clanek/vitamin-p-bioflavonoidy/):
<<http://www.ordinace.cz/clanek/vitamin-p-bioflavonoidy/>>, ISSN 1801-8467

McNULTY, J., NAIR, J. J., BOLLAREDDY, E., KESKAR, K., THORAT, A., CRANKSHAW, D. J., HOLLOWAY, A. C., KHAN, G., WRIGHT, G. D., EJIM, L. Isolation of flavonoids from the heartwood and resin of *Prunus avium* and some preliminary biological investigations. *Phytochemistry*. England: 2009. Vol. 70, no. 17-18, s. 2040-2046. ISSN 0031-9422

MENDELOVÁ, L. Polyfenoly: rozdělení a zdroje v potravě. *Výživa a potraviny*, leden, únor 2005, roč. 60, s. 11-14. ISSN 1211-846X

MINK, P., SCRAFFORD, C. G., BARRAJ, L. M., HARNACK, L., HONG, CH-P., NETTLETON, J. A., JACOBS, D. R. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: a prospective study in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition*. USA: American Society for Nutrition, 2007. Vol. 85, no. 3, s. 895-909

MORAVCOVÁ, J., KLEINOVÁ, T. Fytoestrogeny ve výživě – přinášejí užitek nebo riziko? In: *Sborník vědeckých prací Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Spoločné stravovanie“*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. 283 s. ISBN 80-8069-421-4. s. 251.

HAHN-OBWERCYGER, M. et al. Citrusové ovoce může chránit před rakovinou. *Výživa a potraviny*, květen, červen 2006, roč. 61, s. 62. ISSN 1211-846X

HAYES, R. B. et al. Antioxidanty v prevenci rakoviny prostaty. *Výživa a potraviny*, listopad, prosinec 2006, roč. 61, s. 164. ISSN 1211-846X

OBERBEIL, K., LENTZOVÁ, CH. *Léčba ovocem a zeleninou (Strava, která léčí)*. Praha: Fortuna print, 2001. 294 s. ISBN 80-7309-242-5

PARKÁNYIOVÁ, J. Rostliny jako zdroje přírodních antioxidantů. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 199-203.

PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., SLANINA, J., TRNA, J., TÁBORSKÁ E. Antioxidační principy rostlinného druhu *Scutellaria baicalensis*. In: *Sborník abstraktů Konference Pokroky v organické, bioorganické a farmaceutické chemii - Chemické listy*. Praha : Česká společnost chemická, 2000. 129 s. ISBN 80-901304-3-7

PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002. 219 s. ISBN 80-7080-468-8

PRASAIN, J. K., BARNES, S. Metabolism and bioavailability of flavonoids in chemoprevention: Current analytical strategies and future prospectus. *Molecular pharmaceuticals*. USA: 2007. Vol. 4, no. 6, s. 846-864. ISSN 1543-8384

PRONĚK, D., LACHMAN, J., HEJTMÁNKOVÁ, A., PIVEC, V., DUDJAK, J., FAITOVÁ, K. *Polyfenolické antioxidanty v různých odrůdách cibule*. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 192-198.

RECHNER, A. R., SMITH, M. A., KUHNLE, G., GIBSON, G. R., DEBNAM, E. S., SRAI, S. K., MOORE, K. P., RICE-EVANS, C. A. Colonic metabolism of dietary polyphenols: influence of structure on microbial fermentation products. *Free Radic Biol Med*, 2004. Vol. 36, s. 212-225

RIZVI, S.I., MISHRA, N. Anti-oxidant effect of quercetin on type 2 diabetic erythrocytes. *Journal of food biochemistry*. USA: 2009. Vol. 33, no. 3, s. 404-415. ISSN 0145-8884

SHAIK, Y. B., CASTELLANI, M. L., PERRELLA, A., CONTI, F., SALINI, V., TETE, S., MADHAPPAN, B., VECCHIET, V., DE LUTIIIS, M. A. CARAFFA, A., CERULLI, G. Role of quercetin (a natural herbal compound) in allergy and inflammation. *Journal of biological regulators and homeostatic agents*. Italy: 2006. Vol. 20, no. 3-4, s. 47-52. ISSN: 0393-974X

SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy*. Praha: Česká společnost chemická, 2004. Vol. 98, no. 5, s. 239-245. ISSN 0009-2770

SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E., SMÍŠKOVÁ, A., VLAŠÍNOVÁ, H. Lignany v in vitro kultuře. *Schisandra chinensis*. *Chemické listy*, Praha: Česká společnost chemická, 2003. Vol. 97, no. 12, s. 6. ISSN 0009-2770

STOLL, B. A. Příjem vybraných bioflavonoidů stravou. In: *Sborník vědeckých prací Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Společné stravovanie“*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. s. 283. ISBN 80-8069-421-4. s. 247.

STRATIL, P. *Abc zdravé výživy*. 1.vyd. Brno: Vl. n., 1993. 345 s. ISBN 80-900029-8-6

ŠAPIRO, D. K. et al. *Ovoce a zelenina ve výživě člověka*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988. 227 s. ISBN 5-7860-0431-7

ŠILHÁR, S. Význam a možnosti zvýšení příjmu antioxidantů ve společném stravování. In: *Sborník vědeckých prací Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Společné stravovanie“*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. 283 s. ISBN 80-8069-421-4. s. 27-29

ŠKOTTOVÁ, N. Účinky fenolických rostlinných extraktů u dietně vyvolaného oxidačního stresu a poruch lipoproteinového profilu. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 98-99.

ŠTEMBERK, P., TICHÁ, A., JELÍNEK, J., HYŠPLEROVÁ, L., KRÁLOVSKÝ, J. Stanovení rutinu v extraktech z amarantové biomasy. In: *Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 171.

TAPAS, A. R., SAKARKAR, D. M., KAKDE, R. B. Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Tropical journal of pharmaceutical*. Nigeria: 2008. Vol. 7, no. 3, s. 1089-1099. ISSN 1596-5996

TOMER, D. P., McLEMAN, L. D., OHMINE, S., SCHERER, P. M., MURRAY, B. K., O'NEIL, B. K. Comparison of the total oxyradical scavenging capacity and oxygen radical absorbance capacity antioxidant assays. *Journal of medicinal food*. USA: 2006. Vol. 10, no. 2, s. 337-344. ISSN 1096-620X

VAGUNDA, V., STRATIL, P., VAGUNDOVÁ, H. *Potravinou proti rakovině*. 1. vyd. Brno: Liga proti rakovině, 1995. 15 s. ISSN 1211 – 0809

VARADINOVA, M.G., DOCHEVA-DRENSKA, D. I., BOYADJIEVA, N. I. Effects of anthocyanins on learning and memory of ovariectomized rats. *Menopause-the journal of the north American menopause society*. USA: 2009. Vol. 16, no. 2, s. 345-349. ISSN 1072-3714

VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 331 s. ISBN 978-80-86659-17-6

VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 342 s. ISBN 80-86659-03-8

VOLATE, S. R., DAVENPORT, D. M., MUGA, S. J., WARGOVICH M. J. Modulation of aberrant crypt foci and apoptosis by dietary herbal supplements (quercetin, curcumin, silymarin, ginseng and rutin). *Carcinogenesis*. USA: Oxford University Press, 2005. Vol. 26, no. 8, s. 1450-1456. DOI 10.1093/carcin/bgi089

WOOD, N. The effects of selected dietary bioflavonoid supplementation on dental caries in young rats fed a high-sucrose diet. *Journal of medicinal food*. USA: 2007. Vol. 10, no. 4, s. 694 -701. ISSN 1096-620X

YANG, C. S., LEE, M. J., CHEN, L. Human salivary tea catechin levels and catechin esterase activities: implication in human cancer prevention studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers*. Japan: 1999. Vol. 8, s. 83-89

YOSHIMURA, M., SANO, A., KAMEI, J., OBATA, A. Identification and quantification of metabolites of orally administered naringenin chalcone in rats. *Journal Agriculture Food Chem*. Japan: 2009. Vol. 57, no. 14, s. 6432-6437

ZERBSTOVÁ, M. *Zelený čaj – přírodní lék*, Praha: Nakl. Železný, 2001, s. 9-45

ZITTLAU, J. *Jak se léčit vhodnou stravou*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2006. 224 s. ISBN 80-251-0982-8

ZLOCH, Z. Krátká historie bioflavonoidů = Short history of bioflavonoids. In: Sborník konference Vitaminy 2003 – Přírodní antioxidanty a volné radikály. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 260 s. ISBN 80-7194-549-8. s. 39-42.

[1] „Vitamin P“ [online]. c2010, Poslední aktualizace 18. 12. 2009 [cit. 2009-11-20]. Dostupné na www: <<http://doplanky.vitalion.cz/vitamin-p/>>

[2] „Rutin“ [online]. c2010 [cit. 2009-11-20]. Dostupné na www: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92238>>

[3] „Rutin“ [online]. Poslední aktualizace 14. 3. 2010 [cit. 2009-11-20]. Dostupné na www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Rutin>>