

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**  
**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV**

2120643

**Antioxidačné účinky vybraných sekundárnych  
metabolitov**

2010

Bc. Petra Burdová

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

2120643

# **Antioxidačné účinky vybraných sekundárnych metabolitov**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCA**

Študijný program:	Produkcia potravinových zdrojov
Študijný odbor:	611 Všeobecné poľnohospodárstvo
Pracovisko (katedra/ústav):	Katedra fyziológie rastlín
Vedúci diplomovej práce:	Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD.

Nitra 2010

**Bc. Petra Burdová**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV**

**Katedra fyziológie rastlín**

**Šk. rok: 2009/2010**

**ZADÁVACÍ LIST BAKALÁRSKEJ PRÁCE**

**Meno študenta: Petra BURDOVÁ**

**študijný odbor: Všeobecné poľnohospodárstvo**

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku SPU v Nitre z roku 2002 Vám zadávam tému záverečnej práce:

**Antioxidačné účinky vybraných sekundárnych metabolitov**

**Cieľ:**

Cieľom diplomovej práce bude komplexné spracovanie poznatkov z vedeckých a odborných publikácií, týkajúcich sa problematiky rastlinných sekundárnych metabolitov a ich antioxidačnom účinku, ktoré je možné využiť v potravinárskom a vo farmaceutickom priemysle. V tejto súvislosti boli vytýčené ciele:

- Podrobne rozpracovať problematiku sekundárnych metabolitov a antioxidantov získaných z rastlín a ich použitie v praxi,
- Oboznámiť sa bližšie s vytypovanými druhmi rastlín vhodných pre získanie antioxidačných účinkov a ich využitie.

**Rámcová metodika (stručne):**

- Vyhľadávanie literárnych prameňov
- Spracovanie literárneho prehľadu
- Spracovanie diplomovej práce

**Rozsah práce: 67 strán**

**Odporúčaná literatúra:**

MASAROVÍČOVÁ, E. - REPČÁK, M. a kol. 2002. Fyziológia rastlín. Bratislava: UK, 2002, 304 s. ISBN 80-223-1615-6.

PROCHÁZKA, S. – ŠEBÁNEK, J. 1998. Fyziologie rostlin. Praha: Academia, 1998, 484 s. ISBN 80-200-0586-2.

OLŠOVSKÁ, K – BRESTIČ, M. a kol. 2008. Fyziológia a ekofyziológia rastlín. - 1. vyd.

Nitra : SPU, 2008, - 161 s. ISBN 978-80-552-0089-7

**Harmonogram postupu práce:**

- Príprava metodiky	Termín: 2.05.2009
- Literárna rešerš	Termín: 1.10.2009
- Spracovanie DP	Termín: 01.2010 - 04.2010

**Vedúci záverečnej práce:** Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD.

**Dátum zadanie záverečnej práce:** apríl 2010

**Termín odovzdania:** 16. apríl 2010

**Diplomant:**

Bc. Burdová Petra

**Vedúci katedry:**

prof. Ing. Marián Brestič, CSc.

**Dekan:**

prof. Ing. Daniel Bíro, CSc.

## ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaná Petra Burdová vyhlasujem, že som diplomovú prácu na  
tému

„ Antioxidačné účinky vybraných sekundárnych metabolitov“ vypracovala  
samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú  
pravdivé.

V Nitre 2010

.....

podpis

## **POĎAKOVANIE**

Touto cestou vyslovujem poďakovanie vedúcej diplomovej práce Ing. Eleonóre Krivosudskej, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

V Nitre 2010

.....

Podpis

## **POUŽITÉ OZNAČENIE**

- ATP** - adenzíntrifosfát
- C** - uhlík
- CNS** – centrálny nervový systém
- Cu** – meď
- DNA** – kyselina deoxyribonukleová
- Fe** – železo
- Gln** – glutamín
- Glu** – kyselina glutámová
- H** – vodík
- N** – dusík
- NK** – nukleové kyseliny
- NO**- oxid dusný
- O** – kyslík
- P** – fosfor
- RNA** – kyselina ribonukleová
- S** – síra
- Vitamín A** - retinol
- Vitamín B1** - thiamín
- Vitamín B2** - riboflavín
- Vitamín B3** - viacín
- Vitamín B5** - kyselina pantoténová
- Vitamín B6** - pyridoxín
- Vitamín B9** - kyselina listová
- Vitamín B12** - kobalamín
- Vitamín C** - kyselina askorbová
- Vitamín D** - kalciferol
- Vitamín E** - tokoferol
- Vitamín H** - biotín

# OBSAH

<b>Úvod</b>	<b>12</b>
<b>1 Cieľ práce</b>	<b>13</b>
<b>2 Metodika práce</b>	<b>14</b>
<b>3 Výsledky práce - Štúdia o súčasnom stave riešenej problematiky</b>	<b>15</b>
3.1 Metabolity	15
3.2 Primárny metabolizmus	15
3.2.1 Sacharidy	16
3.2.2 Polysacharidy	17
3.2.3 Aminokyseliny	18
3.2.4 Proteíny	19
3.2.5 Lipidy	20
3.2.6 Nukleotidy a nukleové kyseliny	24
3.3 Sekundárny metabolizmus	26
3.3.1 Sekundárne metabolity v rastlinách	28
3.3.2 Rozdelenie účinných látok a ich vlastnosti	30
3.3.3 Výskyt rastlinných metabolitov v rôznych častiach rastlín	34
3.4 Význam primárnych a sekundárnych metabolitov	36
3.5 Voľné radikály	37
3.5.1 Oxidačný stres	38
3.5.2 Antioxidanty	39
3.5.3 Najvýznamnejšie antioxidanty	41
3.5.4 Antioxidačný účinok flavonoidov	45
3.6 Antioxidačné účinky rastlín a ich charakteristika	46
3.6.1 RUŽA ŠÍPOVÁ – <i>Rosa canina L.</i>	46



3.6.2 ČAJOVNÍK ČÍNSKY – <i>Camellia sinensis</i>	48
3.6.3 ALOE – <i>Aloe ferox</i>	50
3.6.4 MAK SIATY– ( <i>Papaver somniferum</i> )	52
3.6.5 ORECH KRÁLOVSKÝ – ( <i>Juglans regia L.</i> )	54
3.6.6 RAKYTNÍK REŠETLIAKOVÝ – ( <i>Hippophae rhamnoides L.</i> )	56
<b>4 Návrh na využitie poznatkov</b>	<b>59</b>
<b>5 Záver</b>	<b>61</b>
<b>6 Použitá literatúra</b>	<b>62</b>
<b>Prílohy</b>	<b>65</b>

**ABSTRAKT** – Burdová, P.: Názov témy: „ Antioxidačné účinky vybraných sekundárnych metabolitov“ (Diplomová práca), Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Fakulta agrobiológie potravinových zdrojov: Katedra fyziológie rastlín – Vedúca diplomovej práce: Ing. Eleonóra Krivosudská, PhD., Nitra 2010, počet strán, 64.

Primárne metabolity sú potrebné a nevyhnutné pre všetky organizmy. Okrem tohto typu metabolizmu a metabolitov existujú také taxonomické skupiny mikroorganizmov a rastlín, ktoré sú schopné syntetizovať sekundárne metabolity. Mnohé sekundárne metabolity sú významným zdrojom esenciálnych látok, ale aj biofarmakologicky účinných látok, ktoré sa vyznačujú chemoterapeutickými, antioxidačnými a kardiologickými účinkami. Systematický výskum sekundárnych metabolitov rastlín ukázal, že medzi najrozšírenejšiu skupinu prírodných látok sa zaraďujú alkaloidy, saponíny, terpenoidy, vitamíny a flavonoidy. V práci sa poukazuje na uplatnenie sekundárnych metabolitov a antioxidantov v medicíne a vo farmácii. Cieľom diplomovej práce bolo komplexné spracovanie poznatkov z vedeckých a odborných publikácií, týkajúcich sa problematiky sekundárnych metabolitov, konkrétne rastlinných alkaloidov, flavonoidov a vitamínov s výrazným antioxidačným účinkom, ktoré zabráňujú vzniku oxidačného stresu. Mnohé sekundárne metabolity a antioxidanty sa používajú v potravinárskom a farmaceutickom priemysle. Zamerali sme sa na rastlinné druhy, z ktorých sa získavajú sekundárne metabolity, s výrazným antioxidačným účinkom a na ich využitie. Získané vedomosti a informácie z uvedenej oblasti kladú racionálny základ pre použitie liečivých rastlín a naznačujú, že konzumovanie väčšieho množstva antioxidantov pomáha organizmu neutralizovať škodlivé voľné radikály. Prevencia tvorenia a pôsobenia reaktívnych produktov antioxidantami nachádzajúcich sa v ovocí, zelenine, červenom víne a čaji, je prospešná v znižovaní rizikovosti väčšiny ochorení.

***Kľúčové slová :***

primárne metabolity, sekundárne metabolity, antioxidanty, voľné radikály, flavonoidy, liečivé rastliny



## Úvod

V súčasnosti majú liečivé byliny v podvedomí človeka významnejšiu úlohu ako kedykoľvek predtým. V rastlinách sa nachádza veľké množstvo sekundárnych metabolitov, ktoré sú prítomné v oveľa menších množstvách ako primárne metabolity. Medzi sekundárne metabolity patria éterické oleje, alkaloidy, horčiny, triesloviny, glykozidy, vitamíny a flavonoidy.

Flavonoidy sa nachádzajú takmer v každej rastline, ovocí a zelenine. Vďaka svojej mnohotvárnosti majú flavonoidy rôzne farmakologické účinky, vykazujú veľa biologických účinkov, ale v prvom rade fungujú ako účinné antioxidanty. Antioxidanty sú veľmi dôležitou látkou na udržanie stability a rovnováhy ľudského zdravia.

Antioxidanty sú látky, ktorých molekuly obmedzujú aktivitu kyslíkatých molekúl – znižujú pravdepodobnosť vzniku kyslíkatých molekúl, alebo ich prevádzajú do menej reaktívneho alebo neaktívneho stavu. Týmto zabraňujú oxidácii v organizme alebo v zmesiach, v ktorých sa vyskytujú. K najvýznamnejším antioxidantom patria karotenoidy, vitamín E, vitamín C, flavonoidy, koenzým Q 10, selén, železo, zinok a meď. Každá rastlina je vlastne tou najdômyselnejšou továrňou na výrobu účinných, hoci i chemicky zložitých látok. Tieto prírodné produkty sú dielom živého organizmu, a preto sú pre človeka prirodzené, biologicky prístupné.

Vďaka rozvoju organickej chémie a farmakológie dnes vieme povedať, čo ktorá rastlina užitočne produkuje a ako tieto látky pôsobia na ľudský organizmus. Na jednej strane narastá počet pacientov, ktorí znižujú používanie syntetických terapeutík a uprednostňujú pri liečbe chorôb ako alternatívu chemických liečiv rastlinné preparáty. Na druhej strane farmaceutický priemysel reaguje na tieto požiadavky a zintenzívňuje výskum, vývoj a marketing rastlinných liečivých prípravkov.

# 1 Cieľ práce

Cieľom diplomovej práce bolo komplexné spracovanie poznatkov z vedeckých a odborných publikácií, týkajúcich sa problematiky rastlinných sekundárnych metabolitov a ich antioxidačnom účinku, ktoré je možné využiť v potravinárskom a vo farmaceutickom priemysle. V tejto súvislosti boli vytýčené ciele:

- Podrobne rozpracovať problematiku sekundárnych metabolitov a antioxidantov získaných z rastlín a ich použitie v praxi,
- Oboznámiť sa bližšie s vytypovanými druhmi rastlín vhodných pre získanie antioxidačných účinkov a ich využitie.

## **2 Metodika práce**

Predkladaná DP je kompilačného charakteru, spracovaná na základe poznatkov z vedeckej a odbornej literatúry i dokumentov, sprístupnených v elektronickej podobe na internete.

Harmonogram postupu bol nasledovný:

1. Výber témy a vypísanie zadávacieho protokolu
2. Príprava metodiky
3. Vyhľadávanie literárnych zdrojov
4. Spracovanie literárnej rešerše do jednotlivých kapitol
5. Celkové spracovanie DP.

## 3 Výsledky práce - Štúdia o súčasnom stave riešenej problematiky

### 3.1 Metabolity

**Metabolit** - organická zlúčenina, ktorá je vstupným substrátom, medzi produktom, alebo koncovým produktom akéhokoľvek metabolického procesu. Primárny metabolit je organická zlúčenina zahrnutá do procesov spojených s rastom, vývinom a reprodukciou organizmu (rastliny), sekundárny metabolit je zlúčenina sekundárneho metabolitu spojeného najmä s obranou organizmu voči abiotickým a biotickým faktorom prostredia, alebo s určitou vývinovou fázou (napr. alkaloidy, fenoly, terpenoidy a pod.) (Olšovská a kol., 2008).

### 3.2 Primárny metabolizmus

Primárne metabolity sa nachádzajú vo všetkých, alebo aspoň vo väčšine živých organizmov. Majú buď stavebnú (štruktúrnu) funkciu alebo súvisia s prijímaním a výdajom energie a reprodukciou [URL 1].

Primárny metabolizmus sú metabolické procesy ústredné pre väčšinu buniek súvisiace s procesmi rastu, vývinu a reprodukcie a nevyhnutné pre prežitie organizmu. Ide o biosyntetické procesy tvorby makromolekúl a energie a ich premeny ( napr. tvorba ATP vo fotosyntéze a ich štiepenie v respirácii a pod. ) (Olšovská a kol., 2008).

#### **Patria sem:**

- sacharidy
- polysacharidy
- aminokyseliny a proteíny
- lipidy
- nukleotidy a nukleové kyseliny

### 3.2.1 Sacharidy

Sacharid alebo glycid (v staršom názvosloví uhľohydrát, uhľovodan, karbohydrát, názov cukry sa vzťahuje len na mono- a oligosacharidy) je spoločný názov pre skupinu opticky aktívnych polyhydroxyderivátov karbonylových zlúčenín, ktoré sa nachádzajú vo všetkých živých organizmoch a vírusoch (niektoré však boli pripravené aj synteticky). Patria preto medzi takzvané primárne metabolity.

#### Funkcia sacharidov:

- Zdroj energie - väčšina sacharidov
- Štruktúrna (stavebná) funkcia (hlavne celulóza a chitín)
- Zásobná funkcia (v rastlinách škrob, v hubách a živočíchoch glykogén)
- Súčasť enzýmov, hormónov a nukleových kyselín (napr. DNA, RNA alebo ATP)
- Súčasť biologických membrán (glykoproteíny a glykolipidy)

#### Štruktúra

Sacharidy sú organické zlúčeniny zložené z uhlíka, vodíka a kyslíka. Ich deriváty môžu obsahovať aj fosfor, dusík alebo síru.

Starší názov uhľohydráty alebo uhľovodany vznikol preto, že základné sacharidy majú pomer základných prvkov (C, H, O) taký, ako keby boli zlúčeniny uhlíka a vody, t.j.  $C_n(H_2O)_n$ . Tento pomer je však len náhodná zhoda a tieto názvy sa už nepoužívajú, lebo z metabolického hľadiska sacharidy nie sú zlúčeninami uhlíka a vody.

#### Rozdelenie

Sacharidy rozdeľujeme na tri hlavné skupiny:

- Monosacharidy
- Oligosacharidy
- Polysacharidy



### 3.2.2 Polysacharidy

Polysacharidy sú sacharidy zložené z veľkého počtu molekúl jednoduchých cukrov, spojených navzájom kyslíkovými mostíkmi. Relatívna molekulová hmotnosť je vysoká (až niekoľko tisíc) a prejavuje sa zmenou niektorých vlastností v porovnaní s mono- alebo disacharidmi. Polysacharidy sa zvyčajne nerozpúšťajú vo vode, len napučiaujú, nemajú sladkú chuť. Pre organizmy sú to látky zásobné alebo stavebné. Stavebnou jednotkou polysacharidov býva väčšinou glukóza. Ich molekulový vzorec je  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Najvýznamnejšie polysacharidy sú škrob a celulóza. Nekryštalizujú a vo vode sa iba ťažko rozpúšťajú, a to iba na nepravý koloidový roztok. Pôsobením minerálnych kyselín alebo enzýmov sa štiepia na glukózu.

#### Škrob

Nie je jednotná látka. Skladá sa z amylózy a amylopektínu. Stavebnou jednotkou oboch zložiek je alfa-D. glukopyranóza. Glykozidová väzba v amylóze vzniká reakciou poloacetálového hydroxilu jednej molekuly a hydroxilovej skupiny na štvrtom atóme uhlíka nasledujúcej molekuly D-glukózy. Čiastočnou hydrolýzou (hydrolýzami alebo enzýmami) sa štiepi makromolekula škrobu na dextríny-polysacharidy s nižšou relatívnou molekulovou hmotnosťou. Dextríny sa používajú ako technické lepidlá. Pokračujúcou hydrolýzou vzniká disacharid maltóza a napokon monosacharid D-glukóza. Hlavným zdrojom škrobu sú niektoré časti rastlín. Zemiakové hľuzy majú až 20% škrobu, obilky až 50-80%. Škrob je základná zložka potravy.

#### Celulóza

Celulóza (inak buničina) je rastlinný polysacharid, ktorý je súčasťou stien rastlinných buniek.

Makromolekula celulózy obsahuje viac ako 1000 stavebných jednotiek beta-D-glukopyranózy. Na rozdiel od škrobu a glykogénu je tu B-glykozidová väzba. Vzniká reťazec, ktorý má v prírodnom materiáli charakter dlhého nevetveného vlákna. Celulóza je hlavná stavebná látka rastlinných buniek a spolu s lignínom sa podieľa na stavbe sekundárnych bunkových stien.

### 3.2.3 Aminokyseliny

Aminokyseliny alebo aminokarboxylové kyseliny sú organické zlúčeniny obsahujúce v molekule aminoskupinu (primárnu, sekundárnu či terciárnu) a karboxylovú skupinu (niekedy aj druhú aminoskupinu, druhú karboxyskupinu a ďalšie substituenty).

Podľa vzájomnej polohy aminoskupiny a karboxyskupiny sa rozlišujú a-, b-, g-aminokyseliny atď. Aminokyseliny kódované (proteinogénne, bielkovinotvorné) sú stavebnými jednotkami bielkovín. Ich zabudovanie do peptidového reťazca pri proteosyntéze je riadené genetickým kódom (preto kódované). Do tejto skupiny patrí 20 a-aminokyselín. Okrem glycínu ktorý nie je chirálny, majú všetky kódované aminokyseliny konfiguráciu L. Aminokyseliny nekódované nie sú pravidelnou súčasťou bielkovín. V organizme majú rôzne biologické funkcie, sú napr. súčasťou niektorých koenzýmov. Esenciálne aminokyseliny si telo nevie samo syntetizovať, musí ich získať z potravy. Pre človeka sú esenciálne valín, leucín, izoleucín, fenylalanín, tryptofan, lyzín, metionín a treonín; ostatné sú neesenciálne.

Z metabolického hľadiska, tj. podľa možností ich zapojenia do metabolizmu cukrov a tukov, sa delia na glukogénne (pri ich štiepení vznikajú medziprodukty metabolizmu cukrov), ketogénne (odbúravajú sa látky ktoré tvoria tuky) a glukogénne i ketogénne (štiepia sa zvyčajne na dva fragmenty, z ktorých jeden sa zapája do metabolizmu cukrov s druhý tukov).

#### Ďalšie aminokyseliny v živých objektoch:

Okrem 20 základných proteinogénnych aminokyselín sa v bielkovinách môžu nachádzať aj ďalšie aminokyseliny, ktoré vznikajú druhotne, úpravou už hotovej bielkoviny. Takýmito aminokyselinami sú napr. hydroxy-prolín, a N-trimetyl-lyzín.

V živých objektoch sa prirodzene nachádzajú aj neproteinogénne aminokyseliny, väčšinou ako medziprodukty metabolizmu aminokyselín. Takýmito aminokyselinami sú napr. homoserín, homocysteín, ornitín, citrulín a iné).

## Syntéza aminokyselín

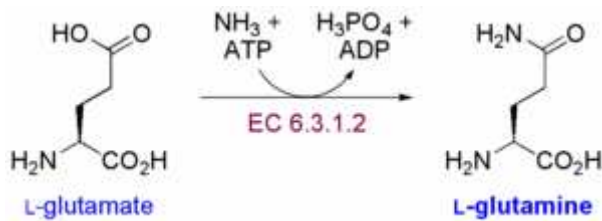


Schéma zabudovania amoniaku do aminokyseliny glutamín, pomocou glutamín syntetázy (GS, klasifikačné číslo EC 6.3.1.2)

Rastliny dokážu syntetizovať všetky aminokyseliny z anorganických látok. Naproti tomu živočíchy si dokážu tvoriť len niektoré aminokyseliny (a aj to len premenou iných, hotových aminokyselín), iné (tj. esenciálne aminokyseliny) musia dostávať hotové z potravy.

Dusík potrebný na produkciu aminokyselín získavajú rastliny z pôdy vo forme dusičnanov, alebo amoniaku. Dusičnany sa redukujú na amoniak dvojicou enzýmov nitrát reduktázou a nitrit reduktázou. Amoniak sa zabudováva pomocou enzýmov GS (glutamín syntetáza) a GOGAT (glutamát syntáza, nazývaná tiež glutamín-oxoglutarát-aminotransferáza). Produktom je glutamín (Gln) a kyselina glutámová (Glu). Z nich sa potom vytvárajú všetky ostatné aminokyseliny.

### 3.2.4 Proteíny

Proteíny alebo bielkoviny sú vysokomolekulárne prírodné látky zložené prevažne z (istých) aminokyselín. Chemická definícia znie : kopolyméry (kombinované polyméry) z monomerných jednotiek L-alfa-aminokyselín prepojených peptidovými väzbami.

Molekulová hmotnosť jednoreťazcových bielkovín je medzi 10000 a 100000, u viacreťazcových bielkovín až do niekoľkých miliónov.

Často sa ako bielkovina chápe len taká bielkovina, ktorá obsahuje peptid s viac ako 100 aminokyselinami v molekule. Terminologickým opakom sú potom menšie „polypeptidy“ (v užšom zmysle) a „oligopeptidy“, ale terminológia tu nie je celkom

ustálená. Polypeptid v širšom zmysle je každý väčší peptid, a teda aj napríklad každá bielkovina.

## Úloha

Sú nevyhnutnými zložkami všetkých rastlinných a živočíšnych buniek a majú v nich tak z hľadiska množstva (50%), ako aj funkcie veľmi významné postavenie. Ako enzýmy sú nenahraditeľné pri regulácii biochemických reakcií, ako hormóny pri sprostredkovaní reakcií, ako stavebné látky v stavbe bunky, ako protilátky pri obrane organizmu a sú to aj dôležité transportné a rezervné látky. Dôležité sú aj pri zrážaní krvi a mlieka, pri druhu krvnej skupiny a pri pamäti.

Schopnosť tvoriť aminokyseliny majú len rastliny, živočíchy ich prijímajú potravou vo forme bielkovín. U živočíchov sa v tráviacom trakte rozkladajú na aminokyseliny, z ktorých si potom živočíšny organizmus znova tvorí vlastné špecifické bielkoviny.

## 3.2.5 Lipidy

Lipidy (z gréc. slova lipos - tuk) sú látky rastlinného alebo živočíšneho pôvodu, málo rozpustné alebo nerozpustné vo vode. Lipidy sú estery vyšších karboxylových kyselín (nasýtených alebo nenasýtených) a alkoholov, respektíve ich derivátov. Patria do skupiny nepolárnych molekúl biogénneho pôvodu.

Z biochemického hľadiska sú lipidy estery (prípadne zložené amidy) vyšších karboxylových kyselín (mastných kyselín) a alkoholov.

### Karboxylové kyseliny

Nepolárnou zložkou lipidov sú vyššie monokarboxylové kyseliny. Môžu to byť alifatické nasýtené karboxylové kyseliny (zdrojom sú živočíšne tuky) :

- s lineárnym reťazcom ( $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COO}^-$ )
- s rozvetveným reťazcom (kys. izovalérová ( $(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$ ))

alifatické nenasýtené karboxylové kyseliny

- s jednou dvojitou väzbou (kys. palmitoolejová)
- s dvomi dvojitými väzbami (kys. linolová)

aromatické karboxylové kyseliny (kys. hydrokarpová)

hydroxykarboxylové kyseliny (kys. ricínoolejová)

Najčastejšie sú to alifatické kyseliny s lineárnym reťazcom s párnym počtom atómov uhlíka - so 14 až 24 atómami. To je spôsobené tým, že sa v organizme syntetizujú pridávaním dvojuhlíkatých acetylových jednotiek, ktoré sa prenášajú v podobe acetylkoenzýmu A. Alifatické nenasýtené kyseliny v lipidoch majú 1 až 4 dvojité väzby, všetky v cis-konfigurácii. Dvojité väzby nie sú konjugované.

Telo je schopné si neesenciálne mastné kyseliny syntetizovať, avšak esenciálne mastné kyseliny (nenasýtené mastné kyseliny) musí prijímať v potrave. Preto sa niekedy esenciálne mastné kyseliny označujú ako vitamíny F.

Pôsobením tepla, svetla, vzduchu, prípadne mikroorganizmov sa tuky rozkladajú, vznikajú aldehydy, ketóny a kyseliny s menším počtom uhlíkov v reťazci molekúl.

## **Alkoholy**

Alkoholy najčastejšie prítomné v lipidoch sú:

- *glycerol* (C<sub>3</sub>)
- cetylalkohol (C<sub>16</sub>)
- cerylalkohol (C<sub>26</sub>)
- melissylalkohol (C<sub>30</sub>)
- sfingozín (C<sub>18</sub>)

## **Glycerol**

Najjednoduchšie lipidy (tuky) sú estery vyšších mastných kyselín s glycerolom (1,2,3-propántriol), nazývajú sa preto aj acylglyceroly. Keďže sa jedná o trojsýtny alkohol, môže viazať tri acyly (teda zvyšky karboxylových kyselín), takže vzniká mono-, di- alebo triacylglycerol. V prípade zložitejších lipidov to môže byť fosforylovaný glycerol (fosfoglycerol, glycerolfosfát).

## **Sfingozín**

Je nenasýtený aminoalkohol odvodený od oktadekánu. Na amino skupinu v polohe 2 môže byť amidovou väzbou naviazaný zbytok vyššej mastnej kyseliny (vzniknutý amid sa nazýva ceramid). Na hydroxy skupinu v polohe 1 sa môžu viazať polárne skupiny, čím vznikajú dôležité súčasti lipidových dvojvrstiev – sfingolipidy.

## **Fyzikálne vlastnosti lipidov**

Čisté lipidy sú bezfarebné látky bez chuti a zápachu. Ich vlastnosti ovplyvňujú vyššie mastné kyseliny. Lipidy s nasýtenými mastnými kyselinami majú väčšiu teplotu topenia a väčšiu stabilitu. Vyplýva to hlavne z neprítomnosti dvojitých väzieb v molekulách mastných kyselín a teda v nižšej reaktivite daných molekúl. Naopak, pri lipidoch obsahujúcich v molekulách nenasýtené vyššie mastné kyseliny sa zvyšuje reaktivita molekuly v mieste dvojitej väzby a tým sa znižuje stabilita a teplota topenia. Vplyv má aj poloha dvojitej väzby, t.j. čím je poloha dvojitej väzby bližšie ku karboxylovej skupine, tým majú lipidy nižšiu teplotu topenia a sú menej stabilné.

## **Hydrofobicita**

Lipidy sú hydrofóbne (odpuďujú vodu) a sú vo vode nerozpustné. Príčinou je prítomnosť veľkých nepolárnych alifatických reťazcov vyšších mastných kyselín. Sú preto dobre rozpustné v nepolárnych organických rozpúšťadlách ako chloroform, éter, benzén, acetón a pod.

Zložitejšie lipidy môžu byť amfifilné molekuly. Nepolárne acylové zvyšky sú hydrofóbne, avšak ďalšia zložka viazaná estericky na glycerol (napr. aminoalkohol cholín) je hydrofilná a teda vzniká časť hydrofóbna a časť hydrofilná.

## **Funkcia**

Sú dôležitou súčasťou buniek, nachádzajú sa najmä v bunkových membránach a nervových tkanivách. Lipoproteíny sú dôležitou stavebnou zložkou bunky, pomocou nich sa uskutočňuje transport prakticky všetkých lipidov v organizme.

## Štruktúrna funkcia

- sú zložkou biologických membrán
- ochrana niektorých orgánov (obalením tukom) pred mechanickým poškodením
- nevyhnutné pre prenos nervových vzruchov (nervové tkanivo obsahuje 40% lipidov)
- vytvárajú podkožný tuk ktorý plní funkciu tepelnej izolácie

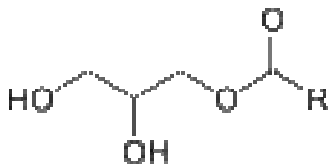
## Metabolická funkcia

sú rozpúšťadlom biologicky významných nepolárnych látok - vitamínov (A, D, E, K), hormónov, liečiv a farbív

sú zásobnou látkou - pri oxidácii karboxylových kyselín uvoľnených z triacylglycerolu sa tvorí ATP .

## Jednoduché lipidy

Sú estery vyšších karboxylových kyselín, ktoré okrem *kyseliny* a *alkoholu* neobsahujú ďalšiu zložku.



Obr.Schéma jednoduchého lipidu: 1-acylglycerol.

Podľa prítomnosti alkoholovej zložky sa jednoduché estery delia na:

- acylglyceroly (tuky)
- vosky

Prijímajú sa v potrave v podobe acylglycerolov. Vo svojej molekule môžu obsahovať sterol, ktorý s vyššou karboxylovou kyselinou tvorí acylcholesterol. Jednoduché lipidy obsahujú esterickú väzbu -O-CO-, ktorá sa nachádza v esteroch a vzniká reakciou alkoholu s karboxylovou kyselinou. Ak sa na esterifikácii zúčastňuje len jeden typ

karboxylovej kyseliny, vznikajú jednoduché acylglyceroly. Zmiešané acylglyceroly vznikajú reakciou rôznych karboxylových kyselín.

### **Acylglyceroly**

Známe aj pod starším názvom glyceridy. Sú estery trojsýtného alkoholu glycerolu (propán-1,2,3-triol) s vyššími nasýtenými alebo nenasýtenými karboxylovými kyselinami. Na esterifikáciu jednej molekuly glycerolu treba tri molekuly monokarboxylovej kyseliny. Preto sa tuky nazývajú aj triglyceridy. Podľa počtu esterifikovaných hydroxyskupín glycerolu ich delíme na mono-, di- a triacylglyceroly.

### **Vosky**

Vosky sú estery mastných kyselín s vyššími jednosýtnymi alebo dvojsýtnymi (voskovými) alkoholmi - najčastejšie cetylalkohol ( $C_{16}$ ), karnaubylalkohol ( $C_{24}$ ), cerylalkohol ( $C_{26}$ ) a myricylalkohol ( $C_{22}$ ). Živočíšne vosky majú v molekule alkoholy so 14-16 uhlíkmi, rastlinné s 26-30 uhlíkmi. Sú nepolárne a chemicky stabilné látky, ťažko hydrozylateľné. Pri normálnej teplote sú pevné, pri vyšších teplotách mäknú a roztápajú sa. Vosky tvoria základ masť, kde plnia ochrannú a emulgačnú funkciu. Vosky najčastejši obsahujú kyselinu laurovú, myristovú, palmitovú.

## **3.2.6 Nukleotidy a nukleové kyseliny**

**Nukleotidy** alebo nukleozidfosfáty sú zlúčeniny nukleozidu a kyseliny trihydrogenfosforečnej. Nukleotid je základná stavebná jednotka nukleových kyselín a niektorých koenzýmov a niektoré plnia aj úlohu energetických prenášačov. Každý nukleotid sa skladá z fosfátovej zložky, sacharidovej zložky (ribóza - vtedy sa nazýva ribonukleotid alebo deoxyribóza - vtedy sa nazýva deoxinukleotid) a purínovej bázy (adenín, guanín) alebo pyrimidínovej bázy (cytozín, tymín, uracyl).



**Nukleové kyseliny** alebo kyseliny bunkového jadra sú biomakromolekulové látky, ktoré sa spolu s bielkovinami považujú za najvýznamnejšie zložky živých sústav. Sú to polynukleotidy s molekulovou hmotnosťou od 20 000 do viacerých miliónov.

V ich molekulách sa uchováva dedičná (genetická) informácia a prostredníctvom nich sa prepisuje do špecifickej štruktúry bielkovinových molekúl.

Prvýkrát ich izoloval z jadier bielych krviniek prítomných v hnise Friedrich Miescher v roku 1869.

### Štruktúra

- kyslá zložka - kyselina trihydrogénfosforečná, resp. jej fosfátový zvyšok ( $\text{PO}_4^{3-}$ )  
monosacharid - deoxyribóza alebo ribóza
- zásaditá zložka - nukleotidy  
puríny: najčastejšie adenín a guanín, ale aj hypoxantín a xantín  
pyrimidíny: najčastejšie cytozín, uracil, tymín, ale aj metylcytozín

### Delenie

Podľa monosacharidovej zložky rozlišujeme: RNA alebo DNA

Podľa štruktúr:

- primárna štruktúra určuje ju presný sled jednotlivých nukleotidov,
- sekundárna štruktúra má tvar dvojitej pravotočivej závitnice ktorú tvoria dva proti sebe prebiehajúce polynukleotidové reťazce,
- terciárna je vtedy keď dvojitá závitnica je stočená do superhelixu.

### Výskyt

V závislosti od typu NK a buniek, NK sa nachádzajú v rôznych subcelulárnych štruktúrach. V prípade prokaryotických buniek sa NK (DNA a RNA) nachádzajú v cytoplazme. V eukaryotických bunkách sa DNA nachádza:

najmä v jadre bunky, menšie množstvo sa nachádza aj mimo jadra eukaryotických buniek - v mitochondriách a u rastlín aj v chloroplastoch v kapside vírusu. URL1

### 3.3 Sekundárny metabolizmus

Sekundárne metabolity sú organické látky, ktoré nemajú priamy vzťah k metabolickým procesom, zabezpečujú základné životné funkcie, rast a vývin rastliny. Nevyskytujú sa v rastlinách všeobecne, ale určitú látku často syntetizuje určitý druh, alebo skupina druhov rastlín, väčšinou taxonomicky príbuzných. Jedna rastlina môže produkovať desiatky látok charakteru sekundárneho metabolizmu. Ich funkcie sú rôznorodé. Môžu dodávať rastlinám pevnosť (lignín, kutín), ochraňujú ich voči patogénom, škodcom, alebo sa podieľajú na prijímaní a prenose signálu medzi rastlinou a prostredím. Patria sem jedy, drogy, omamné látky, aromatické látky, atď. Podľa chemickej povahy sa delia do troch základných skupín: terpeny, fenolové látky, látky obsahujúce N (Olšovská kol., 2008).

Sekundárne metabolity sa nachádzajú len v niektorých typoch buniek alebo organizmov. Majú špecializovanú úlohu, najčastejšie charakteristickú pre daný typ organizmu. Sú to napríklad:

- alkaloidy
- antibiotiká
- hormóny
- vitamíny
- biologické pigmenty

**Alkaloidy** sú heterogénnou skupinou dusíkatých zlúčenín zásaditého charakteru, ktoré majú fyziologický efekt na ľudí alebo iné živočíchy. Vznikajú ako sekundárne metabolity niektorých húb, rastlín alebo živočíchov.

Alkaloidy majú rôznorodé účinky, mnohé z nich sa tradične používali alebo používajú ako liečivá, omamné látky alebo sú dokonca toxické.

Alkaloidy charakterizujú nasledovné vlastnosti:

Sú to dusíkaté organické makromolekuly, väčšinou (aj keď nie výlučne) deriváty aminokyselín. V čistom stave sú to bezfarebné, tuhé, kryštalické, až na výnimky málo rozpustné vo vode.

- Majú horkú chuť, najmä v pevnom skupenstve.
- Sú zásadité, s kyselinami vytvárajú vo vode rozpustné soli.
- Dajú sa vyzrážať z roztoku jodidmi ťažkých kovov.
- Sú biologického pôvodu, najčastejšie rastlinného.

**Antibiotiká** (grec. anti- = proti, bios = život, skratka **ATB**) sú lieky ničiace alebo spomaľujúce rast mikroorganizmov. Vďaka svojmu antimikrobiálnemu účinku sú používané na liečbu infekčných chorôb - najčastejšie bakteriálnych. Väčšinou patria do skupiny nízkomolekulových biogénnych látok.

**Hormón** (z gr. hormaó - poháňam) je látka, ktorá v mnohobunkových organizmoch slúži na chemickú signalizáciu medzi rôznymi bunkami (alebo skupinami buniek).

Rastlinné hormóny (tiež nazývané fytohormóny, alebo rastové látky) sú chemické zlúčeniny, ktoré sa tvoria v rastlinách v malej koncentrácii, vylučujú do okolia buniek, transportujú do inej časti rastliny a tam vyvolávajú určitý efekt. Sú to signály komunikácie medzi bunkami.

V cieľových bunkách vstupujú hormóny do špecifickej väzby s určitými bielkovinami, ktoré nazývame receptory. Následne sa spúšťa reťazec reakcií, ktoré vedú ku charakteristickej odpovedi cieľovej bunky. Mechanizmus fungovania hormónov v rastlinách je veľmi podobný mechanizmu hormonálneho účinku u živočíchov (vrátane človeka).

**Vitamín** je látka, ktorú (určitý) vyšší organizmus vo veľmi malých množstvách - ale zároveň nevyhnutne - potrebuje na svoju existenciu, no nedokáže si ju sám syntetizovať a musí ju teda získať v potrave.

Spolu s bielkovinami, tukmi a sacharidmi patrí k základným zložkám ľudskej potravy. V ľudskom organizme majú vitamíny funkciu katalyzátorov biochemických reakcií. Podieľajú sa na metabolizme bielkovín, tukov a cukrov. Existuje 13 základných typov vitamínov. Ľudský organizmus si, až na niektoré výnimky, nedokáže vitamíny sám vyrobiť a preto ich musí získať prostredníctvom stravy.

Pri nedostatku vitamínov sa môžu objavovať poruchy funkcií organizmu, alebo aj veľmi vážne onemocnenia vid'. obr. 7. Niektorých prebytočných vitamínov sa organizmus dokáže zbaviť a pokiaľ prestaneme vitamín prijímať, organizmus z tela nadbytočné množstvo vylúči. Pri niektorých ďalších to však nefunguje – najrizikovejší je v tomto

ohľade vitamín A, pri ktorom existujú prípady smrteľných otráv alebo otráv s doživotnými následkami. Vitamíny sú nutné pre udržanie mnohých telesných funkcií a sú schopné posilňovať a udržiavať imunitné reakcie.

Vitamíny rozpustné v tukoch:

Vitamín A, D, E, K.

Vitamíny rozpustné vo vode:

Vitamín B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub>, C, H.

**Pigment** je chemická látka (organického pôvodu), ktorej prítomnosť v bunke spôsobuje zmenu sfarbenia založenú na selektívnej absorpcii svetla. Tak v rastlinnej, ako aj v živočíšnej ríši môže pigment významným spôsobom ovplyvňovať život svojho nositeľa. Príkladom pigmentov v tele rastlín a živočíchov môžu byť chlorofyl, hemoglobín, melanín alebo karotenoidy.

### 3.3.1 Sekundárne metabolity v rastlinách

Liečivé rastliny charakterizuje obsah účinných látok, ktoré im prepožičiavajú liečivé, ale často aj aromatické a osobitné chuťové vlastnosti. Rozlišujeme 2 skupiny látok, ktoré sa nachádzajú v rastlinách: tie, ktoré sú nevyhnutné pre vlastný vývoj rastlín, a iné, ktoré ako produkty látkovej premeny (vedľajšie, resp. odpadové produkty) rastlina nevyužíva. Pri využívaní liečivých a aromatických vlastností bylín sú dôležité látky s oboch týchto skupín.

Pri liečení bylinkami je všeobecne známe, že účinok liečivej rastliny najčastejšie spočíva v spoločnom pôsobení viacerých účinných látok a iba zriedkavo ide len o jednu látku. Rozličné látky, ktoré rastliny obsahujú, môžu navzájom svoju účinnosť obmedzovať, môžu sa vhodne dopĺňať, ich účinok sa tak umocní, alebo sami svojou prítomnosťou môžu pôsobiť na organizmus blahodárne. Oveľa priaznivejšie účinky sa prejavujú pri ich komplexnom pôsobení (Mika, 1988).

Metabolity, ktoré majú pre bunku základný význam a sú nevyhnutné na udržanie životných procesov sa označujú ako primárne metabolity (v rastlinách sú to nukleové kyseliny, bielkoviny, sacharidy, lipidy, hormóny, pigmenty fotosyntézy- chlorofyly a karotenoidy a pod.) Rastliny syntetizujú a akumulujú aj ďalšie sekundárne metabolity,

ktoré sa vyznačujú rôznorodosťou chemických štruktúr, obmedzeným rozšírením a ochrannou funkciou pre organizmus. Počtom látok najvýznamnejšie skupiny sekundárnych metabolitov sú terpény, fenolové látky a z dusíkatých látok najmä alkaloidy (viď. tab. 3, 4 (Masarovičová, 2002)).

Pôvodne boli sekundárne metabolity pokladané za koncové body metabolizmu s veľmi malou špecifickou úlohou. Dnes je už akceptovaný názor, že majú významnejšie úlohy v rastline (Collin, 2001).

Väčšinou sú súčasťou adaptačných pochodov pre interakciu rastliny s prostredím. Zistilo sa, že viacero sekundárnych metabolitov nájdených v rastlinách má význam pri obrane organizmu proti herbivorom, škodcom a patogénom, pri ochrane pred UV žiarením (Bennet, 1994).

Sekundárne metabolity sa syntetizujú v rastlinách aj na ochranu proti fytofágnemu hmyzu. Repelenty a antifeedanty odpudzujú hmyz. Naopak, atraktanty sa uplatňujú pri reprodukcii rastlín ako pigmenty, vône, zložky nektáru a peľu vo vzťahu k opeľovačom. Pigmenty umožňujú optickú komunikáciu medzi rastlinami a živočíchmi (signálna funkcia pigmentov kvetov, semien a plodov) (Masarovičová, 2002).

Ďalší pohľad na sekundárne metabolity je, že sekundárne metabolity sú vhodné pre uloženie prebytočného uhlíka a dusíka z primárneho metabolizmu. Sekundárne metabolity sú neskôr odbúrané a uskladnený uhlík a dusík je recyklovaný v primárnom metabolizme, kde vznikla požiadavka. Medzi primárnym a sekundárnym metabolizmom je dynamická rovnováha, na ktorú má vplyv rast, diferenciácia pletív a vývoj rastlinného tela (Collin, 2001).

Tie faktory, ktoré určujú lokalizáciu a akumuláciu sekundárnych metabolitov v intaktnej rastline, sú dôležité aj pre rastlinné pletivové kultúry. Napríklad, na stimuláciu tvorby sekundárnych metabolitov (fytoalexínov) v pletivových kultúrach sa využívajú zlúčeniny biologického pôvodu- biotické elicítory.

Mnohé sekundárne metabolity majú veľký význam pre nás, spotrebiteľov, keďže tvoria základ arómy, príchuť a zafarbenia potravín, korenia a nápojov. Sekundárne metabolity majú mnohé biologické účinky, ktoré je možné uplatniť rôznymi spôsobmi. Našli svoje uplatnenie pri liečení rôznych chorôb, ako aditíva do potravín. Iné sekundárne metabolity (napr. fytoalexíny) s biocídnym účinkom voči fytopatogénom je možné využiť namiesto agrochemikálií.

Najhodnotnejšími sekundárnymi metabolitmi sú farmaceutiká. Ich produkcia je často limitovaná nedostupnosťou rastlinných zdrojov, mnohé rastliny patria medzi vážne

ohrozené druhy. Sekundárne metabolity sa v rastlinách často nachádzajú v nízkych koncentráciách. *Catharanthus roseus* produkuje významné indolové alkaloidy v malých množstvách. Tieto produkty sú medicínsky dôležité a zahŕňajú protirakovinové liečivá – vinblastín a vinkristín ako aj ajmalicín, ktorý sa používa v liečbe porúch obehovej sústavy. Prvé dva produkty sú extrémne drahé a môžu byť izolované len z rastlín v malých množstvách. Chemická syntéza nie je reálna (Collin, 2001).

Chemická syntéza bioaktívnych produktov je často náročná pre ich komplikovanú štruktúru a vysokú cenu (Shimomura, 1997).

Výskyt sekundárnych metabolitov vo veľmi nízkych koncentráciách a často pri ohrozených druhoch viedol k snahe o ich produkciu alternatívnymi spôsobmi. Z prác viacerých autorov je zrejmé, že snaha o produkciu sekundárnych metabolitov je významná pre viaceré odvetvia.

### **3.3.2 Rozdelenie účinných látok a ich vlastnosti**

**Éterické oleje (silice)** – sú ľahko prchavé a silne aromatické olejovité substancie, ktoré sa tvoria v olejových žľazách, olejových šupinách alebo chĺpkoch rastlín. Vyparovaním preniknú cez povrch listov a kvetov a rozširujú vôňu, ktorá je pre každý druh rastliny typická. Okrem dráždivých účinkov majú výrazne dezinfekčné vlastnosti. Rastliny s vysokým obsahom silice sa nazývajú aromatické. Tekuté silice na svetle a vzduchu tuhnú – živičnatejú (Tomko a kol., 1989). Súčasťou éterických olejov sú predovšetkým monoterpény a sekviterpény a zlúčeniny fenypropánu, ďalej ich alkoholy, aldehydy, ketóny a epoxidy (Braun et al, 2010).

Zväčša sa používajú ako stomachiká, karminatíva, diuretiká, sedatíva, nervína, ale aj ako chuťové a čuchové korigenciá. Účinky éterických olejov závisia od chemického zloženia, napríklad vyvolávajú kŕče, uvoľňujú vetvy, podporujú vylučovanie žlče (mäta prieporná), pôsobia upokojujúco (medovka lekárska, valeriána lekárska), majú antibakteriálne účinky, podporujú proces liečenia pri zápaloch (rumanček kamilkový), zvyšujú chuť do jedla, zlepšujú trávenie (rozličné koreniny) a podobne.

**Živice** – sú lipofilné amorfné látky s prevahou terpénových alebo fenypropánových derivátov. Vylučujú sa najčastejšie pri poškodení rastliny a sú rozpustné v éterických

olejoch. Po ich vyprchaní zostávajú ako mazľavý alebo tuhý zvyšok. Známe sú živice ihličín. Gumoživice obsahujú aj polysacharidy – slizy alebo gumy. Reprezentuje ich myrha a kadidlo (Tomko a kol.,1989).

**Alkaloidy** – sú dusíkaté zlúčeniny alkalického (bázického) charakteru. Zväčša majú silný fyziologický účinok. Vznikajú pri metabolizme aminokyselín. K alkaloidom sa priradujú aj dusíkaté látky, ktoré nereagujú alkalicky, alebo také, ktoré nemajú dusík viazaný v heero-cyklickom kruhu. Okrem nich sem patria aj také dusíkaté látky, ktoré nie sú biogeneticky odvodené od aminokyselín, tzv. pseudoalkaloidy - terpenické a steroidné alkaloidy (Tomko a kol.,1989). V časti alkaloidov tvorí základ určitá aminokyselina, a to tyrozín (kolchicín), ornitín (atropín), alebo histidín (pilocarpín), za alkaloidy sa označujú aj niektoré látky, ktoré sa nedajú zaradiť do nijakej z týchto skupín (Braun et al, 2010).

Alkaloidy sú často silné rastlinné jedy (ľuľkovec zlomocný, jesienka obyčajná), ktoré vznikajú v rozličných častiach rastlín- od koreňa až po výhonky- ako dusíkaté zásadité produkty látkovej premeny. Mnohé alkaloidy, aj tie, ktoré sa nachádzajú v menej „podozrivých“ požívatinách, napríklad v čiernom čaji, káve ale i v tabaku, pôsobia na centrálny nervový systém. Alkaloidy sú najdôležitejšími východiskovými látkami pri výrobe liekov.

**Účinky:** požitím niektorých z nich nastávajú stavy ako ľahostajnosť, bezstarostnosť, porušenie rovnováhy, znecitlivenie, halucinácie aj agresivita, neskôr môže nastať hlavne pri požití väčšieho množstva otrava až smrť. Pri opakovanom požívaní môže vzniknúť závislosť, ktorá sa prejavuje ako narkománia. Pri správnom dávkovaní sú niektoré dôležité liečiva.

#### **Najvýznamnejšie alkaloidy:**

**Nikotín** – cyklus pyridínu, je rozpustný vo vode, izoluje sa z listov tabaku, nepriaznivé účinky na srdcové cievy, zvyšuje krvný tlak, zapríčiňuje poruchy dýchania, je spalné splodiny pri fajčení spôsobujú vznik rakoviny pľúc.

**Atropín** – cyklus tropánu, nachádza sa v ľuľkovci zlomocnom a v semenách durmana, veľmi jedovatý, tvorí bezfarebné kryštáliky, nerozpustné vo vode, rozpustné v alkohole,

jeho roztoky majú horkú chuť, používa sa v očnom lekárstve, spočiatku povzbudzuje činnosť CNS, postupne vyvoláva halucinácie až vysilenie, môže zastaviť dýchanie.

**Kokaín** – cyklus tropánu, je obsiahnutý v listoch koky, tvorí bezfarebné kryštáliky málo rozpustné vo vode, dobre v alkohole a éteri. Rastie v Peru, Chile, pestuje sa na Jáve a na niektorých ostrovoch Indického oceánu, používajú sa v lekárstve ako lokálne anestetikum, silné narkotikum. Je veľmi návykový.

**Ópium** – zdroj viac ako 20 alkaloidov, šťava z nezrelých makovíc, čiastočne rozpustný vo vode, medzi ópiové alkaloidy patrí napr. morfín (jedovatá látka, ktorá odstraňuje subjektívne bolesti), kodeín (tlmenie kašľa), narkotín, papaverín a pod., obsahuje cyklus chinolínu, alebo izochinolínu.

**Heroín** – polosyntetický derivát morfínu, silne zásaditý charakter, omamná látka, najnebezpečnejšia návyková droga, celosvetovo zakázaná.

**LSD** – derivát lysergid, odvodený od kyseliny lysergovej, psychofarmakum – halucinogén, ktorý spôsobuje u človeka emočné zmeny až depresie, obsahuje cyklus indolu.

**Kofeín** – cyklus purínu, diuretikum (zasahuje do funkcie obličiek, zvýšená tvorba moču),

Analeptikum (stimuluje určité oblasti CNS, pričom neovplyvňuje psychické funkcie), nachádza sa v niektorých rastlinách, napr. kávové zrná alebo čajové listy (Tomko a kol., 1989).

**Horké látky** – nie sú jednotná skupina účinných látok. Sú to látky definované podľa chuťového receptora. Majú rozličnú chemickú štruktúru. Niektoré patria medzi glykozidy, iné medzi alkaloidy (strychnín, brucín, chinín). Horčiny dráždia chuťové receptory na jazyku, a tým reflexne vyvolávajú vylučovanie slín. Pri styku so sliznicou žalúdka vyvolávajú hojné vylučovanie žalúdočnej šťavy. Napomáhajú tráveniu, odstraňujú bolestivé spazmy hladkého svalstva žalúdka. Zvyšujú chuť do jedla a podporujú trávenie.



**Triesloviny** – sú bezdusíkaté produkty látkovej premeny s rozličným chemickým zložením, rozpustné vo vode ( Tomko a kol.,1989 ). Podľa chemického zloženia sa triesloviny delia do dvoch hlavných skupín: Hydrolizovateľné triesloviny sú najmä estery kyseliny galovej alebo kyseliny elagovej vzniknutej sekundárne z dvoch molekúl kyseliny galovej. Katechínové triesloviny obsahujú základné prvky trieslovín, katechín a leukoantokyanidín, ktoré sú príbuzné flavonoidom (Braun et al, 2010). Často sa vyskytujú vo veľkom množstve v kôre (dub), ale aj v listoch (ostružina krovitá, mäty). Triesloviny zrážajú nielen bielkoviny, ale aj alkaloidy, a preto rušia účinky jedov (napríklad správne pripravený čaj). Rastlinné drogy obsahujúce triesloviny sa odporúčajú ako liečivé prostriedky napríklad proti krvácaniu z d'asiem, pri silnom potení, proti hnačkám.

**Glykozidy** – sú zložité látky obsahujúce uhlík, vodík a kyslík, niektoré aj dusík, prípadne síru. Vyskytujú sa s vysokým účinkom napríklad v cesnaku, horčici alebo v rebarbore lekárskej a sú veľmi jedovaté v konvalinke, náprstníku a v mandliach. Glykozidy sú napríklad jedným z komponentov liekov používaných pri srdcových ochoreniach.

**Slizy** – rastlinné slizy vo vode napučievajú a tvoria rôsoly. Reťazce slizov často obsahujú kyseliny urónové a aj cukorné zvyšky. Terapeutický najvýznamnejšia účinná látka je sliz zložený z kyseliny D-galakturonovej a metylpentózy. Získavajú sa z mnohých druhov rastlín, napríklad z ľanu (ľanové semeno, ibiš lekárske). Slizové drogy pôsobia ochranné na senzitivne nervové zakončenia a utišujú bolesť. Vhodné sú predovšetkým na podráždené sliznice (ústnu dutinu, hltan, žalúdok i črevá) a kožu.

**Saponíny** – sú to heterozidy (saponozidy), ktoré tvorí glycidová zložka a genín (aglykón) sapogenín s triterpénovou a steroidovou štruktúrou. (latinsky sapo = mydlo) majú rovnakú vlastnosť ako mydlo – vo vode tvoria penu. Tým, že saponíny emulgujú tuky a znižujú povrchové napätie tekutín, napomáhajú vytváranie penivých roztokov. Rozpúšťajú hlien a podporujú vykašliavanie, ale majú aj močopudný účinok (Tomko a kol.,1989).Vyskytujú sa predovšetkým v ľuľkovitých rastlinách, ako napríklad solanín v druhoch rodu ( Solanum ) a tomatín v druhoch rodu rajčiak ( Lycopersicon ) ( Braun et al, 2010 ).

**Organické kyseliny** – (kyselina jablčná, kyselina citrónová, kyselina šťaveľová, kyselina vínna) patria medzi najdôležitejšie účinné látky koreninových rastlín. Obsahujú ich čerstvé bylinky, ovocie i zelenina. Pôsobia osviežujúco, povzbudzujúco a mierne prehánavo.

**Fytoncídny** – sú skupina málo preskúmaných rastlinných látok so širokým spektrom použitia. Už vo veľmi malých dávkach pôsobia brzdiaco na rozvoj mikroorganizmov. Doposiaľ sa zistili napríklad v cesnaku, cibuli, rozmaríne, paline a v tymiane.

**Minerálne látky** – vyskytujú sa v rastlinných organizmoch zväčša v podobe solí s organickými, prípadne anorganickými zlúčeninami. Chemické prvky sa akumulujú v určitých rastlinných druhoch. (Mika, 1988), (Tomko, 1989)

### **3.3.3 Výskyt rastlinných metabolitov v rôznych častiach rastlín**

**Listy** – využívajú sa ako liečivé prostriedky a koreniny, obsahujú chlorofyl. V zdravom liste prebiehajú najaktívnejšie procesy látkovej premeny. Pomocou chlorofylu za účasti slnečného svetla produkujú rastliny z oxidu uhličitého nachádzajúceho sa vo vzduchu a vo vode glukózu. Glukóza je nevyhnutným predpokladom na tvorbu všetkých ostatných prírodných látok, ako je škrob, ale aj tuky, bielkoviny a účinné látky. Slnečné svetlo sa premieňa na chemickú energiu. Preto sú listy spravidla najbohatšie zásobené týmito látkami.

**Stonky** – rastlín slúžia na transport vody a živín medzi koreňmi a listami. Tu sa dajú okrem dusičnanov, ktoré sú pri výžive neželateľné, zistiť vo všeobecnosti len nízke koncentrácie obsahových látok. Niektoré produkty látkovej premeny sa ukladajú aj v dreve a v kôre (vřba).

**Korene** – sú orgány, ktorými rastliny prijímajú živiny, a podobne ako v podzemkoch a koreňových hľuziach sa v nich ukladá veľa látok, ktoré majú liečivé vlastnosti. Taký je napríklad petržlenový koreň.

**Kvety** – aj silné pigmentované pestré kvety obsahujú aktívne liečivé substancie. Mimoriadne bohaté na éterické oleje sú voňavé kvety, napríklad kvety levandule.

**Plody** – dužinaté plody sa vyznačujú vysokým obsahom minerálnych látok a vitamínov. Plody divorastúcich i kultúrnych rastlín sa používajú ako doplnkové prísady do mnohých liečiv.

V **semenách** sa nachádzajú vo vyváženom pomere všetky výživné a účinné látky, ktoré budúca rastlina potrebuje pre svoj život. Preto majú semená mnohonásobne vyššiu výživnú i liečivú hodnotu (Seitz, 1996), (Mika, 1988).

**Tab. 1** Časti rastliny ako zdroje metabolitov vo fytoterapii

Časť rastliny	Latinský názov	Skratka
celá rastlina (vňať)	herba	Herb.
list, listy	folium, folia	Fol.
kvet, kvety	flos., flores	Flor.
semená	semen	Sem.
pod, plody	fructus	Fruct.
koreň	radix	Rad.
podzemok	rhizoma	Rhiz.
cibuľa	Bulbus	Bulb.
kôra	cortex	Cort.
Príklady:		
Basilici herba = vňať bazalky		
Fragariae folium = list jahody		
Sambuci flos = kvet bazy čiernej		
Valerianae radix = koreň valerjány lekárskej		
Quercus cortex = dubová kôra		

### 3.4 Význam primárných a sekundárných metabolitov

Primárny metabolizmus a primárne metabolity ( aminokyseliny, nukleotidy, mastné kyseliny a sacharidy ) sú potrebné a nevyhnutné pre všetky organizmy. Okrem tohto typu metabolizmu a metabolitov, existujú také taxonomické skupiny mikroorganizmov, rastlín a živočíchov, ktoré sú schopné syntetizovať sekundárne metabolity. Sekundárne metabolity mikroorganizmov sú odvodené od intermediátov primárneho metabolizmu, ako sú sacharidy, kyselina šikimová a ( alebo ) aromatické kyseliny, nearomatické kyseliny, mastné kyseliny, intermediáty citrátového cyklu, puríny a pyrimidíny. Preto sa niekedy primárne a sekundárne metabolity označujú ako „ všeobecné“ a „ špeciálne“ metabolity. V rastlinnej fyziológii sa termín „sekundárne metabolity“ používa pre alkaloidy, flavonoidy a iné produkty, ktoré nie sú potrebné a nevyhnutné pre rast samotných rastlín. Rastlinné sekundárne metabolity môžu slúžiť na ochranu rastlín.

Za sekundárne metabolity sa dnes ďalej považujú špeciálne produkty biochemickej aktivity baktérií, húb, už spomenutých vyšších rastlín, ba aj bezstavovcov a stavovcov. Najnovšou skupinou sekundárných metabolitov sú peptidové defenzíny, objavené v krvných bunkách cicavcov. Daktoré z nich fungujú ako endogénne antibiotické látky v ľudských leukocitoch.

Bioaktívne sekundárne metabolity mikroorganizmov sa hodnotia zo štyroch základných poMadov:

- ich biosyntéza z intermediátov primárneho metabolizmu
- vzťahy medzi štruktúrou a biologickou aktivitou
- biochemické mechanizmy ich účinku
- mechanizmy rezistencie [URL 2].

**Tab.2** Základné znaky primárneho a sekundárneho metabolizmu

<b>Primárny</b>	<b>Sekundárny</b>
potrebný pre rast	nepotrebný pre rast
fyziologická úloha známa	fyziologická úloha nie je tak samozrejmá
prítomnosť za rôznych rastových podmienok	prítomnosť závislá od rastových podmienok
prítomný vo všetkých organizmoch	nie je všade prítomný
sú tvorené samostatne definované produkty	často je tvorená zmes príbuzných produktov
obyčajne produkty s relatívne jednoduchou chemickou štruktúrou	často produkty s komplexnou chemickou štruktúrou

### **3.5 Voľné radikály**

Svet je bohatý na kyslík, na ktorom závisí náš život. Kyslík je však paradoxne látka s tak silnou reakciou, že môže porušiť fungovanie buniek a poškodiť homeostatické mechanizmy. Vinu na týchto škodlivých vplyvoch nesú predovšetkým radikály kyslíka. Z chemického hľadiska sú voľné radikály zlomky molekúl, ktorým chýba jeden elektrón a preto sú nestále (Ortembergová, 2000 ).

Zachar (2004) definuje voľné radikály ako atómy alebo ich fragmenty, ktoré majú jeden, alebo viac nespárených elektrónov a sú schopné samostatne existovať.

Voľné radikály sú vo všeobecnosti nestále, vysoko reaktívne a energetické molekuly, ktoré sú krátky čas schopné samostatnej existencie. Reaktívne kyslíkové druhy alebo voľné radikály v biologickom systéme sa môžu tvoriť prooxidatívnymi enzýmovými systémami, lipidovou oxidáciou, ožiarení, zápalom v tele, fajčením, látkami znečisťujúcimi ovzdušie a procesom glykoxidácie (Stief, 2003).

Voľné radikály majú jeden alebo viac nespárených elektrónov v atómovom alebo v molekulovom orbitáli. Svoj nespárený elektrón prevažne spárujú s elektrónom, ktorý odoberajú iným látkam, čím ich oxidujú. Reakciu voľných radikálov s oxidovanou látkou sa tvoria metabolity, ktoré môžu byť často reaktívnejšie a teda aj škodlivejšie ako pôvodný radikál (Benavente-García et al, 1997)

### 3.5.1 Oxidačný stres

Voľné radikály predstavujú častice obsahujúce v elektrónových orbitaloch valenčnej vrstvy nespárený elektrón. Táto skutočnosť im dodáva mimoriadne reaktívne vlastnosti, čo sa patologicky odzrkadľuje na poškodzovaní biomolekúl. Následné poškodenie buniek a tkanív je etiologickou príčinou niektorých ochorení. Okrem negatívnych vlastností majú voľné radikály v organizme aj neopomenuteľný fyziologický význam. Ich hladina však musí byť udržiavaná v rovnováhe prostredníctvom antioxidantného systému, aby nedošlo v organizme (bunke) k tzv. **oxidačnému stresu** [URL 3].

Oxidačný stres je stav, kedy v bunke dochádza k narušeniu redoxnej rovnováhy a to priamou produkciou reaktívnych foriem kyslíka alebo inhibíciou antioxidantných látok. Dôsledkom toho je poškodenie dôležitých makromolekúl, čo vedie k narušeniu fyziológie bunky, apoptóze alebo nekróze buniek. Niektoré látky zo skupiny enviromentálnych polutantov ( chinóny, peroxidy a pod. ) môžu byť induktormi oxidačného stresu v bunkových systémoch rôznych skupín organizmov (Hudcovská, 2002).

Ak stratí organizmus kontrolu nad ich tvorbou a likvidáciou, môže byť jeho zdravotný stav vážne ohrozený, môže dôjsť k poškodeniu buniek a tkanív a nakoniec k poškodeniu organizmu (Brindzová, Mikulajová, 2005).

Klinické štúdie potvrdili, že reaktívne kyslíkové druhy spolu s voľnými radikálmi spôsobujú s vekom spojené degeneratívne ochorenia, zahrňujúc aterosklerózu, rakovinu, mozgovú príhodu, astmu, artritídu, srdcový infarkt, poškodenie pečene, periodontitídu a ďalšie (Paker a Weber, 2001).

Voľné radikály nemajú vždy záporné účinky. Náš organizmus ich denne vytvára, aby bojovali s cudzími bunkami, zohrávajú tiež úlohu pri základných chemických reakciách v metabolizme, alebo pri využití kyslíka k tvorbe energie. Tým plnia dôležitú úlohu pri správnom fungovaní nášho organizmu. Každá bunka musí denne bojovať proti približne 10 000 útokom voľných radikálov, ktoré spôsobujú jej oxidáciu. Existujú pomocníci, ktorí proti voľným radikálom bojujú. Tieto látky sa nazývajú antioxidanty ( Ortembergová, 2000 ).

### 3.5.2 Antioxidanty

Antioxidantom rozumieme akúkoľvek zlúčeninu, ktorá spomaľuje, alebo zabraňuje degenerácii, poškodeniu, alebo zničeniu tkaniva spôsobeného oxidáciou (Youngson, 1995).

Antioxidanty môžeme rozdeliť z dvoch hľadísk, a to chemického a biologického. Z chemického hľadiska je to látka, ktorá zabráni oxidácii reaktívnym metabolitom (oxidantom) tým, že sa sama oxiduje. Z biologického hľadiska je antioxidant taká látka, ktorá v malej koncentrácii, v reakcii s voľným radikálom tvorí relatívne stabilné a netoxické produkty, ktoré by nemali spúšťať ďalšie radikálové reakcie, pri ktorých by sa tvorili nové voľné radikály alebo reaktívne metabolity kyslíka (Kyselovič, 2002).

#### Antioxidačné mechanizmy

Proti toxickému účinku pôsobenia voľných radikálov a reaktívnych metabolitov má organizmus vybudované ochranné mechanizmy, ktoré znižujú negatívny vplyv voľných radikálov v organizme.

Dajú sa rozdeliť na:

- mechanizmy, ktoré zabraňujú tvorbe voľných radikálov ( napr. elimináciou voľných iónov Fe alebo Cu rôznymi chelatačnými činidlami ako sú napr. transferín, albumín, desferoxamín: inhibíciou enzýmov, ktoré katalyzujú tvorbu voľných radikálov alebo reaktívnych metabolitov : odstránením peroxidov enzýmami katalázou alebo peroxidázou )
- mechanizmy, ktoré vychytávajú alebo lapajú už vytvorené voľné radikály vychytávače - superoxid-dismutáza, lapače – vitamín E, zhášače – B-karotén
- reparačné systémy, ktoré odstraňujú poškodené molekuly z organizmu ( napr. lipofilné enzýmy, proteolitické enzýmy., regeneračné systémy pre opravu oxidačne poškodenej DNA ) (Ďuračková, 1998 ).

## Rozdelenie antioxidantov

Antioxidanty môžeme rozdeliť podľa rôznych hľadísk:

- podľa molekulovej hmotnosti na antioxidanty:

1. nízkomolekulové - prírodné a syntetické
2. vysokomolekulové - enzýmové a neenzýmové

- podľa miesta najčastejšieho výskytu

1. cytoplazmové ( hydrofilné )
2. membránové ( lipofilné ) ( Ďuračková, 1998 ).

- podľa štruktúry sa rozoznávajú antioxidanty:

1. jednoduché fenoly- antioxidačné a taktiež antimikróbne účinky majú niektoré jednoduché fenoly ( najmä hydrochinon, guajakol, isoeugenol a salicylaldehyd ).
2. fenolové kyseliny a ich deriváty- vykazujú účinky primárnych antioxidantov . Aktivita závisí na počte hydroxylových skupín v molekule.
3. lignany- sú fenolové zlúčeniny základného selektu (  $C_6-C_3$  )<sub>2</sub> s 18 atómami uhlíka v molekule.
4. kurkuminoidy – plody kurkumy obsahujú žlté pigmenty kurkumín, demetoxykurkumín a bismetoxykurkumín, ktoré vykazujú antioxidačnú schopnosť.
5. diterpény a chinóny- medzi najaktívnejšie prírodné antioxidanty sa zaraďujú fenolové diterpény kyselina karnosová a karnosol.
6. triterpény a steroly. K antioxidačnému potenciálu rastlinných materiálov prispievajú tiež niektoré triterpénové kyseliny, ako sú betulínová, oleanová a ursulová.
7. flavonoidy- sú primárnymi antioxidantami
8. ďalšie antioxidanty- v biologických materiáloch sa in vivo ako látky s antioxidačnými účinkami uplatňujú karotenoidy a príbuzné polyény, niektoré vitamíny a početné ďalšie dusíkaté a sírne zlúčeniny ( Ďuračková, 1998 ).



### 3.5.3 Najvýznamnejšie antioxidanty

#### Karotenoidy ( $\beta$ -karotén)

Karotenoidy sú skupinou červených, oranžových a žltých farbív, ktoré sa vyskytujú v rastlinnej potrave, najmä v ovocí a v zelenine. Z viacerých epidemiologických štúdií vyplýva, že karotenoidy môžu priaznivo pôsobiť v prevencii niektorých druhov rakoviny [URL 4].

Karotenoidy sú izoprénové zlúčeniny (radia sa medzi terpény) (Štípek, 2000). Ich základný skelet obsahuje 40 atómov uhlíka. Sú to buď uhľovodíky (karotény), alebo ich kyslíkaté deriváty (xantofyly) (Procházka, 1998). Z celkového množstva 600 derivátov karotenoidov má približne 10 % schopnosť meniť sa na retinol – vitamín A. Z celkového počtu karotenoidov v plazme tvorí asi 90 %  $\beta$ -karotén, lycopén, zeaxantín, kryptoxantín a luteín (Zachar, 2004).

Karotenoidy sú v alkohole rozpustné farbivá a obsahujú ich rôzne potraviny, ako mango, paradajky, petržlen, brokolica (Bukovský, 2006).

Nachádzajú sa v žltých, zelených a v červených druhoch ovocia a zeleniny (mrkva, pažítka, špenát, kel, šípky, marhule). Odporúčané denné dávky sú pre ženy 5–6 mg, pre tehotné ženy 8 mg, dojčiace 10 mg, pre mužov 6–8 mg. Hypovitaminóza sa môže prejavovať napr. suchou, drsnou kožou, predčasným starnutím kože a pod.

#### Vitamín E (tokoferol)

Vitamín E reprezentujú prakticky 4 podobné látky,  $\alpha$ ,  $\hat{\alpha}$ ,  $\acute{\alpha}$  a  $\grave{\alpha}$  tokoferol. Najúčinnější je  $\alpha$ -tokoferol. Tokoferoly sú žlté oleje, bez chuti, zápachu, nerozpustné vo vode, rozpustné v tukoch a v tukových rozpúšťadlách. Vitamín E je účinný antioxidant. Jeho antioxidačná schopnosť spočíva v tom, že zastavuje radikálové reťazce alebo vychytáva voľné radikály. V organizme človeka pôsobí ako prirodzený antioxidant, zabraňuje autooxidácii nenasýtených mastných kyselín. S vitamínom C vytvára synergický komplex, pričom vitamín C regeneruje vitamín E. Hrá dôležitú úlohu pri liečení sivých očných zákalov spôsobených poškodením šošovky voľnými radikálmi a chráni pred ochorením vencových ciev. Vstrebávanie vitamínu E podporuje selén. Účinok sa zvyšuje ak sa používajú spoločne. Epidemiologickými štúdiami sa potvrdil jeho ochranný účinok pri liečení aterosklerózy. Ovplyvňuje tvorbu červených krviniek, zúčastňuje sa obnovy a rastu svalovej hmoty a ďalších tkanív, má močopudné účinky,

čím znižuje krvný tlak. Podporuje činnosť pohlavných žliaz. Jeho najlepšimi zdrojmi sú obilné klíčky, rastlinné oleje, orechy, sójové bôby, zelená listová zelenina, celozrnná múka. Zo živočíšnych zdrojov sú to: vaječný žltok, obilniny, ryby, pečeň, vnútornosti, mlieko. Odporúčané denné dávky sú pre dospelých 12 – 16 mg, pre dojčiace ženy 18 mg. Hypovitaminóza sa môže prejavovať napr. poruchami generačných funkcií.

### **Vitamín C (kyselina L-askorbová)**

Kyselina askorbová patrí do skupiny vitamínov rozpustných vo vode. Je citlivá na teplo a vysoko citlivá na oxidáciu.

Ovplyvňuje funkciu bunkového jadra, tým, že sa zúčastňuje na vzniku deoxyribonukleovej kyseliny. Je potrebná na reguláciu metabolizmu aminokyselín, udržiavanie pevnosti cievnych stien (najmä kapilár) a tkanivové dýchanie. Podporuje vstrebávanie železa, stimuluje tvorbu bielych krviniek, vývoj kostí, zubov a chrupaviek, podporuje rast. Vitamín C je tiež dôležité antioxidačné činidlo, ktoré chráni iné vitamíny, polynenasýtené mastné kyseliny, cholesterol LDL a enzýmy pred poškodením voľnými radikálmi. Nachádza sa v šípkach, citrusovom ovocí, čiernych ríbezliach, jahodách, brusniciach, kiwi, zo zeleniny najmä v petržlenovej vňati, brokolici, paprike, paradajkách, karfirole, špenáte a v zemiakoch.

Odporúčané denné dávky sú pre dospelých 75 – 90 mg, pre tehotné ženy 120 mg, dojčiace 130 mg.

Hypovitaminóza sa môže prejavovať nedostatočnou odolnosťou proti infekciám, únavou, žalúdočnými problémami a pod. Extrémna hypovitaminóza spôsobuje chorobu skorbut, ktorá sa prejavuje aj zvýšenou krvácanosťou kapilár, opuchom kĺbov a ďasien, stratou zubov, krehkosťou kostí a pod. [URL4].

### **Flavonoidy (bioflavonoidy)**

Flavonoidy (známe aj pod menom vitamín P, permeabilný faktor) sú fenolové látky, ktoré sú v rastlinnej ríši veľmi rozšírené a chránia rastliny pred škodlivými činiteľmi. Zahŕňajú skoro 4000 známych derivátov. Podobne ako karotenoidy aj flavonoidy sa vyznačujú priaznivým účinkom na organizmus a spolupôsobia s vitamínom C. Oproti iným antioxidantom majú tú výhodu, že sú aktívne vo vodnom aj v lipofilnom prostredí, a preto patria v mnohých smeroch k najmenej tak účinným antioxidantom ako vitamín C a vitamín E [URL4].

Flavonoidy sú významnou súčasťou antioxidantného systému, zabraňujú peroxidácii lipodov, pôsobia protizápalovo, antioxidantne, antimikrobiálne, antimutagénne, antidiabeticky. Prechádzajú črevnou stenou, prispievajú k inaktivácii voľných radikálov (Vollmanová a kol., 2004).

Flavonoidy chránia pred aterosklerózou a potláčajú aj tvorbu nebezpečných aldehydov, čo ich spája s ochranou pred nádorovou aktivitou. Fenolové látky majú aj protizápalový účinok v priebehu fagocytózy, protialergický a protiischemický účinok a pod. U nás nebola ich spotreba presne kvantifikovaná, ale vzhľadom na nízku spotrebu ovocia a zeleniny je pravdepodobne veľmi nízka.

Medzi najvýznamnejšie flavonoidy patria látky: kamferol, kvercetín, hesperidín, rutín, antokyanidíny, katechín, fenyylpropanoidy a iné. Vo všeobecnosti sa vyskytujú všade tam, kde je viazaný vitamín C. K významným zdrojom patria: zelený čaj, červené víno, citrusové plody, brokolica, cibuľa, v šupka jablák, čučoriedky, čierne ríbezle, šípky, zeler, petržlen, grapefruit, najmä červený, bobuľové ovocie, obilie, rajčiaky.

### **Selén (Se)**

Je súčasťou enzýmu, ktorý rozkladá peroxid vodíka a touto cestou chráni organizmus pred aktívnymi formami kyslíka. Selén je nevyhnutný pre tvorbu hormónu štítnej žľazy, pre zdravú pokožku, vlasy, zachovanie zraku. Spolu s vitamínom E pomáha v prevencii proti nádorovým chorobám a srdcovým chorobám. Priaznivo pôsobí v boji proti vírusovým infekciám, napr. pri herpese a pod. Slovensko sa zaraďuje medzi európske štáty s nízkym zásobením selénom. Približne jedna štvrtina vyšetrenej populácie má hladinu selénu v krvnom sére hlboko pod normálom. Na príčine je nízky obsah selénu v našej pôde a následne i v obilí a v plodinách dopestovaných u nás. Vysoké dávky selénu (LD 50 je 5 mg/kg telesnej hmotnosti) majú naopak toxický účinok na organizmus.

Odporúčané denné dávky sú pre dospelých 50 – 55 µg, pre tehotné ženy 65 µg, dojčiace 70 µg. Selén sa nachádza v rybách, mäkkýšoch, červenej mäse, obilninách, vajciach, slnečených zrnkách, cesnaku a v orieškoch [URL4].

## **Koenzým Q10**

Je považovaný za jeden z najzaujímavejších objavov minulého storočia. Je to nebielkovinový, lipofilný provitamín, na ktorého syntéze sa zúčastňuje aminokyselina tyrozín, osem vitamínov a niekoľko stopových prvkov. Nachádza sa v každej bunke ľudského organizmu a jeho najvyššia koncentrácia je okolo 20. roku života (Tóth a kol., 2006).

Je popisovaný ako silný antioxidant. Dopĺňovanie koenzýmu Q10 je odporúčané v priebehu starnutia organizmu, pretože sa jeho hladina v tkanivách znižuje, najmä pri nedostatočnom pohybe. Najviac poznatkov je získaných z klinických štúdií pri podávaní koenzýmu Q10 pri ischemických chorobách srdca. Koenzým Q10 sa prezentuje v ochrane srdcového svalu. Najväčšiu antioxidantnú kapacitu má bobuľovité ovocie, ale kráľom antioxidantov je šípka a orech kráľovský. Ovocie má najvyšší antioxidantný význam, hoci podľa doterajších predstáv sa väčší význam prikladal zelenine.

Spotreba vitamínov a minerálnych látok, ktoré plnia funkciu antioxidantov, je u nás veľmi nízka. Optimálnym riešením by bolo zvýšenie spotreby hlavných zdrojov prírodných antioxidantov, zmena životného štýlu, ako aj ozdravenie životného prostredia [URL4].

**Železo** je nevyhnutné v procese krvotvorby a je súčasťou kyanokobalamínu, hemoglobínu, myoglobínu, feretínu a transferetínu. Bohato ho obsahuje pečeň, ustrice, ľanové i sezamové semená, kokosová i sójová múka, mak, strukoviny, špenát, majorán, cereálie, arašidy, ryža, šošovica, orechy a slivky. Nedostatok sa prejavuje anémiou.

**Draslík** je dôležitý pri udržiavaní osmotického tlaku, činnosti obličiek a vedení nervového vzruchu. Je súčasťou týchto plodín: hrozno, banány, čierne ríbezle, višne, ringloty, egreš, kakao, čokoláda, obilniny, strukoviny, orechy a med (Bukovský, 2006).

### 3.5.4 Antioxidačný účinok flavonoidov

Flavonoidy tvoria pomerne širokú skupinu sekundárnych metabolitov rastlín s mnohými biologickými účinkami. Sú to exogénne nízkomolekulové zlúčeniny, ktorých chemická povaha závisí od štruktúry, stupňa hydroxylácie, ďalších substitúcií a konjugácií a stupňa polymerizácie (Ahrens a O'brein, 2002). Flavonoidy majú antioxidačný účinok silnejší ako vitamín C a E (Prior a Cao, 2000). Ovplyvňujú účinok reaktívnych kyslíkových radikálov na rôznych úrovniach:

1. ako účinné lapače alebo zhášače voľných radikálov, inhibujú lipidovú peroxidáciu
2. majú chelatačné účinky, tvoria komplexy s kovmi, ktoré by vo voľnej forme mohli viesť k zvýšenej tvorbe reaktívnych foriem kyslíka
3. inhibujú enzýmy kaskády kyseliny arachidónovej a aj týmto spôsobom znižujú tvorbu reaktívnych foriem kyslíka
4. spolupracujú s antioxidačnými vitamínmi (A, E,  $\beta$ -karotén), zvyšujú ich účinok a znižujú ich degradáciu (Mojžiš a Mojžišová, 2001).

Pritom antioxidačný účinok flavonoidov je závislý od ich štruktúry. Čím je viac fenolových skupín flavonoidov, tým sú výraznejšie antioxidačné účinky. Flavonoidy musia mať najmenej 2 fenolové skupiny. Flavonoidy so štyrmi, piatimi a šiestimi skupinami OH, ako je tomu u kamferolu, kvercentínu, myricetínu, vychytávajú peroxidové radikály efektívnejšie v porovnaní s nízkomolekulovými antioxidantami a to práve preto, že jedna molekula flavonoidu vychytáva 6 až 9 peroxidových radikálov na rozdiel od nízkomolekulového flavonoidu troxol, ktorý jednou molekulou viaže len 2 peroxidové radikály (Zachar, 2004).

## 3.6 Antioxidačné účinky rastlín a ich charakteristika

### 3.6.1 RUŽA ŠÍPOVÁ – *Rosa canina* L.



**Obr.1** Ruža šíповá

**BOTANIKA:** Vysoký ker s previsnutými konármi (Obr. 1) a kosákovito zahnutými trnmi rovnakej veľkosti. Listy nepárno perovito zložené, päťpočetné a sedempočetné, na rube väčšinou bez žliazok. Kališné lístky čiarkovito perovité na úzke úkrojky. Nepravé plody (šípky – plodstvo nažiek ) tvoria mäsité čiašky. Sú holé, vajcovité až guľovité a vnútri chlpaté.

**VÝSKYT:** Živé ploty, kroviny, svetlé lesy. Európa až centrálna Ázia.

**ÚČINNÉ LÁTKY:** V šupkách šípkov vitamíny (najmä v čerstvých šípkach veľa vitamínu C ), pektíny, ovocné kyseliny, cukor, karotenoidy, triesloviny, nepatrne éterického oleja. Vo vlastných plodoch ( nažkách ) masťný olej, proteíny, fosfolipidy (Braun et al, 2010 ).

**VYUŽITIE:** Rod ruža (*Rosa* L., Rosaceae) je veľmi rozsiahla a mnohotvárná skupina rastlín. Nepravé plody – šípky (*Rosae pseudofructus*) sa tradične používajú najmä na prípravu čaju, ktorý je známy a obľúbený nielen ako chutný nápoj, ale má aj potopudné a močopudné účinky, je zdrojom vitamínov, najmä kyseliny askorbovej (vitamín C). Ľudové liečiteľstvo západnej a severnej Európy s úspechom používa nažky ruže šípkovej (*Rosae fructus*) aj na liečbu reumatických ochorení. Táto skutočnosť sa v poslednom období stala predmetom vedeckého bádania.

Klinicky sa skúšal vplyv užívania šípkov vo forme prášku a kapsúl ako adjuvantnej terapie na zlepšenie príznakov artritídy. Zlepšili sa nielen priame príznaky choroby, ako

bolesť a stuhnutosť, ale aj ťažkosti pri denných aktivitách (vstávanie, sadanie, obliekanie, chôdza, spánok). Pacienti boli schopní znížiť dávky súčasne užívaných liekov. Napriek uvedeným klinickým úspechom pri adjuvantnej terapii reumatických ochorení stále nie sú známe aktívne obsahové látky šípok a molekulové mechanizmy ich pôsobenia. Dužnatá časť šípok i nažky obsahujú len veľmi malé množstvá sekundárnych metabolitov (karotenoidy, flavonoidy, polyfenoly). Uvažuje sa najmä o synergickom pôsobení primárnych a sekundárnych metabolitov. Z ubikvitných látok sa popri vitamínoch a antioxidantoch v šípkach nachádzajú glykolipidy charakteru monogalaktozyldiacylglycerolu (MGDG) a triterpénové kyseliny (ursolová, oleánolová, betulínová) [URL 5].

### 3.6.2 ČAJOVNÍK ČÍNSKY – *Camellia sinensis*



*Obr.2* Čajovník čínsky

**BOTANIKA:** V prírodných podmienkach vysoký ker alebo strom. Listy vždyzelené, kožovité, striedavé, vajcovito kopijovité, jemne vrúbkované, dlhé 6 – 25 cm (Obr. 2). Kvety jednotlivé alebo až po troch na krátkych stopkách v pazuchách listov. Plodom je trojdielna tobolka.

**VÝSKYT:** Stará kultúrna rastlina juhovýchodnej Ázie, dnes sa pestuje v tropických a subtropických oblastiach v mnohých odrodách po celom svete.

**ÚČINNÉ LÁTKY:** V čiernom čaji metylxantíny, napríklad kofeín ( až 4 % ) sčasti viazané triesloviny, v nepatrnom množstve teofylín a teobromín, polyfenoly ako katechín, flavonoly a ich glykozidy ako kempferol a myricetín, oligoméne proantokyanidíny, teanín, vyše 300 prchavých aromatických látok, ako súdeaspirány, zlúčeniny hliníka a mangánu, fluoridy ( Braun et al, 2010 ).

**VYUŽITIE:** Zelený čaj má napr. silne protirakovinové účinky ( zabraňuje tvoreniu zhubných nádorov resp. spomaľuje ich nástup). Katechin obsiahnutý v zelenom čaji totižto blokuje enzým urokináza, ktorý je vo veľkom množstve produkovaný rakovinovými bunkami. S pomocou tohto enzýmu rakovinové bunky napádajú živé tkanivá a dochádza k ich nadmernému rozmnožovaniu. Zelený čaj ďalej odbúrava cholesterol v krvi, znižuje krvný tlak, hladinu cukru v krvi, spomaľuje starnutie organizmu, dodáva telu novú energiu, pomáha organizmu vysporiadať sa s otravami potravinami, vďaka vysokému obsahu fluóru znižuje riziko výskytu zubného kazu,



zvyšuje odolnosť organizmu voči vírusovým ochoreniam, dodáva telu dôležité vitamíny ako napr. vitamíny A a C, karotén, atď, minerály, má vysoký obsah ďalších látok pôsobiacich ako antioxidanty, obsahuje zlúčeniny patriace do skupiny polyfenolov ako aj teín. Zelený čaj obsahuje tiež veľké množstvo trieslovín, ktoré sú zodpovedné za jeho horkastú chuť, ale na druhej strane výrazne spomaľujú proces starnutia buniek.

Polyfenoly (triesloviny) sú skupinou chemických zlúčenín rastlinnej povahy, ktoré sa v zelenom čaji nachádzajú vo vysokých koncentráciách. Bol dokázaný ich preventívny účinok pri ochoreniach srdca a vzniku rakoviny. Zelenému čaju dodávajú typickú horkastú príchuť.

Taníny predstavujú z chemického hľadiska skupinu jednoduchých a zložených zlúčenín fenolov, polyfenolov a flavonoidov. Taníny sa relatívne ťažko "podrobujú" fermentácii a sú ťažko stráviteľné. Všetky taníny majú zvieravé účinky, spôsobujú sťahovanie tkanív a skracovanie stavebných bielkovín kože a vnútorných membrán orgánov.

Katechiny patria do skupiny polyfenolov . Zelený čaj má veľký obsah týchto zlúčenín, nachádzajú sa v ňom napr. Epikatechin (EC), Epigallokatechin (EGC), Epikatechin Gallate (ECG) a Epigallocatechin Gallate (EGCG). Posledne menovaný predstavuje približne 10-50 % z celkového obsahu katechinov v zelenom čaji a je vedcami považovaný za katechin s najsilnejšími antioxidačnými účinkami. Ako antioxidant je tento katechin 25-100 krát silnejší ako vitamíny C a E, ktoré sú vo všeobecnosti považované za veľmi účinné antioxidanty. Jedinou šálkou zeleného čaju môžeme telu dodať približne 10-40 mg polyfenolov ktoré svojim "antioxidačným" potenciálom prevýšia množstvá antioxidantov obsiahnuté v porcii brokolice, špenátu, mrkvy alebo jahôd.

Flavonoidy sú skupinou farbív rastlinnej povahy, ktoré sa nachádzajú vo väčšine druhov ovocia a zeleniny, ktorým dodávajú ich typicky sýtu farbu. Významnou mierou sa podieľajú na zvyšovaní odolnosti organizmu voči infekciám a rôznym chorobám. Ich nedostatok môže viesť k zvýšenej tvorbe modrín aj pri nepatrnom poranení.

Theanine (teín) je aminokyselina s preukázateľne ukludňujúcim účinkom na ľudský mozog. Z chemického hľadiska sa jedná o unikátnu aminokyselinu, ktorá je obsiahnutá v listoch zeleného čaju sencha. Theanine sa svojou povahou dosť odlišuje od skupiny polyfenolov a katechinov obsiahnutých v zelenom čaji. Vďaka prirodzenému obsahu polyfenolov sú rastliny čajovníka schopné transformovať theanine na katechiny.

Čajové lístky zozbierané v určitej fáze vegetačného obdobia môžu mať vysoký obsah katechinov (antioxidačné účinky), zatiaľ čo lístky zozbierané v inom období roka môžu mať vyšší obsah theaninu (protistresové účinky, kontrola hladiny kortizolu v tele). 3-4 šálky zeleného čaju sencha obsahujú približne 100-200 mg theaninu [URL6].

### 3.6.3 ALOE – *Aloe ferox*



**Obr.3** Aloe

**VÝSKYT:** pochádza z Afriky. Dnes sa pestuje na celom svete. Darí sa mu na úrodných, dobre odvodnených pieskových pôdach s priamym slnkom (Obr.3).

**ÚČINNÉ LÁTKY:** 5-40 % antracénových derivátov (hlavne aloín), aloinozidy, horčiny, 10% živice (tá sa odstraňuje).

**CHARAKTERISTIKA:** Aloe vera je rastlina s obsahom veľkého množstva antioxidantov, ktoré napomáhajú udržiavať vitalitu a zdravý vzhľad organizmu .

Saponíny obsiahnuté v aloe vera pôsobia ako prírodný čistiaci prostriedok. Lipázy a proteázy (enzýmy nachádzajúce sa v aloe vera) pomáhajú rozkladať potravu a podporujú trávenie. Aloe vera má adaptogénne vlastnosti - to znamená, že každý človek z nej využíva len tie látky, ktoré potrebuje. Preto sa jej účinky líšia od osoby k osobe.

**VYUŽITIE:** Podľa štúdií je aloe vera účinná v prevencii vzniku obličkových kameňov a v znižovaní už existujúcich obličkových kameňov. Anthrachinóny spomaľujú tvorenie močových vápenatých kryštálov, ktoré prispievajú k rastu obličkových kameňov.

Podľa najnovších vedeckých objavov, aloe vera obsahuje polysacharid lektín, ktorý preniká do vnútra nádorových buniek. Aktivizuje “zabíjačské” T-bunky a biele krvinky k selektívnej deštrukcii buniek s obsahom lektínu.

Z vitamínov sú najviac zastúpené A, B2, provitamín B5, B6, C, E a beta karotén.

Aloe vera má hlavne tieto účinky:

- detoxikačné,
- harmonizujúci účinok,
- zvyšuje schopnosť znášať zvýšenú psychickú a fyzickú záťaž,
- zvyšuje obranyschopnosť,
- protialergický a protizápalový účinok,
- ničí baktérie, vírusy a plesne,
- tlmí a odstraňuje bolesť,
- urýchľuje hojenie rán a popálenín,
- znižuje krvácanosť (Mika, 1988).

### 3.6.4 MAK SIATY – (*Papaver somniferum*)



**Obr.4** Mak siaty

**VÝSKYT:** mak siaty (Obr.4), (*Papaver somniferum* L.) v našich agroekologických podmienkach považujeme za tradičnú jednoročnú plodinu, ktorú na základe hospodárskych vlastností zaraďujeme medzi olejninu, ale i technické plodiny. V súčasnej dobe za hlavný aspekt využitia maku považujeme jeho pestovanie pre účely farmaceutického priemyslu- ako liečivá rastlina. Ópiový mak využívaný v liečiteľstve sa pestuje predovšetkým na Ázijskom kontinente (India, Pakistan, Barma, Thajsko, Laos, Turecko ), ale i v štátoch bývalého Sovietskeho zväzu (Turkménsko, Kirgizsko, Tadžigistan). V niektorých krajinách (USA) sa mak nemôže pestovať vôbec, vzhľadom na jeho možné zneužitie pri nelegálnej výrobe ópia.

**ÚČINNÉ LÁTKY:** morfín (6,8-20,8%), nasleduje noskapín (= narkotín, 1,4-12,8% ), kodeín (0,3-6,6%), papaverín (0,1-4,5 ), tebaín ( 0,5-7,4 ) a narceín (0,1-0,7%) (Kresánek, Krejča, 1977).

**CHARAKTERISTIKA:** Všetky orgány maku (s výnimkou semien) majú mliečnice, z ktorých vyteká biela mliečna šťava latex- zdroj ópia. Osobitne bohaté sú nezrelé steny toboľiek. Po špeciálnom narezávaní vytekajúca šťava tuhne a hnedne , čím sa vytvára surové ópium. Jeho produkcia podlieha prísnyim medzinárodným ustanoveniam a dozoru. Surové ópium sa po prečistení nastavuje na určité množstvo obsahových látok (alkaloidov) a slúži na ďalšie spracovávanie na liečebné účely.

Z rastliny sa niekedy zbierajú listy- Folium papaveris, prípadne celé nezrelé toboľky – Fructus papaveris immaturus, Caput papaveris, ale aj dokonale zrelé , z ktorých sa semená vytriasajú, takže toboľky tvoria potom tiež drogu - Fructus papaveris maturus.

Zriedkavé farmaceutické použitie má koreň maku- Radix papaveris alebo semená – Semen papaveris, ba i olej – Oleum papaveris, získavaný lisovaním. Vo všetkých týchto drogách ( okrem semien ) sa nachádzajú jedovaté alkaloidy, z ktorých poznáme asi 40 druhov. Surové ópium ich obsahuje asi 20-30 % (Kresánek, Krejča, 1977).

**VYUŽITIE:** Prevažne sa využíva vo farmaceutickom priemysle ako:

- Morfín: vyvoláva vyrovnanú, kludnú eufóriu. Nastáva ľahostajnosť ku starostiam, stúpa sebavedomie a myšlienky sa zrýchlia. Morfín tlmí vnímanie bolesti, tlmí dráždivosť dýchacieho centra. Vo vysokých dávkach pôsobí hypnoticky a dýchacie centrum ochrne. Deriváty morfínu, ako dikodyd a dihydrokodeinon sú označované názvom Brown. Acetylovaním sa z morfínovej bázy získava asi najznámejšia tvrdá droga heroín.
- Kodeín: pôsobí proti kašľu. Vyrábajú sa z neho rôzne analgetiká.
- Tebaín: je to kľčový jed.
- Papaverín: spôsobuje ochabnutie hladkého svalstva a uvoľňuje kľče tráviacej sústavy.
- Narkotín: zosilňuje narkotický účinok morfínu na veľký mozog, negatívne ovplyvňuje dýchanie, spôsobuje ochabnutie hladkého svalstva.

Samo ópium alebo jeho prípravky slúžia ako upokojujúci prostriedok, ktorý tľší bolesť, vyvoláva spánok a mierni úporné hnačky. Slúži aj na izoláciu jednotlivých alkaloidov, ktoré u nás tvoria zložku asi 30 priemyselne vyrábaných prípravkov (Kresánek, Krejča, 1977).

### 3.6.5 ORECH KRÁĽOVSKÝ (*Juglans regia* L.)



*Obr.5* Orech kráľovský

**BOTANIKA:** Rozložitý strom. Dlho stopkaté listy so 7-9 široko elipsovými, celistvookrajovými lístkami, koncový lístok je najväčší. To, čomu hovoríme vlašské orechy, sú kôstkovice, obklopené hladkou zelenou, neskôr hnedou mäsitou šupkou (Obr.5).

**VÝSKYT:** Pravlast'ou je Balkánsky polostrov, rastie od juhozápadnej Ázie po Čínu. Inde sa pestuje a v niektorých oblastiach zdomácnel.

**ÚČINNÉ LÁTKY:** Veľké množstvo trieslovín (elagitaníny), flavonoidy, fenolkarbonové kyseliny, nepatrné množstvo éterického oleja, veľa kyseliny askorbovej najmä v šupkách plodov deriváty naftochinónu ako glykozidy juglon a hydrojuglon (Braun et al, 2010).

**List** obsahuje 2,5% trieslovín elagotanínového typu, vitamín C, silicu zelenohnedej farby, príjemnej vône, juglón – ten sa nachádza v listoch, ale tiež v koreňoch a v zelenej dužine oplodia. Juglón je šedohnedé farbivo a patrí do skupiny chinónov. Tieto látky sa vyskytujú najmä v rastlinách a doteraz sa ich izolovalo vyše 120 z rastlín plesní, baktérií. Najznámejšie sú alkanín, plumbagín, eleuterín. K nim patrí aj vitamín E. Tieto

látky sa vyskytujú najmä v rastlinách čeľade Junglandaceae.. Zdôrazníme však, že orechy sú veľmi hodnotné plody, výdatná potraviná, ale aj obľúbené liečivo nielen v ľudovom liečiteľstve, ale tiež v modernej medicíne a vo farmácii sa používajú na prípravu liekov.

**VYUŽITIE:** vo farmaceutickom priemysle a v medicíne:

- vnútorné použitie:
  - poruchy trávenia, nechúť do jedenia, hnačkové choroby, katary čriev. Pripravuje sa zápar z listov.
- vonkajšie použitie:
  - účinok adstringentný (sťahujúci): potenie, rôzne vyrážky, protiplesňový účinok – plesne medzi prstami na nohách – kúpele,
  - antibakteriálny účinok – výplachy dutiny ústnej pri ochoreniach zubov a ďasien,
  - prísada do kúpeľov – osviežujúce s vhodnými prísadami, pri kožných ochoreniach,
  - kozmetika – akné, vyrážky, farbenie vlasov.
- Použitie orechov – plodov:
  - nedozreté sa využívajú ako potraviná, v konzervárskom priemysle, liehovarníctve, pri výrobe kompótov, kandizovaného ovocia, zaváranín,
  - zrelé orechy sa často používajú v kuchyni, do trvanlivého pečiva, ako prísada do rôznych diétnych jedál, najmä posilňujúcich.

V poslednom čase sa veľa hovorí o ochrannom účinku orechov na srdce a cievny systém. Dodnes nie je presne objasnené, ktoré látky sú zodpovedné za kardioprotektívny účinok orechov. Orechy sú bohaté na nenasýtené mastné kyseliny, ktoré vhodne pôsobia na hodnoty tukov v krvi a snáď má pravidelná konzumácia orechov priamy kardioprotektívny efekt, pretože väčšina orechov obsahuje arginín. Arginín je aminokyselina vyskytujúca sa v bielkovinách rastlín. Pre človeka nie je esenciálna. Jej účinok: je prekursorom NO – oxidu dusného, ktorý dilatuje (rozširuje) cievy a spomaľuje agregáciu krvných doštičiek. K ostatným obsahovým látkam, ktorým možno pripísať tento účinok patria: horčík, draslík, kyselina listová, proteíny, vlákniny a pod. Mnohé z nich sa nachádzajú v orechoch. Táto domnienka sa potvrdila aj výsledkom štúdie NURSES HEALTH STUDY, ktorá prebehla v USA pokusne za

účasti 86□016 zdravotných sestier, ktoré niekoľko rokov konzumovali orechy v pravidelných intervaloch a dávkach. Pri vyhodnotení tejto štúdie sa zistil kardioprotektívny účinok orechov [URL 7].

### 3.6.6 RAKYTNÍK REŠETLIAKOVÝ – (*Hippophae rhamnoides* L.)



**Obr.6** Rakytník rešetliakový

**BOTANIKA:** Trnitý, dvojdomý ker. Aj malý strom. Listy čiarkovito kopijovité, na rube striebriasto šupinovito ochlpené až medenočervené lesklé. Plod je žltá až oranžovočervená nepravá bobuľa, veľká 7-8 mm (Obr.6).

**VÝSKYT:** Štrkové naplaveniny horských tokov, duny na morskom pobreží, často aj okrasná rastlina. Európa,

**ÚČINNÉ LÁTKY:** Veľa vitamínu C a ďalších vitamínov, karotenoidy ( predovšetkým lycopín ), flavonoidy, ovocné kyseliny ako kyselina jablčná a chinová, cukrové alkoholy, masťný olej v semenách a dužine plodov.

**VYUŽITIE:** Plody rakytníka rešetliakového sa používajú iba spracované do štiav a výťažkov. Pre vysoký obsah vitamínov sa podávajú ľuďom náchylným na choroby z prechladnutia, pri horúčkovitých infekciách a počas rekonvalescencie (Braun, 2010).



V lekárskej praxi sa najčastejšie používa rakytníkový olej. Má výborné regeneračné schopnosti, stimuluje rast tkanív pri poškodení kože, rast vlasov. Používa sa k liečbe ekzémov a hemoroidov. Rakytník je tiež známym a veľmi ceneným kozmetickým prostriedkom, pretože má pozitívny vplyv na pokožku a vlasy. Rakytníkové masti regenerujú tkanivá pri omrzlinách a popáleninách (Braun, 2010).

Moderné vedecké výskumy preukázali, že rakytníkový olej pozitívne ovplyvňuje obehový systém, sliznicu tráviaceho, močového a pohlavného ústrojenstva a v neposlednom rade má tiež priaznivé účinky na kožu. Zmierňuje zápalové stavy a bolesti, má preventívne pôsobenie v prípade ochorení žíl a tepien.

Za svoju účinnosť vďačí svojim biologickým zložkám, ako sú:

- flavonoidy, nazývané vitamínom P ( predovšetkým veľké množstvo kvercetínu a rutínu,
- karoténoidy ( 180 mg´100g ),
- karotín,
- kyselina listová,
- vitamíny A, E, K,
- provitamín D ( rastlinné steroidy ),
- fytoncyty,
- triesloviny,
- minerálne soli ( železo, bór, mangán ),
- organické kyseliny ( vínna, jablčná ),
- nenasýtené mastné kyseliny.

Rakytníkový olej podporuje liečbu:

- žalúdočných a dvanástorníkových vredov a chorôb hrubého čreva,
- neutralizuje negatívne pôsobenie žalúdočných kyselín,
- zápalových stavov tráviaceho ústrojenstva,
- zápalových stavov slizníc ( ústna dutina, pošva ), hnačiek,
- kožných chorôb a poranení kože ( mykóza, popáleniny, omrzliny, preležaniny, popraskané bradavky dojčiacich žien ),

- ochorenia obehového ústrojenstva – predchádza rozvoju trombotického zápalu žíl, arterioskleróze a srdcovým infarktom,
- poškodenia slizníc po chemoterapii,
- hemoroidov, bolestivých trhlín konečníka [URL 8].

## 4 Návrh na využitie poznatkov

Život rastlín je práve tak ako život všetkých živočíchov úzko spojený s prostredím. Pochody, ktoré v nej prebiehajú, sú veľmi zložité. Účinok liečivej rastliny spočíva v spoločnom pôsobení viacerých účinných látok. Mnohé sekundárne metabolity majú veľký význam pre nás spotrebiteľov, ktoré je možné uplatniť rôznymi spôsobmi. Osobitnú skupinu však tvoria rastliny, ktoré buď celé, alebo ich časti alebo produkty sa používajú pre farmaceutické, potravinárske alebo poľnohospodárske odvetvie. Mnohé sekundárne metabolity vykazujú aj antioxidačnú aktivitu

Ako antioxidant možno z chemického hľadiska označiť každú látku, ktorá zabráni oxidácii inej zlúčeniny, tým že sama oxiduje. V potravinách spočíva úloha antioxidantov v tom, že ich chránia pred znehodnotením spôsobeným oxidáciou. Prírodné antioxidanty napriek často obmedzenému použitiu nachádzajú stále väčšie využitie vďaka svojim potenciálnym nutričným a terapeutickým účinkom. Z hľadiska konzumenta sa dá hodnotiť prítomnosť prirodzených antioxidantov v potravinách kladne: predlžujú ich trvanlivosť, ich užívanie má priaznivé účinky na zdravie, znižuje pravdepodobnosť srdcovo-cievnych chorôb a niektorých typov rakoviny. Odborníci sa zhodujú na tom, že účinnosť prírodných antioxidantov prijímaných prirodzene (napríklad v čaji alebo v ovocí) je výrazne vyššia ako u rovnakej dávky podanej v čistej forme, ako potravinový doplnok (napríklad vitamínová tableta). Keďže významným problémom na Slovensku je vysoká mortalita a morbidita na srdcovo-cievne ochorenia a rakoviny je potrebné zvýšiť informovanosť o význame a vplyve antioxidačných účinkov sekundárnych metabolitov.

Odporúčame ovplyvňovať farmaceutický a potravinársky priemysel tak, aby sa sústredil na výrobu biologicky hodnotných a zdravotne neškodných produktov významných v prevencii zdravia. Poznanie o formách, miestach tvorby, stimuloch a účinkoch účinných látok, je predpokladom riešenia otázok ľudskej existencie, ako aj prevencia a liečenie závažných civilizačných ochorení. Prírodné surovinové zdroje ostávajú stále nevyčerpatelným žriedlom a podnetom na objavovanie nových liečivých prípravkov.

Z prehľadu spracovaných literárnych zdrojov je možné využiť a rozšíriť doterajšie poznatky sekundárnych metabolitov a ich antioxidačných účinkov, pretože

konzumovanie väčšieho množstva antioxidantov pomáha neutralizovať voľné radikály.  
Prevenca je prospešná v znižovaní rizikovosti väčšiny ochorení.

## 5 Záver

V riešenej kompilačnej diplomovej práci sme sa snažili o sumarizáciu zdrojov a informácií o fyziologických aspektoch tvorby rastlinných sekundárnych metabolitov. Mnohé sekundárne metabolity vykazujú rôznu biologickú aktivitu, vrátane antioxidačnej. Antioxidanty sú látky, ktoré sú schopné zamedziť oxidácii substrátu tým, že zneškodnia oxidanta, ktorým najčastejšie býva voľný radikál. Voľné radikály z chemického hľadiska sú zlomky molekúl, ktorým chýba jeden elektrón a preto sú nestále. Vznikajú pôsobením rôznych mechanizmov. Príčinou ich vzniku môže byť vplyv prvkov, ktoré znečisťujú prostredie, radiácia, fajčenie, alebo slnečné žiarenie. Okrem negatívnych vlastností majú voľné radikály v organizme aj neopomenuteľný fyziologický význam. Ich hladina však musí byť udržiavaná v rovnováhe prostredníctvom antioxidačného systému, aby nedošlo v organizme k oxidačnému stresu.

Táto práca poukazuje na využitie sekundárnych metabolitov vybraných druhov rastlín a ich antioxidačných účinkov. Ak má ľudský organizmus k dispozícii dostatočné množstvo antioxidantov, škodlivé účinky voľných radikálov sa neprejavia. Medzi sekundárne metabolity rastlín patria aj flavonoidy, s výrazným antioxidačným účinkom. Flavonoidy sa vyskytujú v citrusových plodoch, šípkach, orechoch, zelenom a čiernom čaji, v liečivých bylinách, jablkách a vo všetkých druhoch zeleniny. Vytvorili sme prehľad najznámejších skupín rastlinných metabolitov s antioxidačným účinkom. Dôkladne sme sa venovali ich účinkom na ľudský organizmus, čo zapríčiňujú a spôsobujú. Ďalej sme pozornosť upriamili na využitie rastlinných metabolitov používaných v potravinárskom a farmaceutickom priemysle, kde slúžia na výrobu preparátov, ktoré obsahujú tieto látky ako terapeuticky účinné substancie.

V súčasnosti moderná veda posudzuje liečivé rastliny z hľadiska ich obsahových látok. Poznávanie účinkov liečivých rastlín prispieva k lepšiemu pochopeniu ich účinku, ktorý je často veľmi mnohostranný. V najbližšej budúcnosti bude potrebné zvládnuť produkcie prírodných aditívnych látok pre skupiny funkčných potravín a farmaceutických produktov na báze antioxidantov, vitamínov, glykozidov, alkaloidov a flavonoidov, ktoré poskytujú možnosť využiť bunku, pletivo alebo celý organizmus.

## 6 Použitá literatúra

1. AHRENE, S. A., O'BREIN, N.M. 2002, Dietary flavonols: chemistry, food content and metabolism. *Nutrition*, 18, 2002, s. 75-81.
2. BENAVENTE - GARCÍA, O., CASTILLO, J., MARÍN, J.R., ORTUÑO, A., DELRÍO, J.A. 1997, Uses and properties of Citrus flavonoids. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 1997, s. 4505-4515
3. BENNET, R. et al. 1994. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. In *New Phytologist*, vol. 127, 1994, p. 617– 633.
4. BRAUN, R. (Vydavateľ, 2010), Standardzulassungen für Fertigarzneimittel, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, Govi, Frankfurt 1983 – 2003, ISBN 978-80-7360-589-6
5. BRINDZOVÁ, L. – MIKULOVÁ, A. 2005. Antioxidanty ako ochrana pred voľnoradikálovými ochoreniami. In: *Výživa a zdravie*, roč. 49,2005,č. 3, s. 14-15.
6. BUKOVSKÝ, I., 2006, Návod na prežitie pre muža, AKV, Bratislava, 2006, s. 316, ISBN 80-969571-0-4
7. COLLIN, H. 2001. Secondary product formation in plant tissue cultures. In *Plant Growth Regulation*, vol. 34, 2001, p. 119- 134.
8. ĎURAČKOVÁ, Z. 1998, Voľné radikály a antioxidanty v medicíne (I). 1. vyd. Bratislava: Slovak Academic Press, 1998. 285 s. ISBN 80-88908-11-6
9. HUDCOVSKÁ L.2002, Oxidatívni stres v rastlinách, reaktívni radikály a antioxidačná ochrana, Prírodvedecká fakulta, Brno, 2002, s. 4-31
10. KRESÁNEK, J. – KREJČA, J. 1997, Atlas liečivých rastlín a lesných plodov, Martin, Osveta, 1997
11. KYSELOVIČ, J. 2002. Biochémia výživy, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2002. 121 s.
12. MASAROVIČOVÁ, E. - REPČÁK, M. a kol. 2002. *Fyziológia rastlín*. Bratislava: UK, 2002, 304 s. ISBN 80-223-1615-6.
13. MIKA, K. 1998, Fytoterapia, Martin, Osveta, 1988, s. 38-150
14. MOJŽIŠ, J. – MOJŽIŠOVÁ, G. 2001, Flavonoidy a ich biologické účinky, 1. vyd. Košice: Viena, 2001. 134 s. ISBN 80-88922-50-X.
15. ORTEMBERGOVÁ, A 2000, Mládneme s antioxidanty. 1. vyd. Praha: Ivo Železný, 2003. 126s. , ISBN 80-27-3742-2

16. PACKER, L., WEBER, S.U. 2001, The role of vitamin E in the emerging field of nutraceuticals. Nutraceuticals in health and disease prevention. New York: Marcel Dekker, 2001. s. 27-43
17. PRIOR, R.L., CAO, G. 2000, Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: a review. J AOAC International 83, 2000, s. 950-956
18. SEITZ, P. 1996, Liečivá sila so záhrady, Bratislava, Slovo, 1996, s.53-69
19. SHIMOMURA, K. et al. 1997. Traditional medicinal plant genetic resources and biotechnology applications. In *Plant biotechnology and plant genetic resources for sustainability and productivity*. 1997, p. 209- 225.
20. STIEF, T. W. 2003, The physiology and pharmacology of singlet oxygen. Med, Hypotheses 60, 2003, s. 567-572
21. ŠTÍPEK, S. et al. 2000. Antioxidanty a voľné radikály ve zdraví a nemoci. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 320 s. ISBN: 80-7169-704-4.
22. TOMKO, J. a kol. 1989, Farmakognózia, Martin, Osveta, 1989, s. 51-57
23. TÓTH, T. a kol. 2006, Význam a biologická funkcia antioxidantov v prevencii proti nádorovým ochoreniam. In *Výživa a potraviny pre tretie tisícročie*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 2006, s. 243-246. ISBN 80-8669-776-0
24. WIESENAUER, M. 2000, Homöopathie für Apotheker und Ärzte, 2 zväzky, Deutscher Apotheker Verlag. Stuttgart 2000, ISBN 978-80-7360-589-6
25. WOLLMANNOVÁ, A. a kol. 2004, Príjem vybraných bioflavonoidov výživou. In *Výživa a potraviny pre tretie tisícročie*, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004, s. 246-248. ISBN 80-8069-421-4
26. YOUNGSON, R. 1995, The Antioxidant Health Plan: 1. vyd. Jota 1995, 143s. , s9, 85, ISBN 80-228-1293-5.
27. ZACHAR, D. 2004, Humánna výživa II. Živiny, Zvolen: Technická univerzita vo zvolene, 2004. 218 s ISBN 80-228-1293-5.
28. [URL1] [http://sk.wikipedia.org/wiki/Bioch%C3%A9mia#Prim.C3.A1rne\\_metabolity](http://sk.wikipedia.org/wiki/Bioch%C3%A9mia#Prim.C3.A1rne_metabolity) 12. 1. 2010
29. [URL2] [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1998\\_05\\_406-414.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1998_05_406-414.pdf) 8.1. 2010
30. [URL3] [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Fyziologick%C3%A1\\_%C3%B1loha\\_reaktivn%C3%ADch\\_forem\\_kysl%C3%ADku\\_v\\_metabolismu](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Fyziologick%C3%A1_%C3%B1loha_reaktivn%C3%ADch_forem_kysl%C3%ADku_v_metabolismu) 3.2. 2010
31. [URL4] <http://www.bedekerzdravia.sk/?main=article&id=321> 4.2. 2010
32. [URL5] <http://www.liecive.herba.sk/index.php/rok-2008/41-6-2008/124-rastlinne-antireumatika.html> 27. 2. 2010

33. [URL6] [http://nissubashi.org/1024x768/slo/tea\\_section/tea\\_medicine.html](http://nissubashi.org/1024x768/slo/tea_section/tea_medicine.html) 1.3. 2010
34. [URL 7] <http://www.liecive.herba.sk/index.php/rok-2005/72-1-2005/321-orech-kralovsky.html>RNDr. *Juglans regia* L. L. Súkeník 9.3. 2010
35. [URL 8] <http://www.pharmaactiv.sk/sk/produkt.php?id=8> 21.1. 2010
36. [URL 9] <http://www.nuskin.com/intercom/editorial.do?contentId=sk.ns.homepage> 17.12. 2009



## **Prílohy**

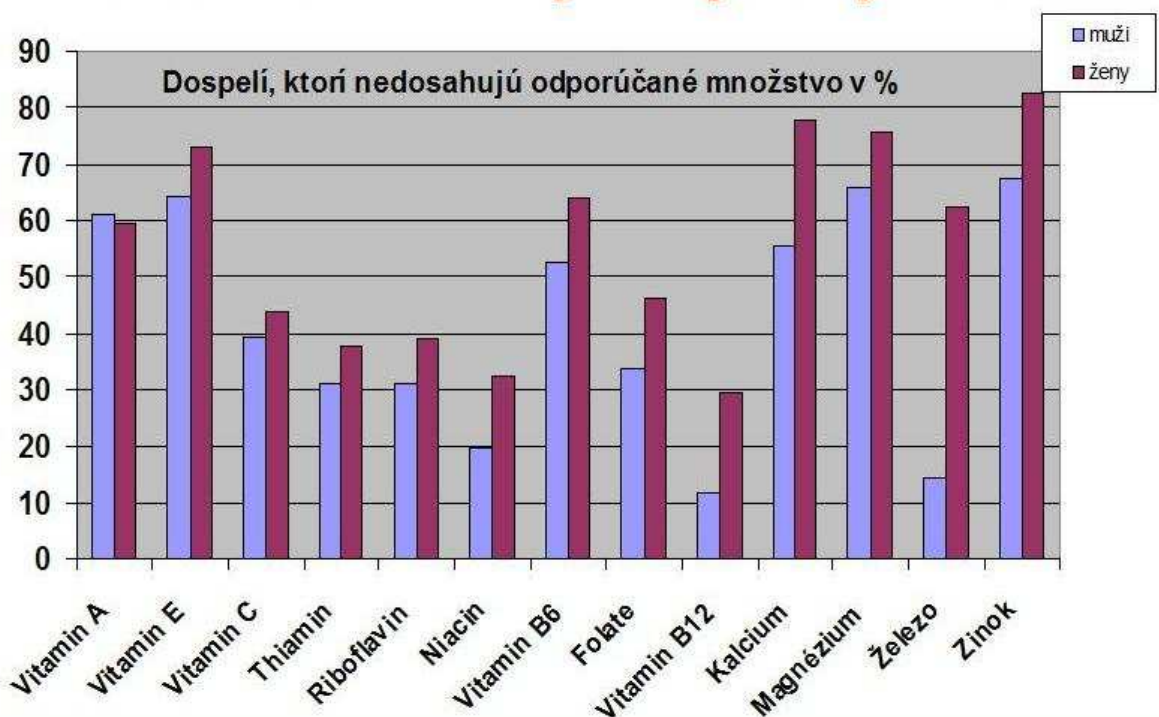
**Tab. 3** Rastlinné zdroje vybraných sekundárných metabolitov a ich účinok,  
(Masarovičová, 2002)

<b>Sekundárny metabolit</b>	<b>Účinok</b>	<b>Rastlinný zdroj</b>
Berberín	protektívny	<i>C. japonica</i>
Codeín	sedatívny	<i>P. somniferum</i>
Digoxín	stimulačný pre činnosť srdca	<i>Di. lanata</i>
Morfín	sedatívny	<i>P. somniferum</i>
Chinín	antimalárny	<i>Cinchon.ledgeriana</i>
Šikonín	antibakteriálny	<i>L. erythrorhizon</i>
Taxol	antikancerogénny	<i>Taxus brevifolia</i>
Vinkristín	antileukemický	<i>Cath. roseus</i>
Vinblastín	antileukemický	<i>Cath. roseus</i>
Ajmalicín	antihypertenzný	<i>Cath. roseus</i>
Antitermisin	antimalárny	<i>Artemisia annua</i>
Podofylotoxín	protinádorový	<i>Podophylum petalum</i>
Diosgenín	steroidný prekurzor	<i>Dioscorea deltoidea</i>
Elipiticín	protinádorový	<i>Orchrosia elliptica</i>
Forskolín	antiglaukomový	<i>Colues forskolii</i>

**Tab. 4:** Prehľad skupín sekundárnych metabolitov, (Masarovičová, 2002)

<b>Polyfenoly</b>	<b>Alkaloidy</b>	<b>terpenoidy</b>	<b>Chinódy</b>	<b>Steroidy</b>
Antokyaníny	Akridíny	Karotény	antrachinóny	glykozidy
Kumaríny	Betalaníny	Monoterpény	benzochinóny	pregnanolové deriváty
Flavonoidy	Chinolizidíny	Seskviterpény	naftochinóny	
Isoflavonody	Furánochinóny	Diterpény		
Lignány	Indoly	Triterpény		
Proantokyanidíny	Puríny			
Taníny	Pyridíny			
Stilbény	Tropánové alkaloidy			
Hydroxyderiváty kys. škoricovej	Harringtoníny			
	Izochinolíny			

## Nedostatok dodaných výživných látok



Source: USDA 1994-96 CSFII

Obr.7 Nedostatok dodaných výživných látok