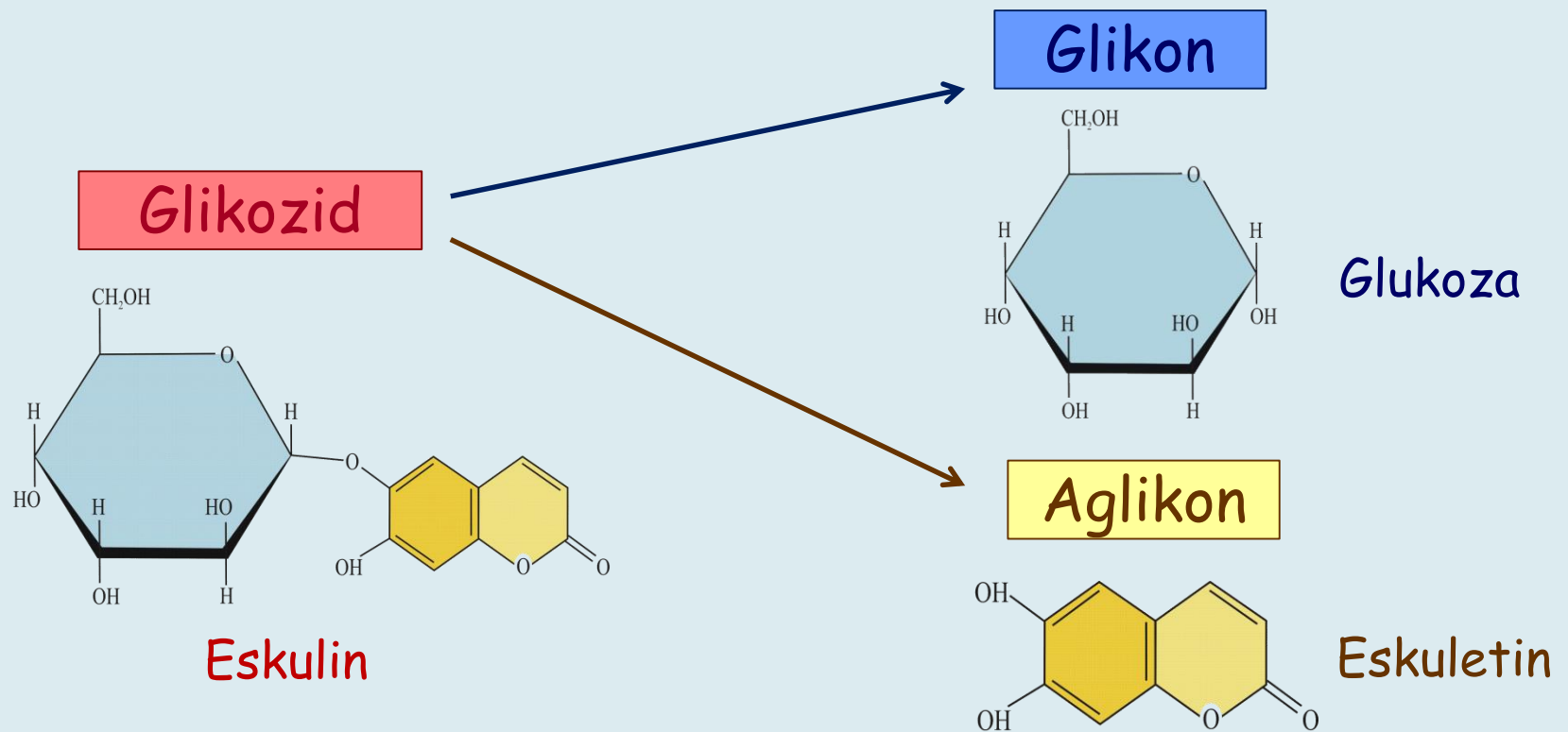


Glikozidi

Glukozidi, Heterozidi



Opšte karakteristike



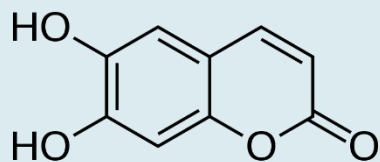
Glikozidi (glukozidi ili heterozidi) predstavljaju komplekse šećera (**glikona**), najčešće molekula glukoze, ređe fruktoze ili arabinoze, sa nekim drugim nešećernim jedinjenjima (**aglikonom**), međusobno povezanih etarskom tj. glikozidnom vezom (odakle potiče i njihov naziv).



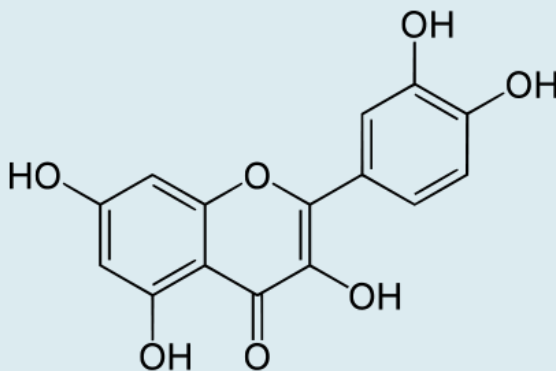
Opšte karakteristike

Dugo je vladalo mišljenje da samo glukoza (odnosno glikoza, kako se ranije zvala), učestvuje u izgradnji ove grupe jedinjenja. Odatle i potiče ime **glikozidi**. Kasnije je utvrđeno da različite monomerne i oligomerne heksoze i pentoze mogu da grade ova jedinjenja - uveden je širi pojam **heterozida**.

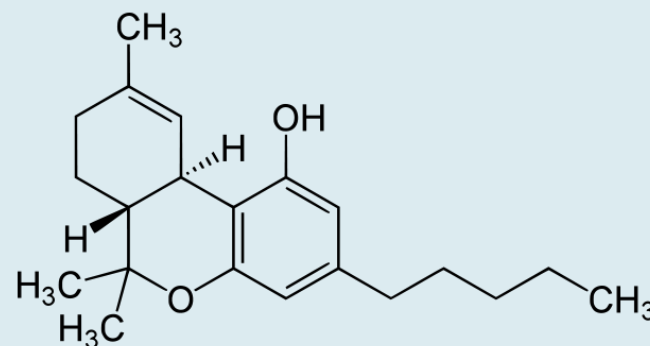
Glikozidi su toksična jedinjenja. Njihova toksičnost potiče od nešećerne komponente, a manifestuje se uglavnom na hladnokrvne životinje. Biljka se štiti od štetnog delovanja nekih produkata svog metabolizma (npr. cijanidnog jona) tako što ga vezuje u obliku heterozida. Povezivanjem sa šećerom, značajno se menjaju osobine aglikonske komponente, a time i njihova toksičnost.



Eskuletin (Kumarin)



Kvercetin (Flavonol)



THC (Kanabinoid)



Klasifikacija heterozida

Podela glikozida se može izvršiti na osnovu hemijske prirode aglikona:

✿ fenolni glikozidi

✿ kumarinski

✿ **flavonoidni**

✿ hinonski

✿ cijanogeni

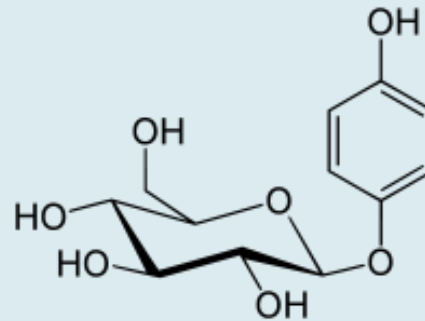
✿ sumporni

✿ iridoidni

✿ kardiotonični (steroidni)

✿ saponozidi

✿ tanini



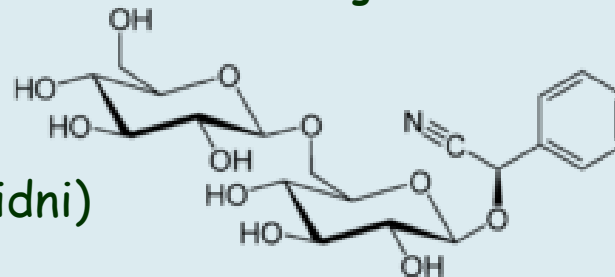
Arbutin

fenolni glikozid



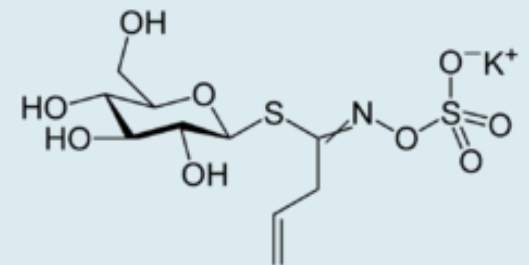
Salicin

alkoholni glikozid



Amigdaline

cijanogeni glikozid



Sinigrin

sumporni glikozid



Flavonoidni glikozidi

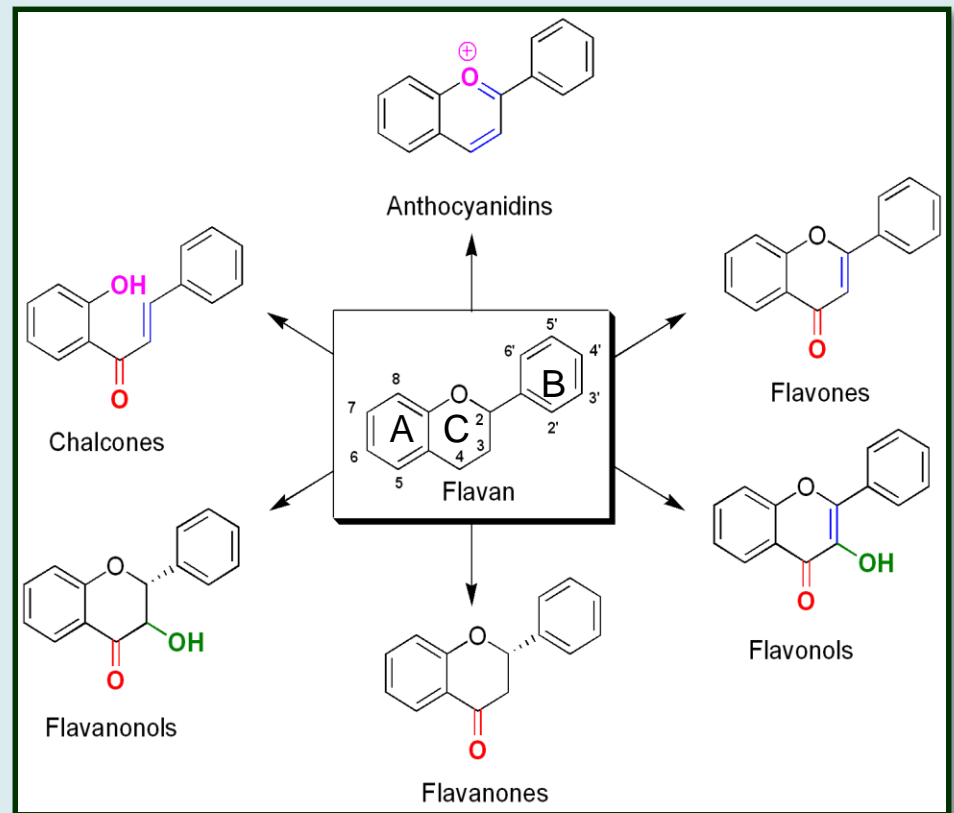
Flavonoidi - najveća grupa biljnih POLIFENOLA. Prvo jedinjenje je izolovao Kostanesku 1895. god. i nazvao "flavon" (latinski *flavus* znači žut).

Termin "flavonoid" predložili su Geiman i Hinseinner 1952. godine za determinaciju svih biljnih pigmenata koji imaju C6-C3-C6 skelet, u kojima su dva aromatična benzenova prstena (A i B) međusobno povezana tročlanim ugljeničnim nizom, koji sa atomom kiseonika formira heterociklični prsten (C).

Iz biljaka je identifikovano preko 6400 flavonoida podeljenih u 12 klasa: flavoni, izoflavoni, flavanoni, flavonoli, flavanoli, flavani, katehini, antocijanini, leukoantocijanini, halkoni, dihidrohalkoni i auronii.

Flavonoidi su čvrste supstance, bezbojne ili žute, osim antocijana koji menjaju boju od crvene do plave

Oko 90% flavonoida biljaka nalazi se u obliku glikozida.



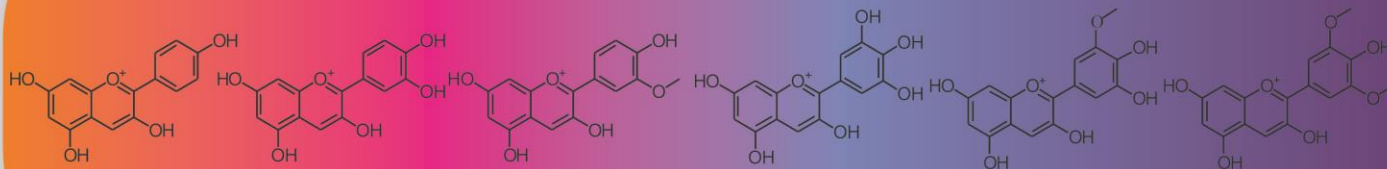
Antocijani

Sve nijanse **crvene**, **ružičaste**, **ljubičaste** i **plave** boje cvetova i plodova mnogih biljaka potiču od pigmenata, antocijana. Ime potiče od grčke reči *anthos* (cvet) i *kyanos* (plav).

Pojam antocijan označava glikozide, a antocijanidini su aglikonske komponente.

U prirodi se nalazi 6 osnovnih antocijanidina (**pelargonidin**, **cijanidin**, **peonidin**, **delfinidin**, **petunidin**, **malvidin**).

Antocijani su uglavnom O-heterozidi. Nastaju povezivanjem šećera preko hidroksilnih grupa na C3, C5 i C7



Pelargonidin

Cyanidin

Peonidin

Delphinidin

Petunidin

Malvidin



Antocijani

Rastvoreni su u ćelijskom soku i uglavnom se nalaze u vakuolama epidermalnih ćelija cvetova i plodova.

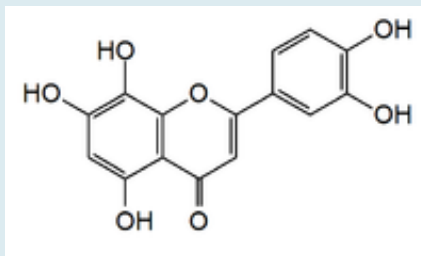
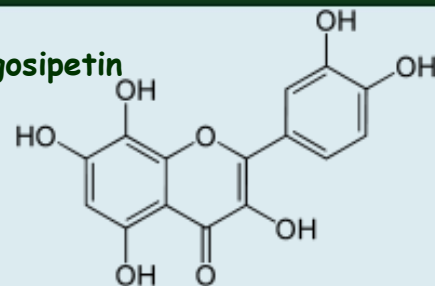


Žuti flavonoidi

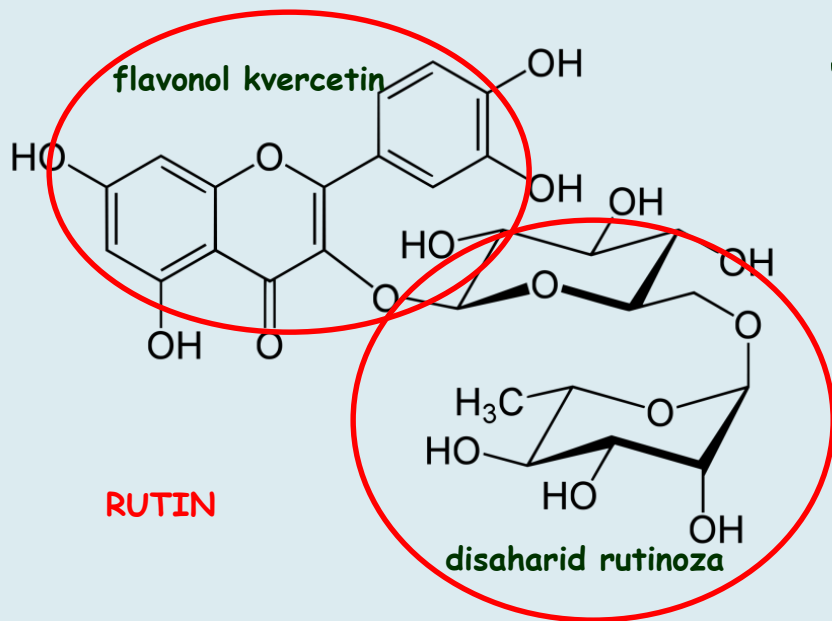
Kompleksna grupa pigmentata: žuti flavonoli, žuti flavoni, halkoni i auroni. Za razliku od flavonola, flavoni nemaju hidroksilnu grupu na 3-poziciji C prstena.

Žuti flavonoli su zasnovani na dve komponente - **gosipetinu** i **kvercetagetinu**. Žuti flavoni koji odgovaraju ovim flavonolima su **hipolaetin** i **6-hidroksiluteoilin**

žuti flavonol gosipetin



žuti flavon hipolaetin



Bezbojni flavonoidi

Glavnina biljnih flavonoida nije direktno obojena, iako oni često utiču na boju cveta ili ploda. Važni su kopigmenti antocijana, neophodni u mnogim cvetovima radi pune ekspresije antocijanske boje. Mogu da modifikuju boju u zavisnosti od pH ćelijskog soka.

Najčešći su flavonoli i flavoni.

Poznato je preko 150 flavonola (ali su tri najčešća: **kemferol**, **kvercetin** i **miricetin**) i preko 500 flavonolnih glikozida (najveći broj je baziran na kvercetinu). **Najčešći je kvercetin 3-O-rutinozid, poznatiji kao RUTIN** (flavonol kvercetin + disaharid rutinoza)



Fizičko-hemijske osobine

- ❁ Flavonoidni glikozidi su rastvorljivi u vodi, alkoholima i polarnim rastvaračima.
- ❁ Imaju specifičan apsorpcioni spektar, najčešće sa dva maksimuma. Obično se javljaju dve trake apsorpcije: 300-380 nm (potiče od prstena B), 240-280 nm (potiče od prstena A)
- ❁ Ekstrahuju se iz biljnog tkiva metanolom, etil-acetatom ili acetonom
- ❁ Za radvajanje i izolaciju pojedinačnih jedinjenja koristi se tečna hromatografija (HPLC); za identifikaciju metode spektralne analize (UV, MS, IR i NMR)



Ginkgo biloba



Crataegus monogyna



Vaccinium myrtillus



Biološka funkcija flavonoida

❁ **Apsorbuju UV deo sunčevog spektra**

Smatra se da su prve kopnene biljke (Rhyniophyta) izlazeći na kopno morale da se adaptiraju, između ostalog, i na povećanu UV-radijaciju koja možete oštetiti DNK. Biljke su razvile mehanizme za sintezu flavonoida, koji su u stanju da apsorbuju štetno zračenje, služeći kao UV filtri.

❁ **Antocijani i žuti flavonoidi su važni kao atraktanti oprašivača i raznosiča semena i plodova (insekata i ptica)**



❁ **Antioksidativna i antiradikalska aktivnost (hvatači slobodnih radikala, aktiviraju antioksidativne enzime, inhibiraju oksidaze)**

❁ **Zaštita od bakterijskih, virusnih i fungalnih infekcija (antimikrobna aktivnost)**

❁ **Zaštita od insekata i životinja herbivora**



Farmakološko delovanje i primena flavonoida i droga



"FRANCUSKI PARADOKS"



- ❁ Osnovna farmakološka aktivnost flavonoida povezana je sa njihovim delovanjem na **zid krvnih sudova periferne cirkulacije** (smanjuju permeabilnost i krtost, a povećavaju elastičnost i osnovni tonus zida kapilara) - koriste se u terapiji oboljenja koja su uslovljena poremećajem krvnih i limfnih sudova periferne cirkulacije
- ❁ Od ostalih aktivnosti, u terapijske svrhe najčešće se koristi njihovo **diuretično delovanje**. Takođe, brojni su primeri **antioksidativne i aktivnosti vezivanja slobodnih radikala flavonoidnim jedinjenjima**



Flavonoidi golosemenica (potklasa Ginkgoideae)



Ordo: Ginkgoales
Familia: Ginkgoaceae
Ginkgo biloba (ginko)

Biljka: izuzetno stara vrsta, tercijarni relik. Listovi na dugim drškama, suženi pri osnovi, proširenog gornjeg dela, izdeljeni u dva lobusa, karakteristične dihotome nervature.

Nalazište: postojbina drveta je Mala Azija i Kina. Kao dekorativna vrsta sreće se po parkovima širom sveta.

Koristi se: osušen list (*Ginkgo bilobae folium*).



Berba i sastojci: beru se vršni delovi mladih izdanaka. Sadrže bogat kompleks flavonoidnih glikozida. To su različiti glikozidi kvercetina, kamferola i biflavon, amentoflavon.

Upotreba:

- kod različitih oblika demencije, uvećavaju sposobnost pamćenja i učenja
- kod oboljenja prozrokovanih okluzijom perifernih vena,
- kod vertiga i poremećaja sluha (tintusa)



Nadred Rosaceae

Ordo: Rosales

Familia: Rosaceae

Crataegus monogyna (glog)

Biljka: trnoviti žbun. Listovi su rombični do jajasti, sa 3-7 zašiljenih režnjeva. Do dvanaest cvetova sakupljeno u gronje na krajevima izdanka. Plod je crvena koštunica.

Nalazište: u Srbiji je rasprostranjena.

Koristi se: osušeni list, cvet i zreo plod (*Crataegi folium, flos et fructus*).

Berba: cveta rano u proleće i tada se sakupljaju cvasti, same ili sa mladim listovima. To je i najznačajnija droga. List se sakuplja leti, kada je potpuno razvijen, a plod krajem leta kada sazri.



Sastojci: Cvet i list sadrže kompleks flavonoidnih heterozida (1-2%). U cvetovima dominiraju hiperozid i viteksin. U drogama se nalazi i 3% oligomernih **procijanidina**. Plodovi sadrže mnogo manje flavonoida, ali u njima ima više šećera, karotenoida, vitamina C.

Delovanje: procijanidini i flavonoidi gloga pojačavaju protok krvi kroz miokard i koronarne krvne sudove i doprinose većoj snazi kontrakcije srčanog mišića

Upotreba: kod početne insuficijencije srca



Flavonoidi skrivenosemenica (potklasa Magnolidae)

Nadred Rosidae

Biljka: listopadno drvo sa svetlom korom. Listovi rombični, dvostruko testerasto nazubljeni.

Nalazište: u Srbiji se javlja sporadično. Na severu Evrope prekriva velika prostranstva.

Koristi se: osušeni, nerazvijeni lisni pupoljci (*Betulae gammae*) i potpuno razvijen list (*B. folium*).

Berba i sastojci: Lisni pupoljci se sakupljaju u proleće, a list tokom leta. List sadrži kompleks flavonoidnih heterozida (2%) u kome dominira hiperozid. Pored toga etarskog ulja ima oko 0.5% u listu i 6% u lisnim pupoljcima.

Delovanje: Flavonoidi intenziviraju glomerulanu filtraciju, etarsko ulje poseduje antimikrobnu aktivnost.

Upotreba: list se koristi kao **diuretik**, dok lisni pupoljci sadrže više etrskog ulja pa deluju i kao **uroantiseptici**.

Ordo: Fagales

Familia: Betulaceae

Betula pendula (breza)



Nadred Rosaceae



Ordo: Malvales

Familia: Tiliaceae

***Tilia plathyphyllos* (lipa)**

Biljka: visoko, listopadno drvo. 2-3 cveta su sakupljena u viseće cvasti, srasle sa priperkom.

Nalazište: u Srbiji je rasprostranjena.

Koristi se: osušena cvast sa priperkom (*Tiliae flos*).

Berba i sastojci: cvasti se bere kada nije potpuno otvoren. Cvet lipe sadrži 1% kompleksa flavonoidnih glikozida u kome dominiraju glikozidi kvercetina i kemferola (rutin, kvercitrin, hiperozid). Takođe, sadrži i 10% sluzi, a prijatan miris potiče od male količine etarskog ulja.

Delovanje: flavonoidni glikozidi deluju kao dijaforetici, diuretici i spazmolitici. Sluz stvara zaštitni sloj na sluznici gornjih disajnih puteva.

Upotreba: kod prehlada, gripa i različitih vrsta kašlja (smanjuje iritaciju oštećene sluznice gornjih disajnih puteva).

Tradicionalno se čaj od cveta lipe pije kao prijatan napitak, ali kao diuretik, spazmolitik i sedativ.



Nadred Asterande

Ordo: Dipsacales
Familia: Sambucaceae
***Sambucus nigra* (zova)**

Biljka: žbun ili nisko drvo. Listovi neparno perasti. Cvetovi beložute krunice, mirisni, sakupljeni u guste štitolike cvasti. Plod je crvenoljubičasta koštunica.

Nalazište: u Srbiji je široko rasprostranjena.

Koristi se: osušeni cvet (*Sambuci flos*).

Berba i sastojci: cvasti se odsecaju kada cvetovi počnu da se otvaraju. Cvetovi sadrže kompleks flavonoidnih glikozida (1-2%) u kome dominiraju derivati kvercetina i kemferola (rutin, kvercitrin, hiperozid). Etarskog ulja ima u tragovima (0,03-0,14%), kao i sluzi.

Delovanje: glikozidi deluju kao dijaforetici i diuretici. Takođe, pojačavaju bronhijalnu sekreciju.

Upotreba: kod prehlada, gripa i različitih vrsta kašlja. Često se kombinuje sa cvetom lipe (*Tiliae flos*). Najverovatnije zbog sluzi koje sadrži, cvet zove deluje i blago laksantno i koristi se kao sastojak čajnih mešavina za te namene.

Dodatak: retko se plod zove (*S. fructus*) koristi kao droga. Predstavlja laksantno sredstvo. U svakodnevnom životu od plodova zove pravi pekmez, žele ili vino.



Nadred Asterande



Ordo: Ericales

Familia: Vacciniaceae

Vaccinium myrtillus (borovnica)

Biljka: listopadni žbunić. Plod je sočna bobica, tamnoljubičaste boje.

Nalazište: u Srbiji je široko rasprostranjena.

Koristi se: plod borovnice (*Myrtilli fructus*).

Berba i sastojci: bere se zreo plod. Sadrži kompleks ANTOCIJANA i različite druge polifenole. Sadrži i katehinske tanine u količini od 10%.

Delovanje: antocijani deluju vazoprotekorno i antiedematozno (smanjuju permeabilnost i krtost, a povećavaju elastičnost i osnovni tonus zida kapilara). Povoljno deluju na regeneraciju rodopsina (vidnog purpura) i poboljšavaju vid pri slabom osvetljenju.

Upotreba: kod poremećaja kapilarne cirkulacije kože, sluznica i oka (retine). Zbog sadržaja tanina, koristise i kao antidijsko.



Nadred Asterandae



Ordo: Lamiales

Familia: Vitaceae

***Vitis vinifera* (grožđe)**

Biljka: lijana duga 15-20 (30) m. Grozdovi veoma različitog oblika, od cilindričnih do cilindrično-kupastih.

Nalazište: veliki broj različitih sorti se gaji širom sveta

Koristi se: plod (*Vitis viniferae fructus*).

Sastojci: Spoljašnji sloj perikarpa ploda crnih i crvenih sorti sadrže ANTOCIJANE i različite druge polifenole.

Delovanje: antocijani deluju vazoprotektno i antiedematozno (smanjuju permeabilnost i krutost, a povećavaju elastičnost i osnovni tonus zida kapilara). Povoljno deluju na regeneraciju rodopsina (vidnog purpura) i poboljšavaju vid pri slabom osvetljenju.

Upotreba: kod poremećaja kapilarne cirkulacije kože, sluznica i oka (retine).



Najveće količine se upotrebe u industriji alkoholnih pića, jedan deo se upotrebi kao voće ili se preradi u različite namirnice.

