

Ljekovita svojstva, otrovnost i ekonomska važnost gołosjemenjača

Čukelj, Dora

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:520393>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)





**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK
ZNANOSTI O OKOLIŠU**

Seminarski rad:

**Ljekovita svojstva, otrovnost i ekonomska važnost
golosjemenjača**

**Healing properties, toxicity and economical value of
gymnosperms**

Dora Čukelj
Mentor: prof.dr.sc. Zlatko Liber

Zagreb, 2014.

SADRŽAJ

1.	Sistematika golosjemenjača	3
2.	Morfologija i anatomija golosjemenjača	3
3.	Kemijska osobitost golosjemenjača	4
4.	Ekonomski značaj golosjemenjača	10
5.	Najpoznatije ljekovite, otrovne i ekonomski važne vrste golosjemenjača...	3
	5.1. <i>Cycas revoluta</i> Thunb	11
	5.2. <i>Ginkgo biloba</i> L.	12
	5.3. <i>Ephedra sp.</i>	13
	5.4. <i>Taxus sp.</i>	15
	5.5 <i>Pinus strobus</i>	16
6.	Literatura	17
7.	Sažetak	18
8.	Summary	19

1. Sistematika golosjemenjača

Golosjemenjače (*Gymnospermae*, *Pinophyta*) su drvenaste biljke čiji sjemeni zamci nisu zatvoreni unutar plodnog lista kao kod kritosjemenjača, nego leže na plodnoj ljusci (= sjemenoj ljusci) ili na osi izdanka, tako da su direktno izloženi utjecaju okoliša (Nikolić, 2013). Upravo po tom svojstvu skupina je po grčkim riječima *gymnos* (=golo) i *sperma* (=sjeme) i dobila naziv. Iako je ova skupina s oko 800 vrsta malobrojna, u odnosu na ukupni broj poznatih vrsta sjemenjača, zbog ogromnih prostranstava koje pokriva na kopnu i niza za čovjeka važnih osobina, golosjemenjače su izuzetno važne za život ljudi i za funkcioniranje planeta Zemlje kao kompleksnog sustava.

Najveća i ujedno najpoznatija skupina golosjemenjača su igličaste golosjemenjače ili četinjače (podrazred *Pinidae*). Skupina se sastoji od 600 vrsta i čini 75% svih poznatih golosjemenjača (Nikolić, 2013). Ova skupina je rasprostranjena u umjerenim i hladnim zemljopisnim širinama obje hemisfere. U tropskom i subtropskom prostoru rasprostranjeni su pripadnici skupine cikasa (podrazred *Cycadidae*) s oko 140 vrsta te ginko (*Ginkgo biloba* L.) kao jedina vrsta unutar podrazreda *Ginkgoidae*. Posljednja i evolucijski najodvedenija skupina golosjemenjača, s mnogobrojnim apomorfnim osobinama koje dijeli s kritosjemenjačama, je skupina gnetuma (podrazred *Gnetidae*) s oko 80 neobičnih i reliktnih predstavnika rasprostranjenih uglavnom u tropskom području.

2. Morfologija i anatomija golosjemenjača

Cvjetovi golosjemenjača su jednospolni na jednodomnim i dvodomnim biljkama. Ženske cvjetove čini veći broj sjemenih ljuski s jednim ili više sjemenih zametaka, dok se muški cvjetovi sastoje većeg broja prašnika koji su zavojito smješteni duž kratke osi. Muški gametofit golosjemenjača razvija se unutar peludnog zrna (endosporno), a u početnoj fazi

razvoja još ima dvije zelene tzv. protalijske stanice, dok je u završnoj fazi muški gametofit sastavljen samo od stanice peludne mješnice i dvije spermalne stanice ili spermatozoida. Ženski gametofit golosjemenjača smješten je u sjemenom zametku i puno je bolje diferenciran od sjemenog zametka kritosjemenjača. Razvija se brojnim mitotskim diobama iz samo jedne megaspore, a potpuno razvijen se obično sastoji od manjeg broja arhegonija s jajnom stanicom koji su okruženi haploidnim staničjem poznatim kao primarni endosperm. Tijekom rane embriogeneze primarni endosperm prehranjuje embrio, a budući da je sastavni dio sjemenke tijekom njezina klijanja mladom sporofitu osigurava sve potrebne hranjive tvari.

Sporofit golosjemenjača je dominantna faza u izmjeni generacija. On je odreda drvenast (grmlje ili drveće) i predstavlja primarni vegetacijski pokrov u hladnim i arktičkim područjima obje Zemljine polutke. Među golosjemenjačama su pronađene najviše (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.), najmasivnije (*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchh.) i najstarije danas živeće biljke (*Pinus longaeva* D.K.Bailey). Većina golosjemenjača ima karakteristično građene igličaste listove koje ne odbacuju u hladnom dijelu godine, jednospolne cvjetove ili cvatove u obliku češera, provodni sustav bez traheja, a u floemu nema stanica pratilica (Vidaković, 1993).

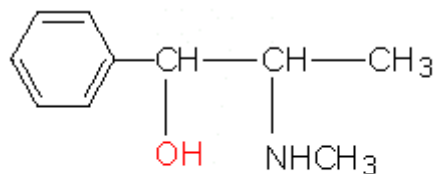
3. Kemijske osobitosti golosjemenjača

Biljne stanice, a osobito one golosjemenjača i sjemenjača sadrže veliki broj kemijskih spojeva koji su manjim dijelom produkt osnovnog, a većim dijelom sekundarnog metabolizma. Termin osnovni metabolizam odnosi se na one spojeve koji su nužni za opstanak same stanice dok se termin sekundarni metabolizam odnosi na spojeve koji se proizvode i skladište u specijalnim stanicama i nisu nužni za preživljavanje same stanice, ali su jako važni za preživljavanje i prilagođavanje cijelog biljnog organizma. Kemijski spojevi sekundarnog metabolizma su u višestruko većem postotku prisutni unutar biljnog tijela nego

oni koji su produkt osnovnog metabolizma. Mnogi od sekundarnih kemijskih spojeva imaju signalnu funkciju i poznati su kao biljni hormoni. Oni utječu na aktivnost drugih stanica, kontroliraju metaboličke aktivnosti i kontroliraju razvoj cijelog biljnog tijela. Isto tako su zanimljivi kemijski spojevi koji imaju alelopatički utjecaj na druge biljke tj. svojim negativnim učincima djeluju negativno na rast i razvoj konkurentnih biljnih vrsta. Najpoznatiji sekundarni biljni spojevi golosjemenjača su:

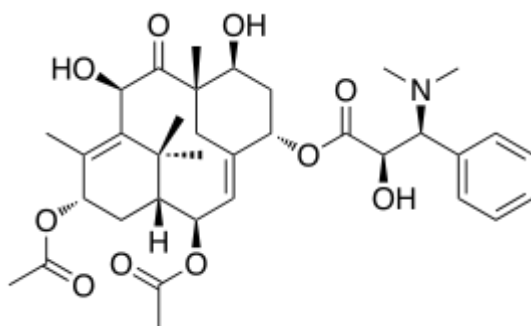
a) alkaloidi

Alkaloidi su skupina dušičnih spojeva često upotrebljivanih kao lijekovi (npr. kinin kao lijek protiv malarije, atropin korišten u oftamologiji, scopolamin u kardiologiji, morfin kao anestetik, efedrin, sl.1) u liječenju astme ili kao aktivne supstance napitaka kao što su kava (kofein) ili čaj (tein) ili duhana (nikotin) itd. Nekolicina ih je derivat purina ili pirimidina dok je većina derivat amino kiselina.



Slika 1. Kemijska struktura efedrinalkaloida izoliranog iz kositrenice (*Ephedra* sp.)

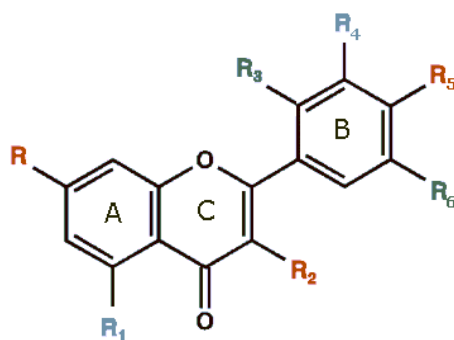
Mnogi od alkaloida su jako toksični npr. spojevi bogati dušikom kao što je alkaloid taksin kod tise (*Taxus* sp.) (sl.2) i nije ih moguće naći u drugim organizmima koji nisu biljke. Razlog tome je postojanje vakuola u biljnim stanicama u koje se toksini spremaju što onemogućava samouništenje biljne stanice, a pruža efikasnu zaštitu od većine biljojeda.



Slika 2. Kemijska struktura taksina alkaloida izoliranog iz tise (*Taxus* sp.)

b) flavonoidi

Flavonoidi (sl.3) predstavljaju vrlo raznoliku skupinu sekundarnih biljnih metabolita sa preko 9000 identificiranih struktura. Sekundarni produkti mogu se, na temelju načina njihove biosinteze, podijeliti u tri skupine: terpene, fenolne spojeve i spojeve koji sadrže dušik. Flavonoidi pripadaju fenolnim spojevima, koji su najraširenije rasprostranjeni od svih sekundarnih produkata i izrazito su raznolike građe. Javljaju se kod svih vaskularnih biljaka, kao i kod nekih mahovina. Osnovni kostur flavonoida sadrži 15 C-atoma raspoređenih u dva aromatska prstena međusobno povezana mostom od tri C-atoma.

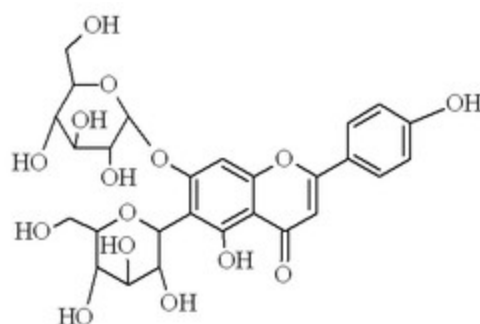


Slika 3. Ugljični kostur flavonoida

Flavonoidi imaju širok niz funkcija u fiziologiji, biokemiji i ekologiji biljaka. Zajedničko svojstvo većine flavonoida je pigmentacija biljaka. Druge vrlo značajne karakteristike nekih flavonoida odnose se na njihove nutritivne vrijednosti i medicinski značaj (antioksidativna svojstva, antitumorski utjecaj u različitim tipovima stanica, antibakterijsko, antivirusno, antialergeno i protuupalno djelovanje).

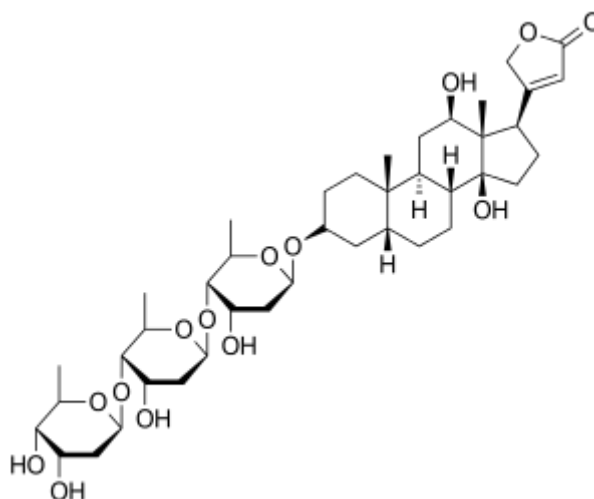
c) glikozidi

Glikozidi su sekundarni biljni spojevi kod kojih je molekula šećera glikozidnom vezom spojena s drugim funkcionalnim skupinama tzv. aglikonima. U biljnom tijelu služe kao izvori energije, omogućuju transport u vodi netopivih tvari, omogućuju u biljnim stanicama čuvanje opasnih spojeva kao što su fenoli, štite biljke od bakterijskih infekcija i sl.. Prema tipu aglikona klasificiran je veliki broj glikozida od kojih su najpoznatiji alkoholni glikozidi (npr. salicin roda *Salix*), cijanogeni glikozidi (npr. amigdalin roda *Prunus*), saponini (npr. vrsta *Saponaria officinalis* L.) (sl.4), srčani glikozidi (npr.).



Slika 4. Kemijska struktura sponarina iz vrste *Saponaria officinalis* L.

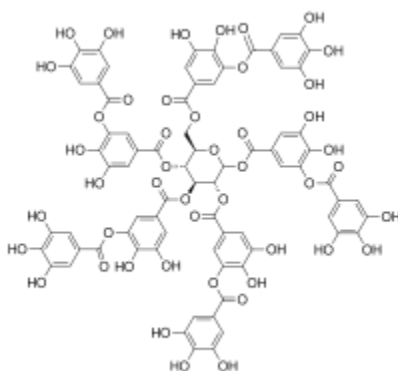
Glikozidi su osobito značajne aktivni spojevi u lijekovima za reguliranje rada srca, a jedan od najčešće upotrebljivanih je digoksin (sl.5) iz vrsta roda *Digitalis*.



Slika 5. Strukturna formula glikozida digoksina iz crvenog naprstka (*Digitalis purpurea* L.)

d) tanini ili treslovine

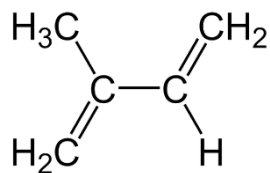
Tanini (sl.6) esteri polifenola i viševalentnih alkohola ili šećera. Nalaze se u svim dijelovima biljnog tijela, a osobito su česti kod četinjača. Tanini su poznati po gorkom okusu crnog čaja ili po oporom okusu crnog vina. Budući da kemijski reagiraju s bjelančevinama često su se rabili za štavljenje kože. Tanini se isto tko upotrebljavaju u izradi tekstilnih boja, u prehrambenoj industriji (aditiv E181), a u medicini se upotrebljavaju zbog svojih protubakterijskih i protugljivičnih svojstava, imaju sposobnost sužavanja krvnih žila itd..



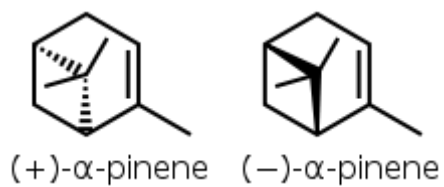
Slika 6. Kemijska struktura taninske kiseline kao komercijalnog oblika tanina

e) terpeni

Terpeni su raznolika skupina organskih spojeva osobito česta u smoli četinjača i u različitim eteričnim uljima kitosjemenjača. Osnovna kemijska jedinica terpena je molekula izoprena (sl.7). Tako možemo razlikovati hemiterpene koji se sastoje od jedne molekule izoprena, monoterpene nastale spajanjem dvije jedinice izoprena, seskviterpene od tri jedinice itd.. Terpeni svojim isparavanjem pomažu biljkama u smanjenju temperature tijela, a pomažu i u odvrćanju biljojeda i zaštiti od biljnih bolesti bakterijskog ili gljivičnog podrijetla.



Slika 7. Strukturna formula izoprena



Slika 8. Kemijska struktura α-pinena jednog od najčešćih terpena četinjača

4. Ekonomski značaj golosjemenjača

U biljnom svijetu golosjemenjače su po svom utjecaju na svakodnevni život čovjeka odmah iza kritosjemenjača. Najveća ekonomska vrijednost golosjemenjača je njihova upotreba u industriji papira, građevinskoj i u industriji namještaja.

Četinjače predstavljaju 75% sirovina u industriji papira. Glavna vrsta u svjetskim razmjerima je bijela smreka u Sjevernoj Americi (*Picea glauca* (Moench) Voss). S druge strane Douglasova jela (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) je danas vjerojatno najpoželjniji izvor građevinskog drveta u svijetu. Naime, veličinom svoje drvene mase po pojedinom stablu ova vrsta je na drugom mjestu u svjetskim razmjerima odmah iza vrste *Sequoiadendron giganteum*, a njezino drvo je posebno cijenjeno zbog izuzetne čvrstoće i malog broja čvorova. Potražnja i eksploatacije u posljednjih stotinu godina je bila tolika da danas stara stabla gotovo i ne postoje. Međutim, po svemu sudeći umjetno uzgojene plantaže ove vrste, podignute posljednjih desetljeća, uspjjet će zaštititi ovu vrstu od daljnje eksploatacije i mogućeg izumiranja.

Zanimljivo je da različite vrste smreka zbog svojih spiralno lignificiranih traheida imaju takve rezonancijske osobine da su nezamjenjivi u proizvodnji raznih drvenih glazbenih instrumenata.

Ekonomski jako važana osobina golosjemenjača je smola. To je ljepljiva mirisna supstanca koja se sintetizira u stanicama smolenica, a glavni sastojak su terpeni. Kemijskom doradom smole četinjača dobivaju se različiti produkti važni kao premazi protiv truljenja drveta ili impregnacija užadi i tkanina. Isto tako terpani su sastavni dio u različitim tipovima boja, parfemskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji.

Osobito je važno za spomenuti ulogu nekolicine kemijskih spojeva za medicinu i farmaciju gdje su oni već tisućama godina izvor lijekova (npr. glikozidi i terpenoidi ginka) ili

su u novije vrijeme (npr. taxol izoliran iz tkiva raznih vrsta tisa) uspješno primijenjeni pri liječenju malignih oboljenja.

5. Najpoznatije otrovne, ljekovite i ekonomski važne vrste golosjemenjača

5.1. *Cycas revoluta* Thunb. – cikasa palma

Cycas revoluta (sl. 7) pripada porodici cikasa (*Cycadaceae*). To je spororastuće, dvodomno stablo koje može narasti do 6 metara u visinu. Potječe iz Japana i s juga Kine, a danas se kao ukrasna biljka sadi po cijelom svijetu. U Japanu se često koristi kao ukras u pogrebnim obredima, a zbog sporog rasta idealan je i za bonsai. Često je nazivan “živim fosilom“ jer je bio sastavni dio flore mezozoika prije otprilike 200 milijuna godina. Sadrži alkaloidne i aminokiseline koje mogu uzrokovati poremećaje živčanog sustava. Redovita konzumacija lišća može uzrokovati ozbiljne zdravstvene tegobe i smrt. Prilikom trovanja pacijenti su pokazivali specifičnu kombinaciju neuroloških simptoma. Kod nekih pacijenata simptomi su se pojavili ubrzo nakon konzumacije, dok su se kod pojedinih pacijenata simptomi pojavili čak i do 35 godina nakon konzumacije. Pravilnom pripremom moguće je otkloniti toksične komponente pa se tada lišće može koristiti u prehrani. Ekstrakti iz lišća se koriste u liječenju karcinoma i tumora jetre. Istraživanja su pokazala i antibakterijsko djelovanje protiv bakterijskih vrsta *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* i *Saccharomyces cerevisiae*. Sjemenke se koriste za liječenje reumatizma, a njihov ekstrakt kao inhibitor rasta malignih tumora.



Slika 7. *Cycas revoluta* (muška biljka)

5.2. *Ginkgo biloba* L. – ginko

Ginkgo biloba (sl. 8) je dvodomno, listopadno stablo koje je jedini predstavnik porodice *Ginkgoaceae*. Može narasti i do 30 metara, a cvate nakon 25 do 35 godina starosti. Do tada je prema morfološkim karakteristikama nemoguće odrediti spol stabla. Zbog brojnih arhaičnih osobina često se naziva i “živim fosilom“ te “najstarijom živućom sjemenjačom“. Neke od tih osobina su dihotomna nervatura lista i pokretne muške spolne stanice. Potječe iz istočnog dijela Kine, a postoji mogućnost da je vrsta u divljini u potpunosti izumrla. Zbog toga što dobro uspijeva i u zagađenim gradskim područjima, sadi se u parkovima cijelog svijeta. Osim toga, otporan je na hladnoću i snijeg, a rijetko ga napadaju nametnici i bolesti. *Ginkgo biloba* je poznat i kao jedina biljka koja je uspjela bez posljedica preživjeti atomske bombe bačene na Hirošimu i Nagasaki. U tradicionalnoj kineskoj medicini pripravci od listova i plodova koriste se za poboljšanje cirkulacije, koriste se u borbi protiv virusa i bakterija te u liječenju

bolesti krvnih žila i dišnih organa. U modernoj medicini, kineski liječnici koriste flastere od listova ginka. Oni služe za liječenje rana, astme i angine pektoris. Čaj se pripisuje kod problema sa kašljem, bronhitisa, astme te kod neuroze i nesаницe. Istraživanjima je dokazano da su najvažniji ljekoviti sastojci ginka flavonoidi i terpenoidi ginkolid i bilobaid. Uz to, dokazano je da ekstrakt listova poboljšava moždanu i perifernu cirkulaciju krvi, sprječava zgrušavanje krvi, regenerira i jača stijenke krvnih žila, poboljšava dotok krvi u mozak te opskrbu mozga kisikom, a utječu i na regeneraciju živčanih stanica. Utvrđeno je da ginko može ublažiti simptome Alzheimerove bolesti i demencije, ali ne može spriječiti gubitak pamćenja koji se javlja kod ovih bolesti. Osim primjene u medicini, u Japanu se sjemenke koriste kao začini i hrana. Prže se i konzumiraju uz dodatak soli. U Kini se pržene sjemenke poslužuju u tradicionalnoj juhi od ptičjih gnijezda.



Slika 8. Dvokrpasti listovi ginka

5.3. *Ephedra* sp. – kositrenice

Kositrenice (sl. 9) su biljke koje rastu kao zimzeleni grmovi, a pripada porodici efedri (*Ephedraceae*). Na Zemlji su razne vrste prisutne u tzv. sredozemnom pojasu od Mediterana, preko Sjeverne Amerike i Azije. U Hrvatskoj su prisutne 3 vrste, a to su *Ephedra distachya* L., *Ephedra major* Host i *Ephedra fragilis* Desf., dok je u svijetu prisutno ukupno 70-tak vrsta. U Kini se kositrenice raznoliko primjenjuje već 5 000 godina. Koriste se kao lijek za

prehladu, glavobolju, astmu. Danas su glavni sastojak brojnih preparata za mršavljenje kao i energetskih preparata koje koriste sportaši. Upotrebljava se u obliku tableta, kapsula, tinktura i čajeva. Sadrži alkaloid efedrin koji ima izrazito jak utjecaj na živčani sustav i srce. Upravo zbog toga, najviše nuspojava se povezuje uz proizvode koji sadrže efedru. Biljke obično sadrže oko 0.7% efedrina i pseudoefedrina. Uočeno je da biljke koje rastu u alkalnom tlu sadrže veći udio alkaloida. Biljke s najvećim udjelom alkaloida rastu u aridnim područjima, a kemijska kvaliteta se može procijeniti prema anatomskim karakteristikama. Istraživanja su pokazala da se korištenjem proizvoda koji sadrže efedrin povećava mogućnost oboljenja od bolesti probavnog sustava, srca, a može uzrokovati i psihičke poremećaje. Uz to, uzrokuje povišeni tlak, povećava mogućnost srčanog udara, pogoršava brojne bolesti kao što su bolesti bubrega, dijabetes i kardiovaskularne bolesti. Istina je da efedrin utječe na gubitak tjelesne težine, ali zbog izrazito negativnog utjecaja na srce, nije preporučljivo korištenje efedre u svrhu mršavljenja kao i korištenje u kombinaciji sa proizvodima koji sadrže kofein. Iako se u Kini sastavni dio moderne medicine, u SAD-u su proizvodi uglavnom zabranjeni zbog širokog spektra nuspojava.



Slika 9. *Ephedra sinica* (ženska biljka)

5.4. *Taxus sp.* - tise

U svijetu postoji pet vrsta tisa. *Taxus baccata* L. (sl. 10) je europska vrsta. Tise su vazdazelene, spororastuće drvenaste vrste. Rasprostranjene su u južnom dijelu Europe, sjeverozapadu Amerike, sjeveru Irana i u sjeverozapadnom dijelu Azije. U Europi tisa ima religijsko značenje pa se često sadila u crkvenim dvorištima. Sađena je uz crkve, kapelice i groblja, kao simbol besmrtnosti. Europska tisa jedno je od najstarijih biljnih vrsta na području Europe, može živjeti do 600 godina. Dugovječnost joj omogućuju dobra sposobnost regeneracije, kao i otpornost na mikroorganizme. Jedini neotrovan dio biljke je crveni arilus koji obavija sjemenke. Ostali dijelovi sadrže toksični alkaloid nazvan taksin. Listovi su toksičniji od sjemenki, a ostaju toksični i kad uvenu jer se sušenjem povećava njihova toksičnost. Simptomi trovanja su ubrzan rad srca, grčenje mišića, gubitak svijesti, otežano disanje, a moguć je i zastoj srca. Trovanje ljudi je rijetko, najčešće je uzrokovano konzumacijom listova. Najveći utjecaj ima na konje, dok je za ostale sisavce manje otrovan. Pojedine komponente kore imaju antikancerogen učinak. U Americi su se u 20. Stoljeću radila istraživanja na sjevernoameričkoj vrsti *Taxus brevifolia* Nutt.. Iz kore je izoliran kemijski spoj poznat kao taxol, a pokazivao je djelovanje na stanice raka dojke i jajnika. Kasnije je utvrđeno da se taxol može izolirati i iz listova, što je omogućilo upotrebu europske vrste *Taxus baccata* i himalajske vrste *Taxus wallichiana* Zucc. za izolaciju taxola. Upotrebom iglica za izolaciju taxola ne uništava se cijela biljka kao kod izolacije iz kore, nego se stabla samo obrezuju. Danas na bazi taxola postoji generički lijek paclitaxel koji onemogućuje diobu stanica karcinoma. Koristi se u liječenju raka dojke i gušterače.



Slika 10. Europska tisa (*Taxus baccata* L.)

5.5 *Pinus strobus* L.-Vajmutov bor

Vajmutov bor (sl. 11) je jedno od najvrijednijih crnogoričnih stabala istočnog dijela Sjeverne Amerike. Pripadnik je porodice borova (*Pinaceae*). Zbog brzog rasta često se koristi u projektima pošumljavanja, a poznat je i kao jedno od najrasprostranjenijih stabala Sjeverne Amerike. Često se sadi u parkovima i na ostalim prostranim površinama. Kora se koristi kao sirovina za proizvodnju smole koja se koristi protiv upalnih procesa. Amerika je najveći svjetski izvoznik drvene građe, a upravo se *Pinus strobus* vrlo često koristi za njenu proizvodnju. Drvo se odlikuje čvrstoćom, lagano je i glatko pa je stoga idealno za izradu drvene građe, namještaja, kutija i vrata. Od kraja 19. stoljeća pa sve do sredine 20. stoljeća u Americi su uništene velike šumske površine koje su iskorištene kao zemljišta, dok je drvo iskorišteno za gradnju. Nakon toga su uslijedili projekti pošumljavanja u kojima se ova vrsta često koristi. U povijesti, *Pinus strobus* imao je veliko kulturno značenje za nativna američka plemena. Koristio se u medicini te za izradu alata i kanua koji su izrađivani samo uz pomoć vatre i kamenog oruđa. U medicinske svrhe korišten je za liječenje upala, slomljenih kostiju, kašlja, grlobolje i bolesti bubrega i pluća. Sjemenke ovog bora u prehrani povremeno koriste sisavci kao što su dabar, vjeverice, tvorovi i miševi.



Slika 11. *Pinus strobus* – Vajmutov bor

6. Literatura

Moore R., Clark W. D., Stern K.R. (1995) Botany. WCB Publishers. Dubuque, IA, USA.

Nikolić T. (2013) Sistematska botanika-raznolikosti evolucija biljnog svijeta. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Alfa, Zagreb.

Vidaković M. (1993): Četinjače, morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i Hrvatske šume, Zagreb.

<http://www.cancerresearchuk.org/cancer-help/about-cancer/treatment/cancer-drugs/paclitaxel>

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Taxus_baccata_04_ies.jpg

http://www.florafinder.com/Species/Pinus_strobus.php

<http://www.gardenbuilders.co.uk/section/147/1/leaf-shapes-colour>

http://ohioline.osu.edu/sc150/sc150_1.html

http://www.palmantics.com/palms/description_cycas_revoluta/http://www.mayoclinic.org/di

[seases-conditions/alzheimers-disease/expert-answers/ginkgo-biloba-memory-loss/faq-](http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/alzheimers-disease/expert-answers/ginkgo-biloba-memory-loss/faq-20058119)

[20058119](http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/alzheimers-disease/expert-answers/ginkgo-biloba-memory-loss/faq-20058119)

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11418-009-0374-0#page->

<http://thepoisondiaries.tumblr.com/post/35343648947/ephedra-sinica-a-plant-that-cures>

http://www.uvm.edu/~uvmtrees/meet/sitesAsSubmittedByStudents/Eastern_White_Pine2.htm

http://en.wikipedia.org/wiki/Taxus_baccata

7. Sažetak

Golosjemenjače su skupina drvenastih biljaka koja se sastoji od oko 800 vrsta. Najveća i najpoznatija skupina golosjemenjača su igličaste golosjemenjače ili četinjače (podrazred *Pinidae*). Cvjetovi golosjemenjača su jednospolni na jednodomnim ili dvodomnim biljkama. Sporofit golosjemenjača je dominantna faza u izmjeni generacija. Među golosjemenjačama pronađene su najviše (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.), najmasivnije (*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J. Buchh.) i najstarije danas živuće biljke (*Pinus longaeva* D.K. Bailey). Biljne stanice golosjemenjača sadrže velik broj kemijskih spojeva. Najpoznatiji biljni spojevi golosjemenjača su alkaloidi, flavonoidi, glikozidi, tanini, terpeni. To su sekundarni spojevi metabolizma, što znači da nisu nužni za preživljavanje same stanice, ali su važni za preživljavanje i prilagođavanje cijelog organizma na raznoliki okoliš. Najveća ekonomska važnost golosjemenjača je njihova uporaba u industriji papira, građevinskog materijala te u industriji namještaja. Neke od svjetski važnih otrovnih, ljekovitih, ekonomski važnih vrsta golosjemenjača su *Cycas revoluta* Thunb., *Ginkgo biloba* L., *Ephedra* sp., *Taxus* sp. te *Pinus strobus*. Dok se *Ephedra* sp., *Taxus* sp., *Cycas revoluta* Thunb. ističu svojom ljekovitošću i otrovnošću, *Ginkgo biloba* L. poznat je isključivo po svojoj ljekovitosti, dugovječnosi i hortikulturnom značaju. *Pinus strobus* ističe se kao jedno od ekonomski najvrijednijih crnogoričnih stabala na području istočnog dijela Sjeverne Amerike.

9. Summary

The gymnosperms are a group of woody plants that contains about 800 different species. The biggest and most famous group of the gymnosperms are conifers (subclass *Pinidae*). Flowers of the gymnosperms are monosexual on monoecious or dioecious. The gymnosperm's principal generation phase is sporophyte. The tallest (*Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl.), most massive (*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchh) and the oldest (*Pinus longaeva* D.K. Bailey) plants on Earth are the ones from group of the gymnosperms. Cells of the gymnosperms contain a great number of chemical compounds. The most famous chemical compounds found in the gymnosperms are alkaloids, flavonoids, glycosides, tannins and terpenes. Those are secondary compounds of plant metabolism, which means that they are not essential for life of plant cells. However, secondary compounds are essential for survival and adjustments of the plant on different environmental conditions. The greatest economical importance of the gymnosperms is their use in paper industry, furniture industry and their use as building material. Some of the world's most important poisonous, healing and economically important species of the gymnosperms are *Cycas revoluta* Thunb., *Ginko biloba* L., *Ephedra* sp., *Taxus* sp. and *Pinus strobus*. While *Ephedra* sp., *Taxus* sp. and *Cycas revoluta* Thunb. are known for their poisonous and healing benefits, *Ginko biloba* L. is famous for its medical use, endurance and horticultural value. *Pinus strobus* is one of the economically most valuable conifer trees of eastern part of Northern America.