

Vrste rodova *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Taxodium* i *Taiwania*.

Pauk, Krešimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:890910>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-10**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ
ŠUMARSTVO**

KREŠIMIR PAUK

**VRSTE RODOVA *CRYPTOMERIA*, *CUNNINGHAMIA*, *METASEQUOIA*,
SEQUOIA, *SEQUOIADENDRON*, *TAXODIUM* I *TAIWANIA***

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB (RUJAN, 2023.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku
Predmet:	Dendrologija
Mentor:	Doc. dr. sc. Igor Poljak
Asistent – znanstveni novak:	Antonio Vidaković, mag. ing. silv.
Student:	Krešimir Pauk
JMBAG:	0068024627
Akad. godina:	2022./2023.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 27. rujna 2023. godine
Sadržaj rada:	Slika: 9 Tablica: Navoda literature: 55 Stranica: 29
Sažetak:	<p>Prema danas napuštenoj taksonomskoj podjeli, porodica Taxodiaceae obuhvaćala je deset rodova. Međutim, danas, nakon suvremenih filogenetskih istraživanja pokazalo se da rodovi porodice Taxodiaceae pripadaju porodici Cupressaceae, s izuzetkom roda <i>Sciadopitys</i> Siebols et Zucc. U završnom radu prikazane su i opisane morfološke karakteristike, biološka svojstva, ekološki zahtjevi i specifičnosti vrsta iz sljedećih rodova: <i>Cryptomeria</i> D.Don, <i>Cunninghamia</i> R.Br., <i>Metasequoia</i> Hu et W.C.Cheng, <i>Sequoia</i> Endl., <i>Sequoiadendron</i> J.Buchholz, <i>Taiwania</i> Hayata i <i>Taxodium</i> Rich.</p>



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

OB FŠDT 05 07

Revizija: 2

Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 27. rujna 2023. godine.

vlastoručni potpis

Krešimir Pauk

SADRŽAJ

1. UVOD.....	5
2. CILJ RADA	6
3. PREGLED RODOVA I VRSTA	7
3.1. Rod <i>Cryptomeria</i> D.Don.....	7
3.2. Rod <i>Cunninghamia</i> R.Br.	11
3.3. Rod <i>Metasequoia</i> Hu et W.C.Cheng.....	13
3.4. Rod <i>Sequoia</i> Endl.	15
3.5. Rod <i>Sequoiadendron</i> J.Buchholz.....	19
3.6. Rod <i>Taxodium</i> Rich.	21
3.7. Rod <i>Taiwania</i> Hayata	23
4. ZAKLJUČCI.....	25
5. LITERATURA	26

1. UVOD

Prema danas napuštenoj taksonomskoj podjeli, porodica Taxodiaceae označavala je porodicu unutar podrazreda Pinidae (igličaste golosjemenjače), a obuhvaćala je deset rodova: *Athrotaxis* D.Don, *Cryptomeria* D.Don, *Cunninghamia* R.Br., *Glyptostrobus* Endl., *Metasequoia* Hu et W.C.Cheng, *Sciadopitys* Siebols et Zucc., *Sequoia* Endl., *Sequoiadendron* J.Buchholz, *Taiwania* Hayata i *Taxodium* Rich. (Vidaković 1993). Ta podjela dugo je vrijedila, no nakon suvremenih filogenetskih istraživanja pokazalo se da rodovi porodice Taxodiaceae pripadaju porodici Cupressaceae, s izuzetkom roda *Sciadopitys* u kojega su utvrđene velike razlike pa se taj rod danas nalazi unutar posebne porodice Sciadopityaceae (Brunsfield i dr. 1994; Gadek i dr. 2000; Kusumi i dr. 2000; Yang i dr. 2012; Sudianto i dr. 2020; Stull i dr. 2021; Xin-Quan i dr. 2022).

Rodovi nekadašnje porodice Taxodiaceae danas su grupirani u sljedeće potporodice unutar porodice Cupressaceae: Athrotaxidoideae (*Athrotaxis*), Cunninghamioideae (*Cunninghamia*), Sequoioideae (*Sequoia*, *Sequoiadendron* i *Metasequoia*), Taiwanoideae (*Taiwania*), Taxodioideae (*Taxodium*, *Glyptostrobus* i *Cryptomeria*).

Fosilne ostatke rodova koji sačinjavaju porodicu Taxodiaceae nalazimo u brojnim geološkim slojevima počevši od jurskog perioda. U tim davnim vremenima, vrste ovoga roda zauzimale su široka područja umjerenih i vlažnijih predjela naše planete. Danas, živuće Taxodiaceae imaju vrlo ograničenu rasprostranjenost pa možemo reći da sve vrste unutar te porodice pokazuju paleoendemska svojstva. Kroz svoj iznimno dugi evolucijski razvoj ove su vrste proživjele brojne i velike klimatske i geološke promjene. Također, preživjele su neke od najvećih izazova s kojima se živi svijet ikada susreo poput masovnog izumiranja flore i faune prije 66 milijuna godina, na prijelazu iz krede u paleogen, kada je prema nekim autorima izumrlo 57 % svih biljnih vrsta koje su tada naseljavale Sjevernu Ameriku.

2. CILJ RADA

Cilj ovoga rada bio je istražiti morfološke karakteristike, biološka svojstva, ekološke zahtjeve i specifičnosti vrsta iz sljedećih rodova: *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Taxodium* i *Taiwania*.

3. PREGLED RODOVA I VRSTA

3.1. Rod *Cryptomeria* D. Don

Kao što je već navedeno u uvodnom dijelu ovoga rada, rod *Cryptomeria* dugo je vremena svrstavan u porodicu Taxodiaceae, no suvremene filogenetske analize izdvojile su ga iz spomenute porodice i smjestile u veliku porodicu Cupressaceae (Brunsfeld i dr. 1994; Gadek i dr. 2000; Kusumi i dr. 2000; Yang i dr. 2012; Sudianto i dr. 2020; Stull i dr. 2021; Xin-Quan i dr. 2022). U davnim vremenima rod *Cryptomeria* je bio široko rasprostranjen. Iz fosilnih zapisa znamo da su kriptomerije krasile našu planetu još od kasnog eocena (Ding i dr. 2018). Fosile davno izumrlih vrsta kriptomerija iz tog vremena nalazimo od Kamčatke na krajnjem istoku Azije pa sve do južnih kineskih provincija. Par desetaka milijuna godina kasnije, u vrijeme miocena brojne izumrle vrste roda kriptomerija otkrivamo u fosilnim zapisima diljem svijeta, a mnoge i u Europi i to od Njemačke, Italije, Španjolske pa sve do Gruzije i dalje.

Danas unutar ovoga roda nalazimo samo jednu vrstu, japansku kriptomeriju (*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don), koju u Japanu nazivaju i Sugi. Vrsta je vazdazeleno i jednodomna, a raste kao stablo koje u prosjeku naraste do visine od oko 40 m i prsnog promjera debla do 2 m. Kora debla je crvenkastosmeđa i ljušti se u okomitim trakama. Kriptomerija ima relativno plitak korijen, no vrlo dobro razvijen bočni korijenski sustav. Lišće je igličasto, spiralno raspoređeno i srpasto povinuto prema vrhu izbojka (Idžojtić 2009). Dužina iglica varira od 0,5 do 2 cm, a mijenja se s obzirom na položaj na grani te s obzirom na starost biljaka. Tijekom zime iglice poprimaju smečkastozelenu do bakrenu boju. Cvjetanje je u ožujku i travnju (Idžojtić 2013). Muški cvjetovi su smješteni u pazušcima iglica, valjkasti, 6-8 mm dugački, 2-3 mm široki, žućkastosmeđi, sastavljeni od brojnih (18-25) zavojito raspoređenih prašničkih listova (Slika 1). Ženski češerasti cvatovi su oko 5 mm veliki, zeleni do plavkastozeleni, kuglasti, sastavljeni od 20-30 češernih ljustaka od koji svaka nosi po 2-5 sjemenih zametaka. Češeri su smeđi, kuglasti, 1-2 cm veliki, a sastavljeni su od 20-30 češernih ljustaka. Na gornjem dijelu štitastog proširenja češernih ljustaka nalazi se 3-5 ušiljenih produžetaka. Ispod svake češerne ljustke su dvije do pet usko okriljenih sjemenki. Sjemenke su manje-više plosnate crvenkastosmeđe do tamnosmeđe, 4-6 mm dugačke i 2-3 mm široke (Idžojtić 2013). Masa 1000 sjemenki je oko 4 g. Češeri dozrijevaju prve godine ujesen, u listopadu i studenom, i dugo se zadržavaju na stablima. Anemofilna i anemohorna vrsta.

Prirodno se rasprostire na japanskom otočju, od otoka Kyushu na jugu do sjevernih dijelova otoka Honshu (Hayashi 1960), a postoje i populacije ove vrste u južnoj Kini, koje su na ta područja introducirane prije 1000 godina. Od prirode raste u čistim ili mješovitim šumama, a preferira duboka i dobro drenirana tla u toplim i vlažnim uvjetima. Najbolje šume tvori u brdsko-planinskim područjima do 1000 m nadmorske visine (n.v.), no može je se naći i na višim predjelima sve do 2500 m n.v., ovisno mikroklimatskim prilikama. Granice njenog prirodnog rasprostiranja određene su malom količinom oborina, dugim sušnim razdobljima i niskom vlagom. Najbolje uspijeva na dubokim, glinastim i ocjeditim tlima. Prema Vidakoviću (1993) jedna od najimpresivnijih šuma kriptomerije nalazi se u japanskoj pokrajini Nikko gdje raste sastojina stara više od 250 godina s nizom stabala viših od 65 m. U istoj pokrajini nalazi se i čuvena 'avenija' kriptomerije, drvodred s obje strane ceste dug nevjerovatnih 65 kilometara posađen početkom 17. stoljeća.



Slika 1. Ilustracija iz Flora Japonica
(von Siebold i Zuccarini 1835).

Jedno od najpoznatijih stabala ove vrste je Jōmon Sugi (Slika 2), veličanstveni primjerak kriptomerije pronađen na sjevernim padinama planine Miyanoura. Jōmon Sugi ima visinu od preko 25,3 m te opseg debla od 16,4 m. Raste na visini od oko 1300 m nad morem, a procijenjena starost mu varira od 2170 godina pa do 7200 godina – ovako širok raspon procjene starosti malo čudi, no većina istraživača slaže se da Jōmon Sugi ne bi trebao biti mlađi od oko 3000 godina te da je definitivno stariji od 2000 godina. U knjizi Remarkable Trees of the World (2002), arborist Thomas Pakenham opisuje Jōmona Sugija kao "sumornog titana, koji se uzdiže iz spužvastog tla više poput stijene nego stabla, njegovih golemih mišićavih ruku ispruženih iznad spleta mladih cedrova i stabala kamfora".



Slika 2. Jōmon Sugi

(izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/J%C5%8Dmon_Sugi).

Sugi ima čvrsto drvo ugodnog mirisa prilično otpornog na truljenje, a također je i vodootporno te se relativno lako obrađuje. Navedene kvalitete rezultirale su širokom upotrebom drva kriptomerije u stolarstvu te građevinskoj industriji. U Japanu je Sugi omiljeno drvo za oblaganje interijera.

Danas se kriptomerija relativno često uzgaja u plantažnim nasadima diljem suptropskih regija Japana, Kine i Indije, a zanimljivo je da se odlično udomaćila i na Azorima, usred Atlantika, gdje raste u nasadima površine veće od 4500 ha. Osim toga, u Europi i Sjevernoj Americi uzgaja se i kao ukrasno drvo, a dobro uspijeva i u kontinentalnom dijelu Hrvatske.

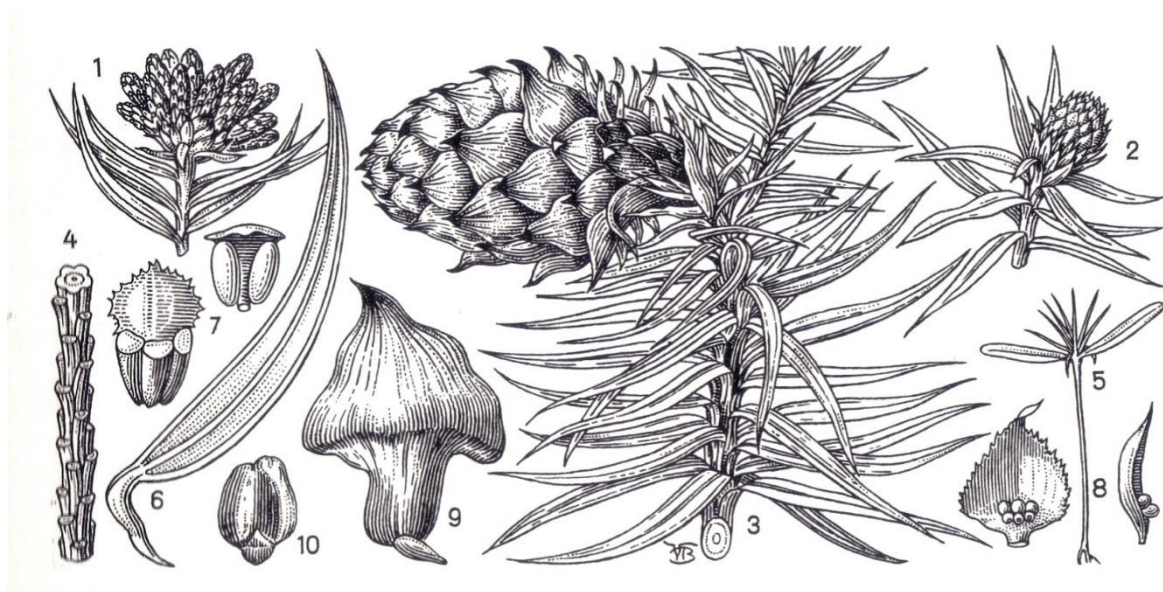
Geografska varijabilnost ove vrste istražena je između prirodnih populacija, na temelju morfoloških i biokemijskih osobina. Nadalje, genetička varijabilnost istražena je korištenjem nekoliko vrsta genskih markera kao što su CAPS (*cleaved amplified polymorphic sequence*), SNP (*single-nucleotide polymorphism*) i SSR (*simple sequence repeat*) (Murai 1947; Yasue i dr. 1987; Tsumura i dr. 2007, 2012, 2014; Kimura i dr. 2013). Navedene studije pokazale su da u Japanu postoje dvije glavne skupine: omoté-sugi, pronađene u blizini Tihog oceana i ura-sugi, pronađene u blizini Japanskog mora. Omoté-sugi ima hrapave grančice s relativno tvrdim iglicama, dok ura-sugi ima tanke grančice s relativno mekanim iglicama. Unutar ura-sugi grupe, grupa jedinki prepoznata je kao poseban varijetet *C. japonica* var. *radikans* Nakai (Yamazaki 1995). Izvan Japana raširen je varijetet *C. japonica* var. *sinensis* Miq., za koji se smatra da je prirodno rasprostranjen u jugoistočnoj Kini uključujući provincije Zhejiang, Fujian i Jiangxi. Ovaj varijetet ima tanke viseće grančice s kratkim iglicama. Međutim, oba navedena varijeteta danas se smatraju sinonimima čiste vrste *Cryptomeria japonica* (WFO 2023).

3.2. Rod *Cunninghamia* R.Br.

Rod *Cunninghamia* smatra se najstarijim članom porodice Cupressaceae. Filogenetski dokazi govore da se ovaj rod odvojio od ostatka porodice Cupressaceae tijekom rane jure odnosno prije više od 100 milijuna godina (Stull i dr. 2021). Najstariji pronađeni fosilni zapisi potporodice Cunninghamioideae potječu iz srednjeg jurskog perioda. Ova potporodica snažno se razvijala i doživjela veliku raznolikost tijekom krede (zadnji period mezozoika), no završetkom spomenutog perioda pretrpjela je drastičan pad raznolikosti (Atkinson i dr. 2021). Danas, ovaj rod obuhvaća dvije vrste (WFO 2023): kinesku kuningamiju (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) koja od prirode raste u kontinentalnoj Kini; i tajvansku kuningamiju (*C. konishii* Hayata) koja raste na Tajvanu. Ipak, recentna genetička istraživanja sugeriraju da su kineska i tajvanska kuningamija ista vrsta (Lu i dr. 1999; Chung i dr. 2004).

Kineska kuningamija je vazdazelena, jednodomna vrsta (Vidaković 1993). Raste kao stablo i to najčešće do 25 m visine. Na prirodnim staništima zabilježeni su i primjerci koji su visoki i do 45 m. Krošnja je stožastog oblika, a korijenov sustav je plitak. Rijetko prodire dublje od 0,5 m u tlo, no korijen ove vrste se snažno širi u horizontalnom smjeru i premašuje po svom opsegu projekciju krošnje na tlo. Kora je smeđa do crvenkastosmeđa i nepravilno ljuskasta. Grane su na mladim biljkama poredane u pravilnim pršljenovima, a kasnije je grananje nepravilno pršljenasto. Tamno zeleni igličasti listovi spiralno su raspoređeni na grančicama (Idžojtić 2009); dužina im je od 3 do 7 cm, a širina od 3 do 5 mm (Slika 3). Muški cvjetovi su valjkasti, žućkastosmeđi i 8 do 10 mm dugački. Sastavljeni su od brojnih prašničkih listova koji su spiralno raspoređeni oko središnje osi. Na vrhovima izbojaka nalazi se po 8 do 20 muških cvjetova. Ženski češerasti cvatovi su zelenkasti i oko 1 cm veliki. Plodni listovi brojni, zavojito raspoređeni oko središnje osi. Svaki plodni list nosi po tri sjemenka zametka, a pokrovni su listovi srasli s plodnima. Oprašivanje je vjetrom – anemofilna vrsta. Češeri su kuglasti do jajasti (Slika 3), 2,5-4,5 cm veliki i smeđi (Idžojtić 2013). Pokrovne ljuske su kožnate i sjajne, bodljikavog vrha, potpuno pokrivaju plodne ljuske koje na osnovi nose po tri sjemenke. Sjemenke su plosnate, tamnosmeđe, 5-6 mm dugačke, oko 4 mm široke, postrano usko okriljene s dva krilca. Masa 1000 sjemenki je 7-8 g. Nakon dozrijevanja češerne ljuske se razmiču i oslobađaju sjemenke, a prazni češeri ostaju i do tri godine na stablima. Anemohorna vrsta.

Cunninghamia lanceolata pretežito raste u planinskim područjima do 1500 m n.v. Najviša nalazišta ove vrste pronađena su na visini od 2800 m n.v., a najkvalitetnije sastojine tvori na visinama od 1000 m iznad mora. Preferira toplu i vlažnu subtropsku klimu, a budući odlično podnosi toplinu može rasti i na razini mora, pa je tako nalazimo i u okolici Hong Konga. Raste u mješovitim sastojinama na kamenitim obroncima te vrlo rijetko tvori čiste sastojine. Dobro raste na ilovastim tlima. Budući se ova vrsta u Kini već stoljećima uzgaja, granice njezine prirodne rasprostranjenosti nisu sigurne. Nalazimo je od zapadnih rubova planina Sečuana pa prema jugoistoku i istoku do regije Guangdong. Intenzivnim uzgajanjem proširila se diljem centralne Kine, ali i u Koreji, Vijetnamu i Laosu. Uzgaja se u kulturama i to s dobrim uspjehom u Brazilu, Južnoafričkoj Republici te na otoku Javi u Indoneziji. Kao parkovni element česta je diljem jugoistočne Azije, a udomaćila se i u južnim dijelovima SAD-a (gdje je koriste kao božićno drveće). U Europi se sadi kao ukrasna vrsta.



Slika 3. *Cunninghamia lanceolata* – Šumarska enciklopedija.

Osnovni areal vrste *Cunninghamia konishii* su planine sjevernog i središnjeg Tajvana odakle se proširila prema južnoj Kini te Vijetnamu i Laosu. Od kineske kuningamije se razlikuje tek prema nekim karakteristikama iglica i češera – tajvanska kuningamija ima kraće i uže iglice te manje češere.

Cunninghamia ima mekano, ali i izdržljivo drvo, otporno na truljenje koje ima i poseban miris. Odlično se odupire termitima i otporna je na napad brojnih patogenih mikroorganizama gljivičnog porijekla. Ta vrijedna svojstva su odavno primijećena – drvo ove vrste vrlo je cijenjeno u stolarstvu, brodogradnji te građevinskoj industriji, a radi karakterističnog mirisa od drevnih se vremena koristi prilikom izgradnje hramova te za izradu ljesova.

Škotski botaničar Robert Brown nadjenio je ime ovom rodu u počast dvojici Cunninghama: botaničaru Allanu Cunninghamu i dr. James Cunninghamu koji je već početkom 18. stoljeća popularizirao i krenuo uzgajati ovu vrstu.

3.3. Rod *Metasequoia* Hu et W.C.Cheng

Rod *Metasequoia* prvi puta je opisao japanski paleobotaničar Shigeru Miki i to na osnovu fosilnih nalaza iz razdoblja pliocena, pronađenih u središnjim predjelima japanskog otoka Honshu (Hu i Cheng 1948; Langlois 2005; Ma 2007). Navedeni znanstvenik je fosilne ostatke njemu nepoznate vrste pronašao 1939. godine, a dvije godine kasnije objavio je rad u kojem je obradio novu vrstu. Slučaj je htio da te iste 1941. godine T. Kan s National Central University iz Nanjinga, u Sečuanu pronađe njemu nepoznato listopadno stablo koje su stanovnici te provincije poznavali pod imenom „Shui Shan“ ili vodena jela. Budući je tada trajao Drugi svjetski rat, znanstveni uzorci za daljnju obradu uzeti su tek nekoliko godina kasnije, a 1948. godine jedina danas živa vrsta ovoga roda, *Metasequoia glyptostroboides* Hu et W.C.Cheng, je i znanstveno opisana.

Fosilni nalazi (Slika 4) pokazuju da je rod *Metasequoia* bio široko raširen tijekom tercijara, a poznate su tri fosilne vrste ovoga roda (Farjon 2003). Tadašnje područje rasprostiranja metasekvoja bilo je vrlo široko; vrste ovoga roda zauzimale su velika područja sjeverne hemisfere od Kine i Japana pa preko Sibira i Europe do Grenlanda i Sjeverne Amerike. Najsjeverniji fosilni nalazi metasekvoja nađeni su na kanadskom otoku Axel Heiberg koji se nalazi u polarnom krugu, na oko 80° sjeverne širine (Williams i dr. 2003). Zanimljivo je da „najmlađi“ fosilni nalazi metasekvoja do sada pronađeni dolaze iz vremena miocena (geološka epoha koja je trajala od 23-5 milijuna godina), a niti jedan poslije – zbog toga se ovu vrstu smatralo izumrlom pa kada je ponovo pronađena prozvana je „živim fosilom“. Budući paleobotaničari tvrde da danas poznata *Metasequoia glyptostroboides* izgleda identično kao i metasekvoja iz razdoblja kasne krede, čini se da je ova vrsta doživjela morfološki zastoj u posljednjih 65 milijuna godina odnosno od vremena zadnjeg Velikog izumiranja.



Slika 4. Fosilni nalazi roda *Metasequoia*
(izvor: <https://en.wikipedia.org/wiki/Metasequoia>).

Metasekvoja je brzorastuće, jednodomno i listopadno stablo (Vidaković 1993) pri osnovi proširenog debla. Postiže visinu od 50 m i prsni promjer debla do 2,5 m. Kora je crvenkastosmeđa, u početku glatka, kasnije ispucana i ljušti se u uzdužnim trakama. Korijenov sustav je dobro razgranat, s jakim glavnim korijenom. Krošnja je u početku stožasta i pravilna, kasnije postane široko zaobljena. Grane su horizontalne, a grančice nasuprotne. Izbojci su tanki, goli, u početku zeleni, kasnije blijedo crvenkastosmeđi (Idžojtić 2006). Pupovi su nasuprotni, sitni, crveno-smeđi, goli, sjajni, pokriveni većim brojem ljusaka, jako otklonjeni od izbojka. Vršni pup jednako velik kao i postrani. Listovi su igličasti, nasuprotni, plosnati i 1-3 cm dugački (Herman 1971). Svjetlozelene su boje do jeseni kada prije odbacivanja postaju crvenkastosmeđi. Cvjetovi su anemofilni (Idžojtić 2013). Muški cvjetovi jajasti, oko 5 mm veliki, sakupljeni u do 10 cm dugačkim cvatovima. Ženski cvatovi češerasti, zelenkasti do tamno-grimizni, do 1 cm veliki. Plodni listovi brojni, nasuprotno raspoređeni. Češeri su kuglasti do elipsoidni, oko 2,5 cm veliki. Dozrijevaju u listopadu i studenom prve godine. Plodne ljuste drvenaste, klinaste, pri vrhu štitasto proširene s malim udubljenjem u sredini. Ispod svake češerne ljuste nalazi se po pet do devet, oko 5 mm dugačkih sjemenki. Sjemenke su tamne i uokolo su okriljene sa svjetlosmeđim krilcem. Masa 1000 sjemenki je oko 2 g. Anemofilna i anemohorna vrsta.

Prirodna rasprostranjenost metasekvoje danas je ograničena na relativno mala područja unutar kineskih regija Sečuan, Hubei i Hunan gdje ju nalazimo na visinama od 750 do 1500 m n.v. (Vidaković 1993). Vrsta je široke ekološke amplitude pa je tako nalazimo na močvarnim terenima te na suhim terenima van dohvata vode. Odgovaraju joj topliji i vlažniji klimatski uvjeti, a raste u dolinama rijeka, na vlažnim i sjenovitim mjestima uz obale potoka, na lokalitetima zaštićenim od hladnih i suhih vjetrova. Dobro uspijeva na pješčanim i podzolastim tlima. Može izdržati niske temperature do -25°C . Već od pedesetih godina dvadesetog stoljeća kreće intenzivan uzgoj metasekvoje pa ju danas nalazimo diljem umjerenih klimatskih područja. Prema IUCN-u (International Union for Conservation of Nature, www.iucnredlist.org) metasekvoja je ugrožena vrsta.

Od njenog otkrića uloženi su veliki naporu kako bi se metasekvoja sačuvala i distribuirala diljem svijeta. Trenutno je raširena u malim populacijama ili kao pojedinačna stabla u više od 50 zemalja, uglavnom posađena kao ukrasna vrsta (Ma 2007). Drvo metasekvoje ima mnoge poželjne karakteristike za konstrukciju, namještaj, drvena vlakna (Polman i dr. 1999.), ali i kao sirovina u farmakologiji (Zeng i dr. 2013; Bajpai i dr. 2017). Iako se broj jedinki i područje rasprostranjenosti povećalo, genetička raznolikost posađenih populacija manja je u odnosu na prirodne populacije (Li i dr. 2003). Slaba klijavost sjemena uzrokuje poteškoće u prirodnoj regeneraciji obnovljenih populacija (Li i dr. 2012). Osim toga, intenzivno uklanjanje autohtone vegetacije u područjima prirodne rasprostranjenosti uzrokovalo je fragmentaciju prirodnih populacija metasekvoje (Tang i dr. 2011).

3.4. Rod *Sequoia* Endl.

Sequoia sempervirens (D.Don) Endl., obalna sekvoja ili obalni mamutovac, jedina je danas živa vrsta roda *Sequoia*. Zajedno s rodovima *Sequoiadendron* i *Metasequoia* tvori potporodicu *Sequoioideae* pa ove tri vrste zajedno možemo zvati i sekvojama. Prema Yang i dr. (2012) rod *Sequoia* je rezultat hibridizacije između rodova *Metasequoia* i *Sequoiadendron*. Međutim, duga evolucijska povijest ova tri roda (najraniji fosilni ostaci potječu iz jurskog perioda) čini razjašnjavanje pojedinosti oko njihovog razvoja vrlo teškim zadatkom.

Obalna sekvoja je jednodomna, vazdazelena vrsta koja doživi starost i više od dvije tisuće godina (Vidaković 1993; Earle 2018). Od prirode, obalne sekvoje zauzimaju relativno uzak pojas duž pacifičke obale Sjeverne Amerike: pojas je širok od 8 do 75 km, a dug oko 750 km (Farjon 2005). Najjužnije područje rasprostiranja nalazi se u okrugu Monterey u Kaliforniji, a najsjevernije u jugozapadnom Oregonu (izolirana populacija). Najčešće pridolazi na nadmorskim visinama od 30 do 750 m, no nalazimo ju i na samoj razini mora pa sve do 900 m iznad mora.

Obično zauzima pozicije koje su jače izložene vlazi koja dolazi s oceana – najviša i najstarija stabla obalne sekvoje nalazimo u dubokim dolinama gdje cijele godine teku potoci, a magla je redovita (Harris 1989; Koch i dr. 2004; Ishii i dr. 2008). Prema nekim istraživanjima oceanska vlaga u obliku magle pokazala se ključnom za ovako gorostasano rast obalnih sekvoja – u sušnim ljetnim mjesecima s manje padalina, oceanska magla se kondenzira na listovima, kaplje i natapa tlo te tako opskrbljuje sekvoju vodom. Stabla koja rastu iznad zone magle (oko 700 m n.v.) niža su i manja zbog sušnijih, vjetrovitijih i hladnijih uvjeta. Preferira vlažne i tople uvjete koje nudi blaga kalifornijska klima s dosta padalina u zimskim mjesecima.

Najproduktivnije sastojine obalne sekvoje rastu na aluvijalnim tlima (Stone i dr. 1968), na riječnim terasama, umjerenim zapadnim padinama i dolinama koje se otvaraju prema moru. Na višim terenima naseljava ilovasta, skeletna i smeđa tla s podlogom od vapnenca i škrljevca. Kada živi dalje od vodotoka i na većim nadmorskim visinama obalna sekvoja tvori mješovite sastojine zajedno s vancouverkom jelom (*Abies grandis* (Douglas ex D.Don) Lindl.), zapadnoameričkom čugom (*Tsuga heterophylla* Sarg.), sitkanskom smrekom (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière) i drugim vrstama drveća.

Procijenjeno je da su polovinom 19. stoljeća stare sastojine obalnih sekvoja zauzimale područja od oko 800 tisuća hektara (Kreissman i Lekisch 1991). Taj se opseg radi komercijalne sječe i krčenja desetorostruko smanjio pa se danas izvorne sastojine sekvoja protežu na tek oko 80 tisuća hektara – srećom, većina ovih šuma danas je pod zakonskom zaštitom.

Stabla obalne sekvoje mogu narasti do nevjerovatnih 120 m i imati promjer debla impresivnih devet metara. Deblo je pri dnu prošireno (Slika 5), kora je debela do 30 cm izbrazdana i tamnocrvena, a krošnja je stožastog oblika (Vidaković 1993). Plitkog je korijena, ali ima jako bočno korijenje. Grančice vise, a listovi su igličasti od 1,5 do 2,5 cm dugački (Silka 6). Igllice su plosnate i pri vrhu šiljaste, odozgo tamnozeleno, a odozdo svijetlije zelene boje s dvije bijele linije puči (Herman 1971). Cvjetanje je u veljači i u ožujku (Idžojtić 2013). Muški cvjetovi najčešće su kuglastoga oblika, 5 do 7 mm su veliki, blijedožuti i sastavljeni su od većeg broja prašničkih listova od kojih svaki nosi po tri peludnice. Ženski češerasti cvatovi su jajastoga oblika, zelenkastosmeđe su boje i smješteni su na vrhovima kratkih izbojaka. Češeri su zreli prve godine krajem ljeta i početkom jeseni

(Idžojtić 2013). Češer je jajast, od 1,5 do 3,2 cm dugačak i smeđ. Češerne ljuske su klinaste, drvenaste i u gornjem dijelu su štitasto proširene, rombične i udubljene. Svaka češerna ljuska nosi po dvije do pet sjemenki koje su smeđe, postrano okriljene crvenkastosmeđim krilcem. Sjemenke su 4-5 mm dugačke. Otvoreni češeri dugo ostaju na stablima, a sjemenke raznosi vjetar.



Slika 5. *Sequoia sempervirens*
(izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Sequoia_sempervirens).

Obalna se sekvoja dobro nosi sa šumskim požarima (Ramage i dr. 2010). Njena debela vlaknasta kora vrlo je otporna na vatru, a uz to sekvoja proizvodi relativno malo zapaljive smole. U slučaju velikih oštećenja može razviti potpuno novu krošnju ili baciti novu mladicu iz stradalog stabla. Vrijedi dodati da na opožarenim područjima, budući nema konkurencije, mladice sekvoje puno lakše niču i koloniziraju nove predjele pa možemo reći i da se sekvoja adaptirala, da je našla način da u svoju korist okrene određene negativne aspekte jedne prirodne nepogode.

Sekvoja ima vrlo trajno drvo i već u drugoj polovini 19. stoljeća uvelike se koristila; najčešće prilikom izgradnje željezničkih pruga i telegrafskih stupova. Njeno ravno drvo velike gustoće oduvijek je vrlo cijenjeno, a i danas se koristi u građevinarstvu i proizvodnji skupocjenog namještaja.

Obalnu sekvoju danas možemo sresti gotovo u svakom botaničkom vrtu i arboretumu koji ima ekološke uvjete za njen rast. Osim toga, sadi se i kao ukrasna vrsta u javnim i privatnim vrtovima diljem sjeverne hemisfere (Vidaković 1993). Uspješno je naturalizirana na Novom Zelandu gdje se uzgaja više od 100 godina. Zanimljivo je kako je u novozelandskih obalnih sekvoja izmjeren veći prirast od onih u prirodnom arealu i to zbog ravnomjernije raspodjele oborina tijekom godine.

Austrijski botaničar Stephan Endlicher rodu je nadjenao ime prema istaknutom poglavici plemena Cherokee koji se zvao Sequioah, ali i zbog latinske riječi *sequi* što znači slijediti – primijetio je da broj sjemenki po češeru „slijedi“ određene matematičke nizove koji ga povezuju s ostalim srodnim vrstama prema tadašnjoj taksonomiji (Muleady-Mecham i Nancy 2017).

Veći je broj primjeraka obalne sekvoje koji se ističu po svojim dimenzijama (Earle 2018). Na vrhu ljestvice nalazi se Hyperion kojemu je izmjerena visina od gotovo 115,55 m. Hyperion je otkriven relativno nedavno, 2006. godine, u udaljenom području nacionalnog parka Redwood. Procjenjuje se da je star tek nekih 700 godina, a kada je 2019. godine ponovo izmjeran, bio je visok 116,07 m. Nadalje, Stratosphere Giant je stablo obalne sekvoje koje je u trenutku svog otkrića bilo najviše stablo na svijetu. Otkrio ga je Chris Atkins (koji je otkrio i Hyperion) u parku Humboldt Redwoods 2000. godine i to u društvu nekoliko stabala gotovo jednake visine. Stratosferski je div u trenutku otkrića bio visok 112,34 m, a kada je 2013. godine ponovo izmjeran bio je visok 113,61 m. Njegova točna lokacija nikada nije objavljena.



Slika 6. *Sequoia sempervirens* (1) i *Sequoiadendron giganteum* (2)
 Šumarska enciklopedija.

3.5. Rod *Sequoiadendron* J.Buchholz

Sequoiadendron giganteum (Lindley) J.Buchholz, golemi mamutovac ili golema sekvoja, jedini je predstavnik monotipskog roda *Sequoiadendron*. Prethodno je ova vrsta bila klasificirana unutar roda *Sequoia* pa su znanstveni sinonimi za ovu vrstu *Sequoia gigantea* (Lindl.) Decne., *S. washingtonia* Sudw. i *S. wellingtonia* Seem.

Danas od prirode golemi mamutovac raste u nizu raštrkanih sastojina na zapadnim padinama planinskog lanca Sierra Nevada (DeSilva i Dodd 2016) – ukupan broj preživjelih jedinki izvorne populacije procjenjuje se na 80.000 stabala. No prije više milijuna godina područje rasprostriranja ove gigantske vrste bilo je puno veće. Fosile mamutovca nalazimo u raznim geološkim slojevima počevši od razdoblja krede pa sve do početka zadnjeg ledenog doba i to diljem Sjeverne Amerike i Euroazije pa sve do Australije i Novog Zelanda.

Golema sekvoja u prosjeku dosegne visinu od 50-85 m i prsni promjer debla od 6 do 8 m (Flint 1987), a može živjeti vrlo dugo – dob najstarije poznate divovske sekvoje procijenjena je na 3200-3266 godina. Ovo masivno vazdazeleno drvo nešto je u prosjeku niže od svoje obalne rođakinje, no zato je krupnije građe. Deblo je čisto od grana do oko 50 m visine i ima veliki pad promjera (Vidaković 1993). Kora mu je crveno-smeđa i duboko izbrazdana, debela od 25 do 50 cm (poznati su primjerci s korom debljine od jednog metra) i fino nitasta. Iglice su spiralno raspoređene (Slika 6), šiljasto kopljaste, debele, plavkastozelene i s pučima na obje strane. Dužina iglica ne prelazi 12 mm. Cvjetanje je u ožujku i travnju (Idžojić 2013). Muški cvjetovi su sastavljeni od brojnih prašničkih listova koji nose po dvije do tri peludnice. Kuglastog su do jajastog oblika i do 8 mm su dugački. Ženski češerasti cvatovi su valjkasti, smeđi i do 1 cm dugački. Češeri su široko jajasti do elipsoidni i drvenasti. Češerne ljske su klinaste i pri vrhu štitasto proširene. Češeri dozrijevaju ujesen druge godine i nakon toga ostaju na stablu čak do 20 godina. Sjemenke su 3-6 mm velike, smeđe, okriljene s dva svijetlosmeđa krilca. Masa 1000 sjemenki je oko 4 g. Anemohorna vrsta.

Najbolje raste na rastresitom i dubokom tlu poput pjeskovite ilovače (Vidaković 1993). Odgovara mu vlažna klima koju karakteriziraju suha ljeta i snježne zime. Na sjeveru svog areala pridolazi na nadmorskim visinama od 1400-2000 m, a na južnom dijelu svog areala zauzima nešto više terene, pa ga nalazimo na nadmorskim visinama između 1700-2150 m. Teško se nosi zračnom onečišćenosti.

Veliki šumski požari koji su zadnjih godina poharali dijelove Kalifornije zahvatili su i staništa golemog mamutovca (Shive i dr. 2021). Procijenjeno je da su šumski požari 2020. i 2021. godine uništili čak 13-19 % populacije što je ogroman gubitak. No, valja primijetiti i da se mamutovac kroz svoju evoluciju adaptirao i naučio nositi s požarima. Njegova debela vlaknasta kora vrlo je otporna na vatru, a kada i bude djelomično spaljena, živo drvo ispod kore ostaje neoštećeno. Osim toga, toplina požara otvara češere nakon čega se okriljene sjemenke raspršuju na velike udaljenosti, a budući da prizemno rašće nakon požara bude izgorjeno, sjemenke mamutovca zbog bitno smanjene konkurencije imaju puno veću priliku niknuti i razviti stabalce.

Iako je drvo mamutovca otporno na truleži, ono je vlaknaste građe i lomljivo tako da se zbog karakteristika neprikladnih za gradnju mamutovac nikada nije značajnije komercijalno iskorištavao. Dakle slabija kvaliteta drva mamutovca pomogla je na neki način i očuvanju njegovih populacija.

Najistaknutiji primjerak golemog mamutovca (Flint 1987) je General Sherman. General Sherman ime je golemog mamutovca koje raste na nadmorskoj visini od 2109 m u šumi nacionalnog parka Sequoia u okrugu Tulare, u Kaliforniji. Prema volumenu, to je najveće poznato živo stablo (s jednim deblom) na planeti. Procjenjuje se da je star oko 2200 do 2700 godina. General Sherman (Slika 7) ima visinu od 83,8 m i promjer debla od 7,7 m te procijenjeni volumen od imponentnih 1487 m³.



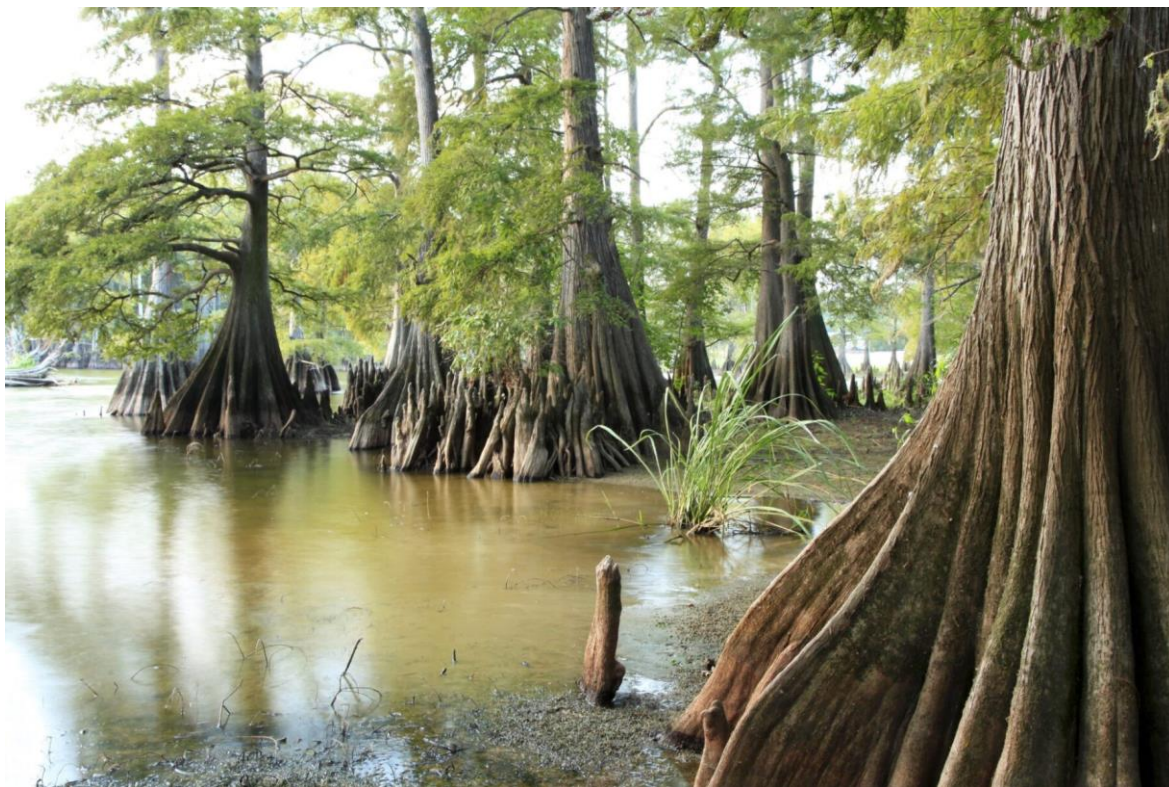
Slika 7. General Sherman
(izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/General_Sherman)

3.6. Rod *Taxodium* Rich.

Rod *Taxodium* je rod drvenastih biljaka koji je tijekom perioda krede bio široko rasprostranjen, zauzimao je velika područja sjeverne hemisfere, a iz fosilnih nalaza znamo da je na europskom kontinentu bio prisutan do pliocena odnosno do Huronijske glacijacije prije otprilike 2,5 milijuna godina. Najbliži srodnici vrstama iz ovoga roda su kineski močvarni čempres *Glyptostrobus pensilis* (Staunton ex D.Don) K.Koch i kriptomerija (Xin-Quan i dr. 2022), a po nekim vegetativnim karakteristikama sličan je metasekvoji.

Prema (WFO 2023) unutar roda *Taxodium* nalazimo dvije vrste: *Taxodium distichum* (L.) Rich. (močvarni taksodij) i *T. huegelii* C.Lawson (meksički taksodij). Osnovna razlika između ove dvije vrste je u trajnosti listova – prva je listopadna, a druga je zimzelena do vazdazelena. Areal meksičkog taksodija odvojen je od areala močvarnog taksodija i većim je dijelom vezan za Meksiko; pridolazi od doline rijeke Rio Grande na sjeveru pa do visoravni Gvatemale na jugu. Meksički taksodij je nacionalno stablo Meksika, a Meksikanci ga zovu Montezumin čempres.

Taxodium distichum jednodomno je do 40 m visoko stablo, prsnog promjera debla do 3 m. Zauzima poplavne i močvarne predjele (Slika 8), a karakterizira ga velika tolerancija na dugotrajne i opetovane poplave (Vidaković 1993). Prirodno se rasprostranjuje u jugoistočnom dijelu SAD-a, od Texasa do Floride gdje zauzima velike predjele te uz obale Atlantika sve do američke savezne države New Jersey na sjeveru. Budući može izdržati i vrlo niske temperature, po koji primjerak može se naći još sjevernije u državama New York i Pennsylvania. Prema (WFO 2023) močvarni taksodij ima tri priznata varijeteta: var. *distichum*; var. *imbricatum* (Nutt.) Croom; i var. *mexicanum* (Carrière) Gordon et Glend.



Slika 8. *Taxodium distichum*
(izvor: https://freeacnevs.xyz/product_details/28248227.html).

Kora močvarnog taksodija je svijetlosmeđa do sivkastosmeđa, izbrazdana i ljuskava, a grane su otklonjene ili usmjerene prema gore (Vidaković 1993). Deblo ove vrste je pri osnovi jako prošireno, a na močvarnim mekim tlima iz korijena razvija karakteristične izrasline (Wilhite i Toliver 1990). Te izrasline su drvenaste, stožaste i koljenčaste, a izlaze iz korijenovog sustava i uzdižu se jedan metar iznad zemlje, a ponekad čak i do dva metra, nalikujući na stalagmite. Dugo se smatralo da su te izbočine prilagodba na anoksične uvjete međutim recentne studije nisu ponudile dokaze za tu tvrdnju, nije utvrđeno da izbočine igraju ikakvu ulogu u izmjeni plinova. Nadalje, neki autori smatraju da te stožaste izbočine igraju strukturnu ulogu pomažući stablima da ostanu stabilna u mekim poplavnim tlima, no niti za tu tvrdnju nema pravih dokaza. Prema nekim teorijama drvene bi izbočine mogla igrati ulogu u reprodukciji močvarnog taksodija. Utvrđeno je da taksodij može potjerati iz korijena osobito kada je korijen osvijetljen pa bi taj aseksualni način reprodukcije mogao biti rezervni način reprodukcije za slučajeve kada je reprodukcija iz sjemena zbog poplave onemogućena.

Na kratkim izbojcima močvarni taksodij ima igličaste listove duge od 0,5 do 2 cm i široke 1-2 mm koji su dvoredni i zavojito raspoređeni, a na dugim izbojcima listovi su ljuskasti i zavojito raspoređeni (Vidaković 1993; Idžojtić 2009). Listovi su svijetlozelene boje, a prije otpadanja poprimaju crvenkastosmeđu boju. Cvjetanje je u ožujku i travnju za vrijeme listanja (Idžojtić 2013). Muški cvjetovi oko 2-3 mm veliki i sakupljeni su u desetak cm dugačkim cvatovima. Ženski češerasti cvatovi kuglasti i zelenkasti, oko 3 mm veliki. Češeri su kuglasti, 2-3,5 cm veliki, sastavljeni od 10-25 češernih ljusaka, a svaka ljuska nosi po jednu ili dvije sjemenke. Češeri dozrijevaju prve godine ujesen i nakon dozrijevanja se raspadaju. Sjemenke su nepravilno trobridne, duž bridova kratko okriljene i do 1,5 cm velike. Sjemenke se zajedno s češernim ljuskama rasprostiru pomoću vode na veće udaljenosti, a pomoću vjetra na kraće udaljenosti – hidrohorna i anemohorna vrsta.

Drvo taksodija je relativno mekano, lako se obrađuje i pogodno je za upotrebu u stolarstvu ili kiparstvu. Budući mu vlaga ne može naštetiti često se koristi u brodogradnji, za riječne stupove te u građevinskoj industriji gdje je ovo drvo našlo široku primjenu – upotrebljava se za različite namjene doslovno od podova pa do šindre.

3.7. Rod *Taiwania* Hayata

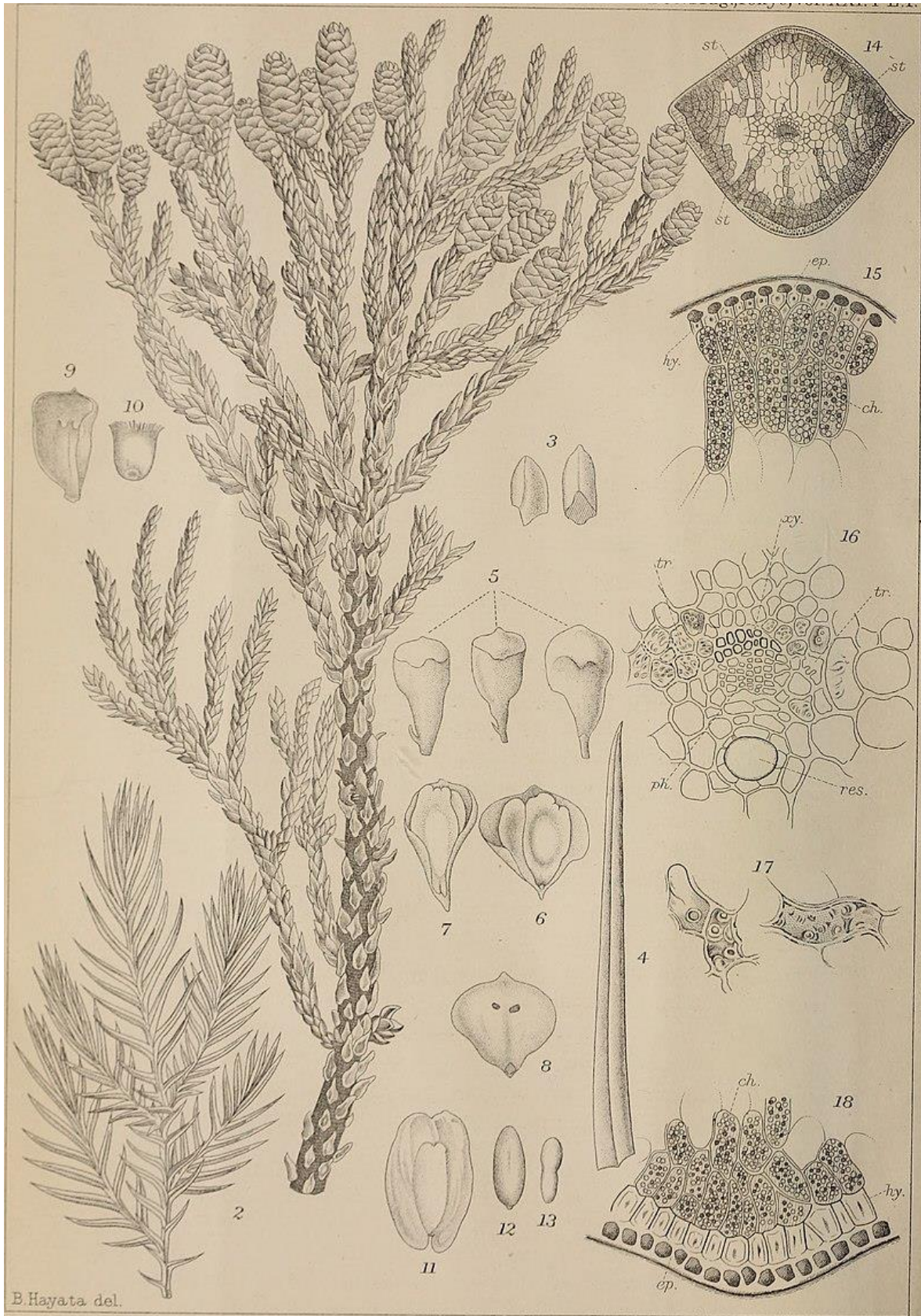
Taiwania cryptomerioides Hayata jedina je vrsta monotipskog roda *Taiwania*. Vrsta ima disjunktan areal – dio se nalazi na Tajvanu, a dio u jugozapadnoj Kini. Te dvije grupe populacija ove vrste jasno se i genetički razlikuju (Chou i dr. 2011).

Ovu vrstu drveća ubrajamo među najviše i najveće azijske vrste (Farjon 2005). Može narasti do čak 90 m u visinu i imati prsni promjer debla do 4 m. Kora tajvanije je smeđe-siva, raspucana u obliku dugih nepravilnih ljustaka. Krošnja je stožasta ili zaobljena. Listovi su vazdazeleni i dimorfni (Slika 9): na mladim stablima do 100 godina starosti su igličasti dužine od 8 do 15 mm, spiralno raspoređeni; a na starijim stablima postaju ljuskasti i nešto kraći, od 3 do 7 mm dugački. Češeri su duljine između 1,5 i 2,5 cm, a sastavljeni su od 15 do 30 češernih ljustaka, od kojih svaka nosi po dvije sjemenke.

Tajvaniju nalazimo na kiselim, crvenim ili smeđim tlima i na predjelima kojima vladaju suptropski i topli kontinentalni klimatski uvjeti s velikom količinom padalina tijekom ljeta i jeseni. Raste na nadmorskim visinama od 500 pa sve do 2800 m, najčešće u mješovitim šumama zajedno sa sljedećim vrstama: *Cunninghamia lanceolata*, *Pinus wallichiana* A.B. Jacks., *Chamaecyparis formosensis* Matsum. i *Tsuga dumosa* (D. Don) Eichler. Ponekad tvori i čiste sastojine. Može doseći starost od preko dvije tisuće godina.

Tajvanija ima mekano, ali i izdržljivo drvo koje se lako obrađuje, a zbog posebnog mirisa u prošlosti je bila osobito cijenjena prilikom izgradnje hramova te kao materijal za izradu ljesova. Koristi se i u brodogradnji te u mostogradnji. U prošlim vremenima ova rijetka i spororastuća vrsta bila je ugrožena ilegalnim sječama koje su vjerojatno smanjile njeno područje rasprostiranja. Danas je tajvanija pod strogom zaštitom kineskih i tajvanskih zakona.

Godine 2019. botanička ekspedicija zaputila se u nacionalni park Shei Pa u centralnom Tajvanu (Everington 2022). Cilj ekspedicije bio je pronaći i zabilježiti stabla iznimne visine koristeći se Lidar tehnologijom. Ubrzo su pronašli jednog kandidata i to na nadmorskoj visini od 2000 m, a kada su ga točno izmjerili tehnikom penjanja na stablo pokazalo se da je ta tajvanija dosegla visinu od 79,1 metar. No taj rekord nije dugo potrajao (Hsiung-feng i Mazzetta 2023); u siječnju 2023. objavljeno je da je nešto zapadnije od nacionalnog parka Shei Pa, u gornjem toku rijeke Daan pronađena i izmjerena jedna tajvanija od čak 84,1 m visine.



Slika 9. *Taiwania cryptomerioides* (botanički časopis Shokubutsugaku zasshi (1907).
 (preuzeto: <https://en.wikipedia.org/wiki/Taiwania>)

4. ZAKLJUČCI

Završni rad daje sistematičan pregled morfoloških karakteristika, bioloških svojstava, ekoloških zahtjeva i specifičnosti vrsta unutar rodova *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Taiwania* i *Taxodium*. Zajednička osobina svih opisanih vrsta jest paleoendemizam, što znači da su u davnoj prošlosti ove vrste zauzimale velike površine sjeverne hemisfere, a danas su ograničene na vrlo male areale i dobrim su dijelom ugrožene. Opisane vrste nekada su taksonomski pripadale porodici Taxodiaceae, no danas ih svrstavamo u veliku porodicu Cupressaceae. Iako su preživjele veliko izumiranje prije 66 milijuna godina, areal svih opisanih vrsta značajno je smanjen početkom Huronijske glacijacije prije 2,5 milijuna godina, a za vrijeme zadnjeg ledenog doba njihovi areali poprimili su današnje obrise. Suvremene klimatske promjene predstavljaju novu prijetnju ovim vrstama, posebice veliki šumski požari koji sve češće zahvaćaju područja na kojima rastu *Sequoia* i *Sequoiadendron*. Stoga je potrebno raditi na očuvanju vrijednih prirodnih populacija ovih "živih fosila", koji nam daju uvid u izgled našeg planeta u prapovijesti.

5. LITERATURA

- Atkinson, B. A., Contreras, D. L., Stockey, R. A., Rothwell, G. W., 2021: Ancient diversity and turnover of cunninghamioid conifers (Cupressaceae): two new genera from the Upper Cretaceous of Hokkaido, Japan. *Botany*. 99 (8): 457–473. <https://doi.org/10.1139/cjb-2021-0005>. ISSN 1916-2790.
- Bajpai, V. K., Baek, K.-H., Kang, S. C., 2017: Antioxidant and free radical scavenging activities of taxoquinone, a diterpenoid isolated from *Metasequoia glyptostroboides*. *South African Journal of Botany*, 111: 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.03.004>.
- Brunsfeld, S. J., Soltis, P. S., Soltis, D. E., Gadek, P. A., Quinn, C. J., Strenge, D. D., Ranker, T. A., 1994: Phylogenetic relationships among the genera of Taxodiaceae and Cupressaceae: evidence from rbcL sequences. *Systematic botany*, 19 (2): 253–262. <https://doi.org/10.2307/2419600>.
- Chaney, R. W., 1950: A revision of fossil *Sequoia* and *Taxodium* in western North America based on the recent discovery of *Metasequoia*. *Transactions of the American Philosophical Society*, 40: 171–263.
- Chou, Y.-W., Thomas, P. I., Ge, X.-J., LePage, B. A. and Wang, C.-N., 2011: Refugia and phylogeography of *Taiwania* in East Asia. *Journal of Biogeography*, 38: 1992–2005. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02537.x>
- Chung, J. D., Lin, T. P., Tan, Y. C., Lin, M. Y., Hwang, S. Y., 2004: Genetic diversity and biogeography of *Cunninghamia konishii* (Cupressaceae), an island species in Taiwan: A comparison with *Cunninghamia lanceolata*, a mainland species in China. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 33 (3): 791–801. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.08.011>.
- DeSilva, R., Dodd, R. S., 2016: Variation in genetic structure and gene flow across the range of *Sequoiadendron giganteum* (giant sequoia). *Proceedings of the Coast Redwood Science Symposium*.
- Ding, W.-N.; Kunzmann, L., Su, T., Huang, J., Zhou, Z.-K., 2018: A new fossil species of *Cryptomeria* (Cupressaceae) from the Rupelian of the Lühe Basin, Yunnan, East Asia: Implications for palaeobiogeography and palaeoecology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 248: 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2017.09.003>.
- Earle, C. J., 2018: *Sequoia sempervirens*. The Gymnosperm Database. <https://www.conifers.org/index.php> (Pristupljeno 12. 09. 2023.)
- Everington, K., 2022: Tallest tree in East Asia discovered in Taiwan. taiwannews.com.tw. Taiwan News. (Pristupljeno 10. 09. 2023.)
- Farjon, A., 2005: Monograph of Cupressaceae and *Sciadopitys*. Royal Botanic Gardens, Kew, 643 str.
- Flint, W. D., 1987: To find the biggest tree. *Sequoia National Forest Association*. p. 94.
- Gadek, P., Alpers, D. L., Heslewood, M., Quinn, C. J., 2000: Relationships within Cupressaceae Sensu Lato: a combined morphological and molecular approach. *American journal of botany*. 87: 1044–1057. <https://doi.org/10.2307/2657004>.
- Harris, S. A., 1989: Relationship of convection fog to characteristics of the vegetation of Redwood National Park". *Diplomski rad*, Humboldt State University, Arcata, Kalifornija.
- Hayashi, Y., 1960: Taxonomical and phytogeographical study of Japanese conifers. *Norin-Shuppan*, Tokyo, 202 str.

- Hsiung-feng, C., Mazzetta, M., 2023: 84.1-meter *Taiwania* tree confirmed as Taiwan's tallest. focus.taiwan.tw. Focus Taiwan. (Pristupljeno 10. 09. 2023.)
<https://doi.org/10.1016/j.ympcv.2012.05.004>.
- Hu, H. H., Cheng, W. C., 1948: On the new family Metasequoiaceae and on *Metasequoia glyptostroboides*, a living species of the genus *Metasequoia* found in Szechuan and Hupeh Bull. Fan Memorial Institute of Biology, 1: 153–161.
- Idžojtić, M., 2004: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 256 str.
- Idžojtić, M., 2009: Dendrologija – List. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 903 str.
- Idžojtić, M., 2013: Dendrologija – Cvijet, češer, plod, sjeme. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 671 str.
- Ishii, H. T., Jennings, G. M., Sillett, S. C., Koch, G. W., 2008: Hydrostatic constraints on morphological exploitation of light in tall *Sequoia sempervirens* trees. *Oecologia*, 156 (4): 751–763. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1032-z>.
- Kimura, M., Kabeya, D., Saito, T., Moriguchi, Y., Uchiyama, K., Migita, C., Chiba, Y., Tsumura, Y., 2013: Effects of genetic and environmental factors on clonal reproduction in old-growth natural populations of *Cryptomeria japonica*. *Forest Ecology and Management*, 304: 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.04.030>.
- Koch, G. W., Sillett, S. C., Jennings, G. M., Davis, S. D., 2004: The limits to tree height. *Nature*. 428: 851–854. <https://doi.org/10.1038/nature02417>.
- Kreissman, B., Lekisch, B., 1991: California, an environmental atlas & guide. Bear Klaw Press. Kalifornija, p. 104.
- Kusumi, J., Tsumura, Y., Yoshimaru, H., Tachida, H., 2000: Phylogenetic relationships in Taxodiaceae and Cupressaceae sensu stricto based on matK gene, chlL gene, trnL-trnF IGS region, and trnL intron sequences. *American Journal of Botany*, 87 (10):1480–88.
- Langlois, G. A. 2005: A conservation plan for *Metasequoia* in China. U: LePage, B. A., Williams, C. J., Yang, H. (Eds.): *The geobiology and ecology of Metasequoia*. Topics in Geobiology, Springer, pp. 367–418. https://doi.org/10.1007/1-4020-2764-8_14.
- Li, X.-D., Huang, H.-W., Li, J.-Q., 2003: Genetic diversity of the relict plant *Metasequoia glyptostroboides*. *Biodiversity science*, 11 (2): 100–108.
<https://doi.org/10.17520/biods.2003014>.
- Li, Y.-Y., Keung Tsang, E. P., Cui, M.-Y., Chen, X.-Y., 2012: Too early to call it success: An evaluation of the natural regeneration of the endangered *Metasequoia glyptostroboides*. *Biological conservation*, 150 (1): 1–4.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.020>.
- Liu, X.-Q., Xia, X.-M., Chen, L., Wang, X.-Q., 2022: Phylogeny and evolution of Cupressaceae: Updates on intergeneric relationships and new insights on ancient intergeneric hybridization. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 177: 107606.
<https://doi.org/10.1016/j.ympcv.2022.107606>.
- Lu, S. Y., Chiang, T. Y., Hong, K. H., Hu, T. W., 1999: Re-examination of the taxonomic status of *Cunninghamia konishii* and *C. lanceolata* based on the RFLPs of a chloroplast trnD-trnT spacer". *Taiwan Journal of Forest Science*. 14: 13–19.
- Ma, J., 2007: A Worldwide survey of cultivated *Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng (Taxodiaceae: Cupressaceae) from 1947 to 2007. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 48(2): 235–253.
[https://doi.org/10.3374/0079032X\(2007\)48\[235:AWSOCM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3374/0079032X(2007)48[235:AWSOCM]2.0.CO;2).

- Muleady-Mecham, N. E., 2017: Endlicher and *Sequoia*: Determination of the etymological origin of the taxon. *Bulletin, Southern California Academy of Sciences*, 116 (2): 137–146. <https://doi.org/10.3160/soca-116-02-137-146.1>. S2CID 89925020.
- Murai, S., 1947: Major forestry tree species in the Tohoku region and their varietal problems. U: Aomori-rinyukai (Ed.): *Kokudo Saiken Zourin Gijutsu Kouenshu*, pp. 131–151. (na japanskom)
- Pakenham, T., 2002: *Remarkable Trees of the World*. W.W. Norton & Company, 191 str.
- Polman, J., Michon, S., Militz, H., Helmink, A. T. F., 1999: The wood of *Metasequoia glyptostroboides* (Hu et Cheng) of Dutch origin. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 57: 215–221. <https://doi.org/10.1007/s001070050044>.
- Ramage, B. S., O'Hara, K. L., Caldwell, B. T., 2010: The role of fire in the competitive dynamics of coast redwood forests. *Ecosphere*, 1 (6): 20. <https://doi.org/10.1890/ES10-00134.1>.
- Shive, K., Brigham, C., Caprio, T., Hardwick, P., 2021: Fire season impacts to giant sequoias. *Sequoia & Kings Canyon National Parks*. (U.S. National Park Service)". www.nps.gov.
- Stone, E. C., Vasey, R. B., 1968: Preservation of coast redwoods on alluvial flats". *Science*. 159: 157–161.
- Stull, G. W., Qu, X. J., Parins-Fukuchi, C., Yang, Y.-Y., Yang, J.-B., Yang, Z.-Y., Hu, Y., Ma, H., Soltis, P. S., Li, D.-Z., Smith, S. A., Yi, T.-S., 2021: Gene duplications and phylogenomic conflict underlie major pulses of phenotypic evolution in gymnosperms. *Nature plants*, 7: 1015–1025. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00964-4>.
- Stull, G. W., Qu, X.-J., Parins-Fukuchi, C., Yang, Y.-Y., Yang, J.-B., Yang, Z.-Y., Hu, Y., Ma, H., Soltis, P. S., Soltis, D. E., Li, D.-Z., 2021: Gene duplications and phylogenomic conflict underlie major pulses of phenotypic evolution in gymnosperms. *Nature Plants*, 7 (8): 1015–1025. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00964-4>. ISSN 2055-0278.
- Sudianto, E., Wu, C.-S., Chaw, S.-M., 2020: The origin and evolution of plastid genome downsizing in southern hemispheric cypresses (Cupressaceae). *Frontiers in plant science*, 11: 901. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00901>.
- Tang, C. Q., Yang, Y., Ohsawa, M., Momohara, A., Hara, M., Cheng, S., Fan, S., 2011: Population structure of relict *Metasequoia glyptostroboides* and its habitat fragmentation and degradation in south-central China. *Biological conservation*, 144(1): 279–289. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.003>.
- Tsumura, Y., Kado, T., Takahashi, T., Tani, N., Ujino-Ihara, T., Iwata, H., 2007: Genome-scan to detect genetic structure and adaptive genes of natural populations of *Cryptomeria japonica*. *Genetics*, 176: 2393–2403.
- Tsumura, Y., Uchiyama, K., Moriguchi, Y., Kimura, M. K., Ueno, S., Ujino-Ihara, T., 2014: Genetic differentiation and evolutionary adaptation in *Cryptomeria japonica*. *G3 Genes|Genomes|Genetics*, 4: 2389–2402. <https://doi.org/10.1534/g3.114.013896>.
- Tsumura, Y., Uchiyama, K., Moriguchi, Y., Ueno, S., Ihara-Ujino, T., 2012: Genome scanning for detecting adaptive genes along environmental gradients in the Japanese conifer, *Cryptomeria japonica*. *Heredity*, 109: 346–360. <https://doi.org/10.1038/hdy.2012.50>.
- Vidaković, M., 1993: Četinjače: morfologija i varijabilnost, Hrvatske šume, Zagreb, 741 str.
- von Siebold, P. F., J. G. Zuccarini. 1835. *Flora Japonica*. Lugduni Batavorum.
- WFO 2021: The World Flora Online, <https://www.worldfloraonline.org/> (Pristupljeno 10. 09. 2023.)

- Wilhite, L. P., Toliver, J. R., 1990: "*Taxodium distichum*". U: Burns, R. M., Honkala, B. H., (Eds.): Conifers. Silvics of North America. Washington, D.C.: United States Forest Service (USFS), United States Department of Agriculture (USDA).
- Williams, C. J., Johnson, A. H., LePage, B. A., Vann, D. R., Sweda, T., 2003: Reconstruction of tertiary *Metasequoia* forests. II. Structure, biomass, and productivity of Eocene floodplain forests in the Canadian Arctic. *Paleobiology*. 29 (2): 271–292. [https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2003\)0292.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2003)0292.0.CO;2).
- Yamazaki, T., 1995: Cryptomeriaceae. U: K. Iwatsuki, T. Yamazaki, D. E. Boufford, H. Ohba (Eds.): Flora of Japan. Volume I, Pteridophyta and Gymnospermae. Kodansha, Tokyo, pp. 264.
- Yang, Z. Y., Ran, J. H., Wang, X. Q., 2012: Three genome-based phylogeny of Cupressaceae s.l.: further evidence for the evolution of gymnosperms and southern hemisphere biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 64 (3): 452–470. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.05.004>. PMID 22609823.
- Yang, Z.-Y., Ran, J.-H., Wang, X.-Q., 2012: Three genome-based phylogeny of Cupressaceae s.l.: Further evidence for the evolution of gymnosperms and Southern Hemisphere biogeography. *Molecular phylogenetics and evolution*, 64(3), 452–470.
- Yasue, M., Ogiyama, K., Suto, S., Tsukahara, H., Miyahara, F., Ohba, K., 1987: Geographical differentiation of natural *Cryptomeria* stands analyzed by diterpene hydrocarbon constituents of individual trees. *Journal of the Japanese Forest Society*, 69: 152–156.
- Zeng, Q., Guan, B., Cheng, X.-R., Wang, C.-H., Jin, H.-Z., Zhang, W.-D., 2013: Chemical constituents from *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng. *Biochemical systematics and ecology*, 50: 406–410. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2013.06.0042>.