

SEDEM DESETLETIJ METASEKVOJE (*METASEQUOIA GLYPTOSTROBOIDES* HU ET CHENG) V SLOVENIJI

SEVEN DECADES OF DAWN REDWOOD (*METASEQUOIA GLYPTOSTROBOIDES* HU ET CHENG) IN SLOVENIA

Iza PETEK^{1*}, Gregor BOŽIČ², Dušan JURČ³, Kristjan JARNI⁴, Robert BRUS⁵

(1) Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozda, iza.petek@gozdis.si

(2) Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, gregor.bozic@gozdis.si

(3) Inštitut za drevo, dusan.jurc@tree-institute.com

(4) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, kristjan.jarni@bf.uni-lj.si

(5) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, robert.brus@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Metasekvoja (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng) je ena najpozneje odkritih drevesnih vrst na Zemlji in hkrati zelo stara vrsta, ki se morfološko skozi milijone let skoraj ni spremenila. Odkrita je bila šele sredi 20. stoletja na Kitajskem, le nekaj let za tem, ko so znanstveniki odkrili njene fosilne ostanke in predvidevali, da gre za izumrlo vrsto. Po odkritju se je o metasekvoji veliko govorilo in pisalo, sadili so jo po vsem svetu z namenom preučevanja, saj je bilo odkritje živih osebkov senzacija za ves botanični svet. Danes se je v luči podnebnih sprememb in ob iskanju novih možnosti za večjo odpornost gozda metasekvoja kot potencialno uporabna vrsta zopet znašla pod drobnogledom. Njeno močno užlebljeno deblo in obstojnost odmrlih vej lahko predstavljajo težavo pri obdelavi njenega proti glivam sicer zelo odpornega lesa, hkrati pa zaradi edinstvenega videza deluje izredno estetsko predvsem v urbanem okolju. Kot gospodarsko vrsto jo uporabljajo ponekod na Kitajskem, v Evropi jo sadijo predvsem v testnih nasadih in v urbanem okolju. V preglednem prispevku je po sedmih desetletjih prisotnosti metasekvoje v Sloveniji podrobneje predstavljena zgodovina njenega odkrivanja, dosedanja uporaba in ocenjen je njen prihodnji potencial.

Ključne besede: Slovenija, *Metasequoia glyptostroboides*, zgodovina, odkritje, lastnosti

ABSTRACT

The dawn redwood (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng) is among the most recently discovered tree species on Earth. It is also a very ancient species that has undergone minimal morphological change over millions of years. The species was identified in the middle of the 20th century in China, a mere few years after scientists had discovered its fossilised remains and presumed it to be extinct. Following its discovery, it became the subject of considerable discussion, written analysis and planting initiatives worldwide, driven by the desire to study the species. The discovery of living specimens was a significant event for the botanical community. In the context of climate change and the search for new strategies to enhance forest resilience, the dawn redwood has recently gained renewed attention as a potentially valuable species. The tree's heavily gnarled trunk and persistence of dead branches can present challenges in processing its highly fungus-resistant wood. However, its distinctive appearance also makes it an aesthetically appealing choice, particularly in urban settings. It is utilised as a commercial species in certain regions of China, but in Europe it is predominantly planted in test plantations and in urban environments. Following seven decades of its presence in Slovenia, this review paper provides a detailed account of its discovery, current utilisation and future potential.

Keywords: Slovenia, *Metasequoia glyptostroboides*, history, discovery, characteristics

GDK 174Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng+16(497.4)(045)=163.6

DOI 10.20315/ASetL.135.3

Prispelo / Received: 22. 07. 2024

Sprejeto / Accepted: 24. 09. 2024



1 UVOD

1 INTRODUCTION

Pred približno 65 milijoni let je zaradi asteroida, ki je zadel Zemljo in posledičnih globalnih podnebnih sprememb izumrlo ogromno število vrst na kopnem in v morju, kar je bilo ugotovljeno iz analiz nanosov in fosilnih ostankov vrst (Alvarez, 1980; Alvarez, 1982; Wilf in sod., 2003). V neogenu je veliko število rastlinskih rodov doživelo dramatične premike in krčenja svojega areala (Florin, 1963; Mai, 1994), ki so običajno povezani z globalnimi podnebnimi spremembami. Rod

Metasequoia je verjetno najboljše dokumentiran primer le teh, saj njena listopadnost omogoča veliko količino fosilnih ostankov. Številni rodovi cipresovk (Cupressaceae) so bili v obdobju krede in v paleogenu široko razširjeni po vsej severni polobli, kar velja tudi za sorodno metasekvojo iz družine taksodijevk (Florin, 1963). V terciarju se je območje razširjenosti rodu močno skrčilo, tako da je preživela le ena reliktna vrsta *Metasequoia glyptostroboides*, ki se je ohranila do danes in naravno raste na meji provinc Hubei, Hunan in Sečuan v osrednji Kitajski (Liu in sod., 2007).

Kot kažejo raziskave (Li, 1999; Liu in sod., 1999), je metasekvoja pokazala precejšnje ekomorfološko raznolikost, vendar je obseg njenih morfoloških variacij skozi vso zgodovino ostal razmeroma stabilen. Kljub svoji skoraj 70 milijonov let dolgi zgodovini je doživela le majhen morfološki razvoj. Zaradi morfološke stabilnosti in občutljivosti za podnebne spremembe bi metasekvoja lahko bila uporaben indikator paleoklime (Liu in sod., 2007).

Navkljub njeni »zgodovinski starosti« pa je vrsta ostala človeku dolgo časa nepoznana in njeno odkrije v dvajsetem stoletju še danes velja za eno največjih botaničnih odkritij v zgodovini (Ma, 2002). Metasekvoja je glede na skupno število danes živih dreves in le majhno razširjenost naravnih populacij tudi ena najuspešnejše obnovljenih ogroženih vrst na svetu (Li in sod., 2012).

Kmalu po odkritju je metasekvoja prišla tudi v Slovenijo. Prvo v Sloveniji in hkrati eno prvih v tedanji Jugoslaviji so leta 1953 posadili v Arboretumu Volčji Potok, sledili so vnosi in nadaljnje razmnoževanje še drugih dreves. Namen pričujočega članka je po sedmih desetletjih sajenja metasekvoje v Sloveniji podrobneje predstaviti zgodovino njenega odkrivanja in vnosa v Slovenijo, kot tudi njene ekološke in morfološke lastnosti, hkrati pa tudi prikazati njeno dosedanje uporabo ter oceniti njen prihodnji potencial. V prispevku smo se osredotočili predvsem na pregled novih doznanj o metasekvoji v tuji in domači znanstveni literaturi v obdobju zadnjih 50 let, to je v obdobju po izidu preglednega prispevka dr. Mirana Brinarja z naslovom Pasekvoja – *Metasequoia glyptostroboides* – nova pomembna eksota, ki je v slovenskem jeziku izšel v Gozdarskem vestniku (Brinar, 1971).

2 PREDSTAVITEV VRSTE

2 SPECIES DESCRIPTION

2.1 Kratek pregled sistematike

2.1 Short overview of systematics

Metasekvoja (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng) spada v deblo semenk (Spermatophyta), poddeblo igličastolistnih golosemenk (Coniferophytina), razred Pinopsida, podrazred storžnjakov (Pinidae), red Pinales, družino taksodijevk (Taxodiaceae) in rod *Metasequoia* (Miki ex Hu et Cheng) (Liu in sod., 1999; Batič in sod., 2003; Ma, 2003). Družina taksodijevk (Taxodiaceae) obsega vednozeleno in listopadna drevesa z igličastimi, srpastimi ali luskastimi listi, nameščenimi spiralasto, le pri rodu *Metasequoia* so listi nameščeni nasprotno. V to družino spadajo rodovi, kot so *Taxodium* (Rich.), *Sequoia* (Endl.), *Sequoiadendron* (J. Buchholz) in *Cryptomeria* (D. Don) (Tutin in sod., 1993; Batič in sod., 2003; Martinčič in sod., 2007). Rod *Metasequoia* je eden od sedmih monotipskih rodov znotraj taksodijevk

(Taxodiaceae) (LePage in sod., 2005). Značilnosti taksodijevk so, da listje ne odpade posamezno, ampak drevo odvrže celotne kratke poganjke in da so listi na poganjkih ter luske na storžih nameščene spiralno. Od teh treh značilnosti ima metasekvoja le eno, in sicer način odpadanja listja. Drugi dve sta značilnost cipresovk (Belder in Wijnands, 1979), kar je tudi razlog, da metasekvojo nekateri uvrščajo med cipresovke (npr. LePage in sod., 2005; Xu in sod., 2022), večina sicer iz razloga, da naj bi bila sedaj ta dva rodova poenotena pod ime cipresovk.

2.2 Odkritje

2.2 Discovery

Zgodovina odkritja metasekvoje seže v leto 1931, ko je Shigero Miki, japonski rastlinski ekolog in paleobotanik (Ma, 2002), raziskoval aluvialne nanose v okolici Kjota na Japonskem in odkril ostanke vodnih rastlin in dreves. Pozornost je usmeril predvsem k vrstam, ki so bile tam prisotne v preteklosti, a jih zdaj v živi obliki ni bilo več. Med ostanki, za katere so predvidevali, da spadajo v rod *Sequoia*, so se nekateri v podrobnostih razlikovali od drugih in prav ti so pritegnili njegovo pozornost. Leta 1938 je ponovno odkril enake storže v glinastih nanosih v Hashimotu, vključno z nekaj skoraj popolnimi primerki z luskastimi listi na spodnjih koncih pecljev (Chaney, 1950). Nabrali so tako storže, ki naj bi pripadali rodu *Sequoia*, kot tudi poganjke, za katere so domnevali, da pripadajo rodu *Taxodium*. Ti poganjki so imeli nasprotno razporejene liste in so bili brez zimskih brstov na vrhu poganjka, kar je zbudilo dodatno zanimanje. Jeseni leta 1940 je Miki v glinastih nanosih v Osusawi našel izjemno dobro ohranjene primerke, s pomočjo katerih je na podlagi nasprotno nameščenih poganjkov in plodnih lusk na storžih opisal nov rod dreves - *Metasequoia* (Chaney, 1950).

Miki je torej prvič odkril vrsto v obliki fosilov leta 1938 in nato leta 1940 s ponovnimi najdbami odkritje nove vrste potrdil. Podrobnosti je objavil leta 1941, a je to zaradi vojnih razmer ostalo skoraj neopaženo (Ma, 2002). Pred odkritjem in opisom fosilov iz poznega miocena in pleistocena so na Japonskem mnoge najdene ostanke, večinoma semenske storže in liste, pripisovali rodovom *Glyptostrobus*, *Sequoia*, *Taxites* in *Taxodium*. Že ob prvih opisih Mikijevih najdenih fosilnih ostankov pa je bilo očitno, da gre za vrsto iz družine taksodijevk, kar je bilo kasneje potrjeno tudi z najdbo živih primerkov (LePage in sod., 2005).

2.3 Zgodovina razširjenosti

2.3 Historical distribution

Fosilne najdbe rodu *Metasequoia* so obsežne in razkrivajo, da je bil ta rod razširjen po Severni Ameriki in

Evraziji od zgodnje pozne krede do plio-pleistocena. Ostanke rodu, ki segajo najdlje v preteklost, so našli v nanosih na zahodu Kanade, na Aljaski in v Rusiji, in sicer segajo v obdobje cenomanija (pred 99,6–93,5 milijona let). Ta ugotovitev nedvomno priča o tem, da je bil rod že v svoji zgodnji evolucijski zgodovini izjemno razširjen. Do zgodnjega terciarja se vzorci razširjenosti niso bistveno spremenili. Edina razlika je bila v tem, da je rod *Metasequoia* sčasoma postal prevladujoči gradnik polarnih listopadnih gozdov. Pomembno je poudariti, da razširjenost tega rodu kaže na njegovo uspešnost v različnih klimatskih in okoljskih razmerah skozi čas, vključno z ekstremnimi temperaturami in posebnimi svetlobnimi razmerami polarnih območij (LePage in sod., 2005).

Glede nekdanjega uspevanja vrste v Evropi so mnena deljena. Morgenthal (1956) poroča, da naj bi bila vrsta po Evropi na splošno razširjena v obdobju krede, medtem ko so v jurskih formacijah dotlej našli njene sledove le v zahodni Franciji. Po drugi strani LePage in sod. (2005) opozarjajo, da v Evropi ni bilo najdenih fosilnih ostankov vrste, čeprav bi jih na tem območju lahko pričakovali.

Le Page in sod. (2005) dodajajo, da naj bi rod *Metasequoia* ostal prisoten v zahodni Sibiriji in kanadskem delu Arktike do poznega pliocena, medtem ko naj bi na Japonskem preživel vse do zgodnjega pleistocena. V jugovzhodni Kitajski naj bi rod v tem času izumrl, vendar se je kasneje ponovno naselil iz Japonske. Razširjenost rodu se je v miocenu očitno močno zmanjšala. Kot vzrok za to navajajo povečano sušnost in globalno ohladitev ter povečano konkurenčnost drugih vrst, zlasti vrst iz družine borovk (Pinaceae) (LePage in sod., 2005). V Severni Ameriki naj bi rod *Metasequoia* preživel vsaj skozi pliocen, medtem ko je v Aziji obstajal vsaj skozi zgodnji pleistocen. Čeprav nimamo fosilnih dokazov iz obdobja holocena, je dejstvo, da je metasekvoja to obdobje v živih populacijah najverjetneje preživela na mokriščih v nižinah ob reki Jangce (Jagels in Equiza, 2007).

Podatki o odkritju in spoznavanju vrste niso popolnoma enotni in tudi ne v celoti znani. Ma (2002) je pri raziskovanju kronologije odkritja vrste ugotovil, da je Wang leta 1943 na Kitajskem slišal za zanimivo neznano drevo v vasi Moudao. Odšel si ga je ogledat in 21. julija 1943 z njega nabral vzorec, ki še danes velja za prvega nabranega te vrste. Wang je vrsto poimenoval *Glyptostrobus pensilis* (Staunton ex D. Don) K. Koch. Glede časa najdbe viri niso enotni. V različnih virih se pojavljajo leta od 1944 do 1946. O tem, kaj se je dogajalo za tem, ena izmed verjetnejših zgodb pripoveduje,

da je asistent Chung-Lun Wu v Wangovi zbirki odkril primerek, ki ni pripadal vrsti *Glyptostrobus pensilis*, ter nato poskrbel za prenos informacij in tega vzorca k profesorju Wan-Chung Chengu. Zgodaj spomladi leta 1946 je Cheng poslal svojega študenta po nove vzorce v Moudao. Nabral jih je z istega drevesa kot Wang ob prvem odkritju. V tem času je Cheng že potrdil, da gre brez dvoma za nov takson. Za pomoč je še isto pomlad prosil Hsen Hsu Huja iz Pekinga, ki je tudi potrdil domnevo o novem taksonu. Hu je vrsto najprej želel poimenovati *Pingia grandis*, vendar je po odkritju dokumenta Mikija iz leta 1941 za rod uporabil ime *Metasequoia*, kot je rod fosilov te vrste poimenoval Miki. Zaradi državljanske vojne sta Hu in Cheng vrsto uradno poimenovala šele maja leta 1948. Jeseni leta 1947 je Cheng ponovno poslal po semena in preučitev tamkajšnje vegetacije, tokrat svojega asistenta. Ta se je vnovič odpravil v Moudao, tam pa od domačinov izvedel še za vas Shui-sha-ba v Dolini metasekvoje, kjer naj bi uspevalo še veliko dreves te vrste. Na obeh lokacijah je nabral semena, skupaj približno 2 kg. Pri odkritju metasekvoje torej ni šlo za najdbo enega posameznika, temveč za sodelovanje več ljudi, ki so pripomogli k odkritju in poimenovanju nove drevesne vrste (Ma, 2002; Ma, 2003). Zaradi njene zanimive zgodovine odkritja so to vrsto poimenovali tudi »živa rastlinska okamenina« (Brinar, 1971) ali »živi fosil« (Brinar, 1971; Williams, 2005; Brus, 2015).

Vrsto so začeli širiti tako na že prej znanih kot tudi novih območjih. Semena so bila iz Kitajske poslana v ZDA, Evropo in druge dele Azije, kamor so prišla decembra 1947 in januarja 1948 (Ma, 2002; Ma, 2003). Prvo metasekvojo zunaj Kitajske so leta 1948 posadili v Bostonu, istega leta so jo prinesli v Evropo (Brus, 2012). To se je zgodilo junija 1948 na mednarodnem botaničnem kongresu na Nizozemskem, kjer so semena razdelili med delegate iz različnih držav. Semena in sadike so se tako začele hitro pojavljati na trgu po vsem svetu. Namen razpošiljanja semen po svetu je bil preprečiti izumrtje vrste, kar se je nazadnje izkazalo za uspešno (Williams, 2005).

Drevesa metasekvoje danes najdemo v večini botaničnih vrtov po svetu (slika 1), v Evropi od Irske na zahodu, do Češke na vzhodu ter od Skandinavije na severu do Mediterana na jugu. Najdemo jih tudi visoko v Katmanduju v Nepalju in na hribovitih Havajih, v Južni Afriki, Avstraliji, Tasmaniji in Novi Zelandiji in tudi na vseh celinah z izjemo Antarktike. Zanimivo je, da je vrsta, ki je v naravi omejena na tako majhno območje, zelo prilagodljiva in uspešna tudi v nasadih in drugih zbirkah *ex situ* (Williams, 2005).



Slika 1: Primerek metasekvoje v botaničnem vrtu v Parizu (foto: R. Brus)

Fig. 1: Dawn redwood specimen in a botanical garden in Paris (photo: R. Brus)

2.3.1 Razširjenost metasekvoje v Sloveniji

2.3.1 Distribution of the dawn redwood in Slovenia

V Sloveniji je metasekvoja razširjena predvsem kot okrasno drevo in je pogosta v parkih in vrtovih po vsej državi. Prvo v Sloveniji in hkrati eno prvih v tedanji Jugoslaviji so leta 1953 posadili v Arboretumu Volčji Potok (v nadaljevanju Arboretum), kjer raste še danes (Brus, 2015; Mastnak, 2023). Iz tega drevesa je Arboretum v naslednjih letih pridobil več potaknjencev in jih od leta 1956 prodajal naprej (Jeglič, 1956). Tudi Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo (danes Gozdarski inštitut Slovenije) v Ljubljani je v začetku 50. let pridobil tri drevesa, ki so služila kot vir potaknjencev za poskuse zakoreninjanja, ki jih je vodil Brinar in poskuse vegetativnega razmnoževanja, ki jih je vodil Eleršek (Jurc, 2021). V Arboretumu je bila leta 1960 posajena večja skupina metasekvoj, vzgojenih v njihovi drevesnici kot klon z matičnega drevesa iz leta 1953 (Mastnak, 2023; Pergovnik, 2023).

V 80. letih 20. stoletja so bila v številnih okrasnih drevesnicah po Sloveniji opazna posamična, iz tujine uvožena in razmnoževanju namenjena drevesa metasekvoje. Tako je poleg množice potomcev matičnega drevesa iz Arboretuma v Sloveniji danes prisotnih tudi

več drugih klonov ali sadik iz semen, katerih izvor večinoma ni znan (Jurc, 2021).

Celo strokovni javnosti malo znan pa je semenski nasad metasekvoje oziroma živi arhiv v Zadobrovi pri Ljubljani, ki ga je v letih 1993 in 1994 osnoval Gozdarski inštitut Slovenije. Aprila leta 1990 so pridobili domorodna semena metasekvoje iz njenih naravnih nahajališč v Sečuanu na Kitajskem. Vse sadike za osnovanje nasada so bile vzgojene iz setve leta 1990 (Jurc, 2021). Pri osnovanju nasada, približne velikosti 220 m × 20 m (4400 m²), je bilo posajenih 316 dreves metasekvoje. V letih 2000 in 2006 so bile v nasadu opravljene analize, kasneje še leta 2020, ko je v nasadu raslo še 127 vitalnih osebkov te vrste.

V Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani je po ocenah strokovnjakov iz združenja International Dendrology Society (IDS), ki so obiskali Slovenijo leta 2022, prav primerek, ki raste v vrtu, eden izmed prvih genotipov, ki so prišli v Evropo. Značilnost teh genotipov naj bi bila velika podolgovata luknja oz. užlebljenost, ki jo prvotni primerki tvorijo v deblu. Ta primerek je ravno v tem unikaten. Glede na izmenjavo semen med botaničnimi vrtovi, ki poteka že od ustanovitve Botaničnega vrta UL, je zelo verjetno, da je slednji kmalu



Slika 2: Užlebljena debela metasekvoj v nasadu drevesnice Gozdarskega inštituta Slovenije v Zadobrovi pri Ljubljani (foto: I. Petek)

Fig. 2: Ridged trunks of dawn redwoods in the Slovenian Forestry Institute plantation at Zadobrova near Ljubljana (photo: I. Petek)

po odkritju metasekvoje zaprosil za njena semena in jo potem tudi vzgajal (Bavcon, 2024).

2.4 Splošni opis vrste

2.4 General species description

Domačini pravijo metasekvoji shui-hsa (shui = voda, hsa = macesen; "vodni macesen"). Prilastek "vodni" opozarja na to, da je vrsta razširjena na Kitajskem ob rekah (Brinar, 1971). Metasekvoja ali pasekvoja, živi fosil, drevo iz časa dinosavrov: to je le nekaj imen, pod katerimi prepoznamo to posebno vrsto. V angleščini je najpogosteje imenovana dawn redwood, včasih tudi water fir ali chinese fir. Poznana so tudi imena, ki izhajajo iz Kitajske, in sicer shui-sha-ba, shui shan ali shui-sa (v dobesednem prevodu to pomeni water fir (Hu, 1948)).

Metasekvoja je listopadno iglasto drevo, ki lahko zraste do višine 35 m, na avtohtonih nahajališčih izjemoma celo do 50 m, in doseže premer do 2 m (Chu in Cooper, 1950; Belder in Wijnands, 1979; Williams, 2005; Brus, 2012). Velja za dolgoživno drevo, ki lahko doseže starost več kot 1000 let (Kozakiewicz in Monder, 2016).

Krošnja metasekvoje je v mladosti stožčasta, pozneje postane široko zaobljena. Deblo je ravno ter spo-

daj močno odebeljeno in globoko rebrasto užlebljeno (slika 2). Skorja je sivkasto ali rdečkasto rjava in pri višji starosti plitvo vzdolžno razpokana ter se lušči v dolgih trakovih. Veje so tanke in izraščajo vodoravno ali rahlo usmerjeno navzgor (Brus, 2012).

Metasekvoja je vetrocvetna in enodomna vrsta (Brus, 2012), pri kateri se moški in ženski cvetovi pojavljajo na različnih vejah istega drevesa (Williams, 2005). Kot večina golosemenk ima dolgo mladostno fazo, preden začne proizvajati semena (Zhao in sod., 2012). Drevesa so sposobna proizvesti ženska socvetja več let prej kot moške cvetove. Raziskave kažejo, da drevo ne proizvede kaljivih semen vse do starosti 25 do 30 let (Williams, 2005).

Poganjki metasekvoje so dveh vrst: dolgi poganjki, ki do jeseni porjavijo in olesenijo, ter kratki poganjki, dolgi od 6 do 15 cm, ki so nasprotno nameščeni, ne olesenijo in jeseni odpadejo. Igllice so ploščate, svetlo zelene, nežne, tope ali zašiljene, vendar ne bodeče (Brus, 2012). Brus (2012) navaja dolžino iglic od 8 do 35 mm, medtem ko Mayer in Schwegler (2005) poročata o dolžini od 1 do 3 cm. Na dolgih poganjkih so iglice razporejene spiralno, medtem ko so na kratkih razporejene dvoredno. Jeseni iglice najprej porumenijo, nato pordečijo in odpadejo skupaj s kratkimi poganjki, med-

tem ko iglice z dolgih poganjkov odpadejo posamično (Brus, 2012).

Moški cvetovi so jajčaste oblike, zaprti veliki od 4 do 6 mm, ko se odprejo, pa dosežejo velikost do 10 mm. Sestavljeni so iz približno 20 prašnikov, združenih v viseče grozde ali klase, ki se razvijejo na koncu lanskoletnih poganjkov (Williams, 2005). Ženski cvetovi se razvijejo posamično na koncu olistanih kratkih poganjkov, so do 6 mm dolgi in zeleno rumeni. Storži dozori decembra v prvem letu in so okroglasti ali valjasti, premera do 2,5 cm, visijo na 2–2,5 cm dolgem peclju in so rjave barve (Brus, 2012). Storži imajo od 22 do 26 okroglih, ščitasto izbočenih in navzkrižno razporejenih plodnih lusk (Brinar, 1971). Običajno so zgornje in spodnje plodne luske sterilne. Plodne luske so na koncu ščitasto odebeljene in močno stisnjene, pod vsako je 5–6 drobnih, do 5 mm dolgih semen, ki so z obeh strani obdani s krilcem in so rjave barve (Brus, 2012). Zaradi svoje majhnosti, lahкости in krilc so idealna za prenos z vetrom. Število semen je približno 540.200 na kilogram (Williams, 2005).

V literaturi se pojavljajo razlike v navedbah časa cvetenja, opraitve in oploditve zaradi različnega podnebja v različnih delih sveta. Metasekvoja pri nas cveti med februarjem in aprilom (Brus, 2012), medtem ko drugod po svetu lahko cvetenje poteka vse do julija (Li, 1999; Mayer in Schwegler, 2005). Williams (2005) navaja, da opraitev poteka februarja ali marca, preden drevo olista, in da storži dozori jeseni (Li, 1999; Williams, 2005). Pozimi sledi odpadanje storžev. Nekje po 40.–60. letu naj bi se produkcija storžev zmanjšala, kar bi lahko bil vzrok za slabše pomlajevane dreves ponekod na Kitajskem (Williams, 2005). Williams (2005) ugotavlja, da semena za kalitev potrebujejo približno 5 do 7 dni. V prvih petih do šestih tednih je lahko umrljivost kalčkov velika, kar je pogosto posledica napada gliv, medtem ko so sadike občutljive za izsušitev (Williams, 2005). Poleg generativnega razmnoževanja je pri metasekvoji uspešno tudi vegetativno razmnoževanje z zelenimi ali olesenelimi potaknjenci (Brus, 2012), kar se uspešno uporablja za njeno reprodukcijo (Brinar, 1971; Kuser, 1998).

2.5 Rastišče

2.5 Habitat

2.5.1 Naravno rastišče

2.5.1 Natural habitat

Metasekvoja izvira iz zelo omejenega hribovitega območja na osrednjem Kitajskem. Je sestavni del mešanih mezofilnih gozdov na nadmorskih višinah med 750 in 1500 m. Gre za majhne in domnevno reliktno populacije, ki naseljujejo gorske doline na vzhodu pro-

vince Sečuan, zahodu province Hubej in severozahodu province Hunan, kjer prevladujejo kislaluvialna tla z ustrežno vlažnostjo (LePage in sod., 2005; Brus, 2012). Povprečna letna temperatura na tem območju znaša približno 13 °C, padavine pa so sezonske, s povprečno letno količino okoli 1300 mm (LePage in sod., 2005). Največja znana naravna populacija metasekvoje danes obsega območje približno 25 km dolžine in 1,5 km širine v dolini Shui-sha-ba (provinca Hubej) (Williams, 2005).

Dolina Shui-sha-ba, znana tudi kot Dolina metasekvoje, se razteza na kraškem območju z razmeroma ravnim dnom. V tem območju teče reka Modao, ki občasno presiha. Tla v dolini so večinoma sestavljena iz peščenjaka, v nižinskih predelih pa prevladuje mešanica usedlin apnenca in peščenjaka (Williams, 2005). Chu in Cooper (1950) sta v začetnih raziskavah opazila, da metasekvoja dobro uspeva na peščenjaku, medtem ko se apnencu raje izogiba. Na naravnem rastišču uspeva zlasti ob bregovih majhnih potokov, med skalami in balvani, ki jih na debelo prekrivajo mahovi in jetrenjaki. Naravno se pomlajuje predvsem na pobočjih, medtem ko so bile na dnu doline drevesa posajena (Chu in Cooper, 1950).

V Dolini metasekvoje ter okoliški regiji so prebivala nomadska ljudstva, katerih potomci so še leta 1950 (in verjetno še danes) živeli v tamkajšnjih gorah. Ti ljudje so migrirali iz Sečuana pred približno 270 leti (Chu in Cooper, 1950). Obseg populacij metasekvoje pred človekovim poselitvenim vplivom je težko opredeliti, vendar je bil verjetno večji, kot je danes. Številni dokazi, na primer posamezna drevesa, ki še danes uspevajo zunaj glavnih gozdnih sestojev, kažejo na to, da so se ohranila še iz časov pred človekovim naseljevanjem tega območja. Prav tako na večjo preteklo razširjenost kažejo sub-fosilni ostanki lesa, najdeni zunaj današnjega območja razširjenosti vrste, celo do Wuhana. Na splošno torej velja mnenje, da sta človekova dejavnost in širitev kmetijskih površin igrali pomembno vlogo pri nedavnem krčenju območij uspevanja metasekvoje (Williams, 2005). Še več, ko je bila naravna vegetacija izpodrinjena ali močno spremenjena, je bilo učinkovito naravno obnavljanje sestojev onemogočeno (Chu in Cooper, 1950). Leta 2002 je v Dolini metasekvoje že primanjkovalo mladih drevesc, sestoji se niso uspešno pomlajevali. Poleg človekovega vpliva je vzroke iskati tudi v podnebnih spremembah, ki so vzajemno vodile do zmanjšanja vlažnosti tal, kar pa je mladim drevesom, občutljivim za pomanjkanje vlage, povzročalo številne težave (Williams, 2005). V naravnem okolju na Kitajskem je bila metasekvoja okrog leta 1948 sicer zaščitena s strani države in prepovedana je bila sečnja

celo najmanjših dreves (Chaney, 1948), kar je veljalo še vsaj do leta 1983 (Bartholomew in sod., 1983). Vrsto je bilo moč najti ob riževih poljih, okoli hiš (Chu in Cooper, 1950; Brinar, 1971), v drevoredih, ob rekah (Chu in Cooper, 1950), bila pa naj bi razglašena tudi za kitajsko nacionalno drevo (Brinar, 1971).

2.5.2 Vpliv svetlobnih razmer

2.5.2 The effect of light conditions

Metasekvoja je svetloljubna vrsta, ki za uspešno rast potrebuje obilo svetlobe, zato jo sadimo na odprta in dobro osvetljena mesta (Brus, 2012). V senčnih razmerah ne uspeva dobro (Williams, 2005). Raziskava nasada na obrežju Save pri Ljubljani je pokazala, da metasekvoje, izpostavljene večji količini svetlobe, bolje rastejo kot tiste v manj osvetljenih delih (Petek in sod., 2022). V čistih sestojih metasekvoj se krošnje hitro strnejo, običajno med 10. in 14. letom starosti, odvisno od gostote dreves v sestojih, kar ustvari temne sestoje, ki ne prepuščajo veliko svetlobe do tal (Williams, 2005). Nasprotno pa Kuser (1998) opisuje sestoje metasekvoje kot svetle, z velikim prepuščanjem svetlobe, kar omogoča rast tako zeliščnim kot grmovnim vrstam. Williams (2005) na drugi strani opozarja, da je posledica slabih svetlobnih razmer v podrasti tudi težava za samo obnavljanje metasekvoje v lastnih sestojih. Kljub temu, da lahko metasekvoja fotosintetizira tudi pri razmeroma šibki svetlobi, ne prenaša dolgotrajnega zastiranja. Če raste pod zastorom, se ob pojavu svetlobnega jaška lahko zgodi, da se ne bo odzvala na povečano količino svetlobe, kar pogosto vodi v njen propad (Williams, 2005).

2.5.3 Vpliv temperaturnih in vlažnostnih razmer

2.5.3 The effect of temperature and water conditions

Za optimalno uspevanje metasekvoj so ključnega pomena tako tople poletne razmere kot zadostna vlaga. Primanjkljaj enega ali drugega lahko privede do manjših prirastkov in bolj vejnatih dreves (Kuser, 1998). Kljub temu gre za prilagodljivo vrsto, ki lahko prenese zmerno sušo, tudi v kombinaciji z izredno nizkimi zimskimi temperaturami (Brus, 2012). Najbolje uspeva na globokih, svežih do vlažnih, vendar zračnih in s hranili bogatih tleh (Brus, 2012). Čeprav najbolje uspeva na vlažnih rastiščih, je dobra odcednost tal ključnega pomena za njeno rast (Kuser, 1982; Kuser, 1998).

Čeprav v literaturi ni izrecnih podatkov o težavah zaradi poletnih suš, opažanja potrjujejo, da je uspešnost rasti posameznih dreves tesno povezana z razpoložljivostjo vode (Kuser, 1998; Williams in sod., 2003;

Williams, 2005). Zaradi listopadnosti je za metasekvojo bolj pomembna ustrezná razporeditev padavin skozi sezono kot njihova absolutna količina (Williams, 2005).

Rezultati analize nasada v drevesnici Gozdarskega inštituta Slovenije na obrečnem rastišču ob Savi v Zadobrovi pri Ljubljani (Petek in sod., 2022) nakazujejo večjo občutljivost metasekvoje za spomladansko pozebo kot tudi ekstremno sušo v vegetacijski dobi z visokimi temperaturami. Poleti 2021 je bilo opaziti slabše odganjanje dreves zaradi spomladanske pozebe, krošnje so bile manj olistane. V naslednjem letu so metasekvoje poleti odvrgele zelene iglice, kar je najverjetneje posledica takratne ekstremne suše, ki je zaznamovala večji del leta. K temu so verjetno pripomogle tudi visoke poletne temperature. Podatki glavne meteorološke postaje Ljubljana Bežigrad kažejo, da je bilo od meseca maja do meseca avgusta 2022 le v mesecu juliju zabeleženih več kot 55 mm padavin, pri čemer je bila povprečna mesečna temperatura julija najvišja v tem letu, in sicer 24,5 °C (Državna meteorološka služba, 2022). Naslednje leto so drevesa v nasadu ponovno ozelenela, vendar ne v celotnih delih krošnje, devet dreves je odmrla kljub dobrim ravnim razmeram leta 2023, še eno pa leto za tem. Regeneracijsko sposobnost vrste z očno deležev ozelenitve krošnje po ekstremnih sušnih dogodkih smo ocenili julija 2024. V analizo smo zajeli vse žive osebkke v nasadu v Zadobrovi.

Rezultati popisa nakazujejo na manjšo regeneracijsko sposobnost metasekvoje za obnovo krošenj v letih po izgubi iglic v vegetacijski dobi kot posledico ekstremnih sušnih dogodkov in pozebe. Dve leti po ekstremni suši si drevesa, ki so v preučevanem nasadu sicer že 30 let uspešno uspevala na homogenem rastišču ob reki Savi v Zadobrovi, si še niso opomogla (slika 3). Delež povprečne vitalne krošnje drevesa v nasadu je bil v drugi vegetacijski dobi po vremenskem ekstremu v povprečju samo 26 %. Kar 88 % od vseh še živih dreves ne more ponovno regenerirati 50 % ali več svoje krošnje (osutost 50 % ali več). Skoraj tretjina (30 %) od vseh pa ima 90 % ali več osute krošnje. Največjo izgubo fotosintetskega aparata krošenj zaradi slabše regeneracijske sposobnosti nakazujejo osebkki, ki uspevajo v notranjih vrstah nasada, in sicer od 79 % do 86 %, medtem ko je opazna nekoliko manjša izguba v zunanjih oz. robnih vrstah (54 % in 73 %). Nobeno izmed dreves ni več razvilo polne krošnje, pogosti so adventivni poganjki. Iz tega sklepamo, da je vrsta zelo občutljiva za takšne ekstremne kombinacije dogodkov, kar kaže na pomanjkanje prilagojenosti dotične drevesne vrste za regeneracijo v novem okolju.



Slika 3: Vidna močna osutost krošenj metasekvoj v nasadu drevesnice Gozdarskega inštituta Slovenije v Zadobrovi pri Ljubljani julija 2024 (foto: G. Božič)

Fig. 3: Visible strong defoliation of dawn redwood canopies in the Slovenian Forestry Institute plantation at Zadobrova near Ljubljana in July 2024 (photo: G. Božič)

2.6 Bolezni in škodljivci

2.6 Diseases and pests

Metasekvoja ima široko ekološko amplitudo in velja za vitalno in prilagodljivo vrsto, ki redko trpi zaradi boleznih ali škodljivcev. Slednje velja tako za sestoj na naravnih rastiščih kot za drevesa, ki so bila prenesena iz njenega naravnega okolja (Brinar, 1971). O vitalnosti in odsotnosti zdravstvenih težav govorijo tudi ankete, narejene na različnih koncih sveta (Kuser, 1982). Čeprav obstajajo poročila o posameznih primerih sušenja vej in rakavih tvorbah, ki jih povzročata gliva *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not., ter o nekaterih drevesih, ki so jih oslabil različni škodljivci, kot so japonski hrošč (*Popillia japonica* Newman, 1841), ščitaste stenice (Pentatomidae), resarji (Thysanoptera) in neidentificirane listojede žuželke, pa poročil o večjem obsegu težav z zgoraj omenjenimi škodljivci ni.

Na Kitajskem so bile na mladih osebkih metasekvoj opažene ličinke dveh vrst moljev, medtem ko so na odraslih osebkih opazili vrečkarje (Psychidae) in ličinke

dveh vrst kozličkov (kitajskega kozlička - *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) in azijskega kozlička - *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1854)). Opažen je bil tudi hrošč vrste *Holotrichia diomphalia* (Bates, 1888). Iz povedanega lahko sklepamo, da so ti škodljivci manj pomembni in da ima metasekvoja v primerjavi z drugimi drevesnimi vrstami manj težav s škodljivci (Kuser, 1982).

2.7 Okrasne sorte

2.7 Ornamental varieties

Običajno sadimo čisto obliko, znanih pa je tudi nekaj okrasnih sort; 'National' ima na primer ozko stebrasto krošnjo (Brus, 2012) in izhaja iz Združenih držav Amerike. Poznamo tudi dve nizozemski, in sicer 'Moerheim', ki ima stožčasto krošnjo, zaprt položaj iglic, ravno deblo in navzgor nagnjene veje. Slabost je, da je nagnjen k razvoju dvojnega debla. Druga nizozemska sorta pa je 'Vada' in ima hitrejšo rast, ne razvije dvojnega debla ter ima skoraj horizontalno nameščene veje. Deblo je manj

ravno kot pri sorti 'Moerheim', bolj gladko in svetlejšje barve. Znana je tudi angleška sorta 'Emerald Feathers' (Belder in Wijnands, 1979), poznamo pa še 'Golden Dawn', 'Gold Rush', 'Green Mantle', 'Bonsai', 'IFG', 'Jack Frost', 'Matthaei Broom', 'Miss Grace', 'Nitschke Cream', 'Prof Ching', 'Prof Li', 'Rowena', 'Rutgers Select', 'Sheridan Spire', 'Shui San', 'Spring Cream', 'White Spot', 'Waa-land' (Nugue, 2005). Obstoj več kot dvajsetih okrasnih sort kaže na to, da je vrsta sposobna proizvajati različne morfotipe (LePage in sod., 2005).

2.8 Uporaba

2.8 Use

Metasekvoja ima nekaj slabih gospodarskih lastnosti, in sicer velika stopnja užlebljenosti debla vodi do vraščene skorje, obstojnost odmrlih vej pa daje zelo grčast les. Zaradi le teh je izdelava visokokakovostnih izdelkov iz masovnega lesa precej otežena. Vendar pa je zaradi velike odpornosti proti glivam (Polman in sod., 1999; Wengert, 2019) in drugih lastnosti lahko vseeno zelo primerna za manjše zunanje konstrukcije, unikatne izdelke ipd. (Polman in sod., 1999). Čeprav je les verjetno premehak za kritino, bi ga lahko uporabili za hišne obloge, dele čolnov, zunanje pohištvo, vrtno ograjo, rezbarije in podobne izdelke, ki ne potrebujejo močnega lesa (Wengert, 2019). Zaradi svoje velike dimenzijske stabilnosti (z vidika krčenja in nabrekanja lesa) je zelo primeren za npr. lesene okrase in dodatke (Kozakiewicz in Monder, 2016).

Zaradi navedenih značilnosti vloge metasekvoje kot potencialne nove drevesne vrste za sadnjo v naših gozdovih ne prepoznavamo kot vrste za prihodnje generacije gozdov, niti kot primes, saj razen vrstne pestrosti ne prinaša večjih prednosti. Metasekvoja pri nas namreč ne spada med gospodarsko pomembne drevesne vrste, les bi bil težje uporabljen in zanimiv le v zelo majhnem obsegu, s povečevanjem možnosti za ekstremne dogodke pa si z njo tudi ne obetamo preveč dobrih izidov preživetja in vitalnosti v naših razmerah. Njen največji potencial leži torej v estetski funkciji, v urbanem okolju, kjer pa je lahko marsikje nepogrešljiva.

Vnos tujerodnih vrst v gozdove sicer ni prepovedan, mora pa biti v skladu s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave, rabo gozdnega reprodukcijskega materiala in v skladu z gozdnogospodarskimi načrti. Za vnose novih vrst za oblikovanje gozdov za prihodnost je treba razviti metodologije s celostnim pristopom z integriranim načelom obvladovanja tveganj. Pomembno je, da se odločitve sprejemajo tudi na podlagi rezultatov analiz dolgoročnih preučevanj uspevanja vrste v poskusnih nasadih, njene odzivnosti na kombinacije ekstremnih dogodkov in njene sposobnosti postopne regeneracije tudi v pove-

zavi s pojavom redkih dogodkov v kritičnih kombinacijah ekstremne suše in visokih temperatur zraka.

3 POVZETEK

Od leta 1943, ko so odkrili prve žive primerke metasekvoje v naravi, je ta vrsta postala ena izmed najbolj razširjenih drevesnih vrst po svetu. Čeprav jo večinoma najdemo v urbanih okoljih, kot so parki, arboretumi in nasadi, se je v nekaterih primerih že spontano širila tudi v naravi oz. gozdu (Urweltmammutbaum ..., b. l.). Metasekvoja je veljala v času odkritja za pravo senzacijo, se je pa število raziskav in poskusov na tej vrsti v zadnjem času bistveno zmanjšalo. Podobno zmanjšanje zanimanja velja tudi za slovenski prostor, saj se po Brinarju (1971) o tej vrsti ni več kaj dosti pisalo.

Glede taksonomskega položaja in družine, kamor bi uvrstili metasekvojo, še ni popolnega konsenza med avtorji. Nekateri tuji avtorji jo uvrščajo med cipresovke (npr. LePage in sod., 2005; Xu in sod., 2022), večinoma iz razloga, da naj bi bila sedaj ta dva rodova poenotena pod skupno ime cipresovk, velik del avtorjev pa jo še uvršča pod taksodijevke (Tutin in sod., 1993; Batič in sod., 2003; Martinčič in sod., 2007; Brus, 2012). Zgodba o odkritju te vrste sega v leto 1931, ko so znanstveniki na Kitajskem odkrili prve ostanke te vrste. Leta 1941 je japonski rastlinski ekolog in paleobotanik Shigero Miki na podlagi dobro ohranjenih fosilnih ostankov opisal to drevesno vrsto kot novo vrsto. Zaradi vojne pa je uradno poimenovanje ta vrsta dobila šele leta 1948 (Ma, 2002).

Rod *Metasequoia* je že v svoji zgodnji evlucijski zgodovini dosegel veliko razširjenost (LePage in sod., 2005). V Severni Ameriki je rod preživel vsaj skozi pliocen, v Aziji pa skozi zgodnji pleistocen. Fosili iz holocena manjkajo na obeh celinah, kljub temu, da je metasekvoja preživela verjetno v mokriščih v nižinah vzdolž reke Jangce (Jagels in Equiza, 2007). Na Kitajskem so njena naravna rastišča na zelo majhnem hribovitem območju, predvsem v gorskih dolinah na vzhodu province Sečuan, zahodu province Hubej in severozahodu province Hunan (LePage in sod., 2005; Brus, 2012). Najbolj znana lokacija je t. i. dolina metasekvoje oziroma dolina Shui-sha-ba (provinca Hubej), kjer je danes največja naravna populacija metasekvoje (Williams, 2005).

V Sloveniji je metasekvoja razširjena predvsem kot okrasno drevo in je pogosta po parkih in vrtovih po vsej državi. Prvo drevo te vrste v Sloveniji, obenem pa eno prvih v tedanji Jugoslaviji, so posadili leta 1953 v Arboretumu Volčji Potok, kjer uspeva še danes (Brus, 2015; Mastnak, 2023). Celo strokovni javnosti pa je le malo znan semenski nasad metasekvoje oziroma živi arhiv v Zadobrovi pri Ljubljani, ki ga je v letih 1993 in 1994 osnoval Gozdarski inštitut Slovenije.

Metasekvoja velja za svetloljubno vrsto, ki prenese zelo malo zasenčenja (Brus, 2012). Vpliv svetlobe na rast je potrdila tudi raziskava nasada na obrežju Save v Zadobrovi pri Ljubljani (Petek in sod., 2022). Njeno višinsko priraščanje je v mladosti zelo intenzivno, kasneje pa se le to upočasnjuje (Hendricks in Søndergaard, 1998). Izzivi vrste se kažejo v tej svetloljubnosti, saj naj bi se metasekvoja sama težko pomlajevala celo v svojih, čistih sestojih (Williams, 2005). Težavo ima lahko tudi z avtotoksičnostjo svojega opada (Xu in sod., 2022). Popolnoma drugačen izziv pa je uporaba vrste v gospodarske namene in na splošno obdelava njenega lesa, na kar opozarja že Brinar (1971).

Metasekvoja velja za vitalno in zdravo drevesno vrsto, ki nima znanih večjih škodljivcev ali boleznih, ki bi jo pestile, niti zunaj njenega naravnega območja (Kuser, 1982). Omeniti velja tudi njeno veliko ekološko prilagodljivost, kar lahko v luči podnebnih sprememb igra pomembno vlogo pri njenem ohranjanju.

S primerjavo dela Brinar (1971) in kasnejšimi viri smo ugotovili, da je bila že takrat, torej pred približno petdesetimi leti, poznana večina lastnosti metasekvoje, saj se kasnejši viri ujemajo s temi ugotovitvami. Brinar je v svojem delu prikazal zgodovino odkritja vrste, njene morfološke in biološke značilnosti ter lastnosti njenega razmnoževanja.

Čeprav smo si želeli v tej vrsti spoznati lastnosti, ki bi lahko utemeljevale potencialno uporabnost vrste za primes v okolju gozdov prihodnosti, pa vse ugotovitve kažejo na to, da je metasekvoja kot vrsta za naše razmere primerna le v bolj urbanem okolju z estetsko funkcijo, v gozdu pa nam le ta ne bi prinesla velike dodane vrednosti. Razlogi se skrivajo v nezanimivosti za gospodarjenje, predvsem pa v njenem (ne)preživetju v ekstremnejših razmerah, ki pa smo jim sedaj s podnebnimi spremembami priča vse pogosteje.

Na to nakazuje tudi rezultat analize nasada Zadobrovi pri Ljubljani v povezavi z reakcijsko sposobnostjo vrste za preživetje in regeneracijo po spomladanski pozebi ter z ekstremnim dogodkom kombinacije suše in visokih temperatur. Skoraj tretjina dreves ima osutost krošnje 90 % ali več še v drugi vegetacijski dobi po ekstremnih dogodkih.

Glede na v tem prispevku omenjene lastnosti metasekvoje kot drevesne vrste je v naših gozdovih ne vidimo kot močno potencialno vrsto za prihodnje generacije gozdov niti kot primes, saj razen vrstne pestrosti ne prinaša večjih prednosti. Za vnos nove vrste v gozdni prostor je treba razviti metodologije s celostnim pristopom pri oblikovanju prihodnjih gozdov z integriranim načelom obvladovanja tveganj. Pomembno je, da se odločitve sprejemajo tudi na podlagi rezultatov

dolgoročnih raziskav uspevanja vrste v poskusnih nasadih, njene odzivnosti na kombinacije ekstremnih dogodkov in njene sposobnosti postopne regeneracije po ekstremni suši in vročini.

4 SUMMARY

Since the initial discovery of wild dawn redwood (*Metasequoia glyptostroboides*) specimens in 1943, this species has become one of the most widely distributed tree species globally. Although it is predominantly found in urban environments such as parks, arboreta and plantations, it has, on occasion, also been observed to spread spontaneously in nature or in forests (*Urweltmammutbaum ...*, 2011). Despite the initial excitement surrounding its discovery, studies on the species have recently decreased. There has been a similar decline in interest in Slovenia, with little research being published since Brinar (1971).

Regarding the taxonomic position and family classification of *Metasequoia*, there is still no complete consensus among authors. Some authors classify it among the Cupressaceae family (e.g. LePage et al., 2005; Xu et al., 2022), primarily due to the fact that these two genera are now considered to be unified under the common name of Cupressaceae. A significant number of authors continue to classify it within the Taxodiaceae family (Tutin et al., 1993; Batič et al., 2003; Martinčič et al., 2007; Brus, 2012). The story of the discovery of this species dates back to 1931, when scientists in China discovered the first remains. In 1941, Japanese plant ecologist and paleobotanist Shigero Miki, based on well-preserved fossil remains, described this tree as a new species. However, the species was not officially named until 1948 due to the prevailing circumstances of the war (Ma, 2002).

The genus *Metasequoia* achieved considerable geographical distribution at an early stage of its evolutionary history (LePage et al., 2005). It is known to have survived at least until the Pliocene in North America and the early Pleistocene in Asia. Fossils from the Holocene are absent from both continents, although the dawn redwood persists, likely in wetlands in the lowlands along the Yangtze River (Jagels and Equiza, 2007). In China, its natural habitat is confined to a small hilly area, situated primarily in the mountain valleys of eastern Sichuan, western Hubei, and northwestern Hunan provinces (LePage et al., 2005; Brus, 2012). The most well-known location is the so-called *Metasequoia Valley*, also known as *Shui-sha-ba Valley*, in Hubei Province, which hosts the largest natural population of the dawn redwood is currently found (Williams, 2005).

In Slovenia, the dawn redwood is predominantly

utilised as an ornamental tree, with a prevalence in parks and gardens across the country. The first tree of this species in Slovenia, and one of the first in Yugoslavia at the time, was planted in 1953 at the Volčji Potok Arboretum, where it continues to flourish to this day (Brus, 2015; Mastnak, 2023). Nevertheless, the dawn redwood seed plantation, or rather the living archive in Zadobrova near Ljubljana, established in 1993 and 1994 by the Forestry Institute of Slovenia, remains relatively obscure, even among the professional community.

The dawn redwood is considered a light-loving species that tolerates very little shading (Brus, 2012). The influence of light on growth was also confirmed in a study of a plantation situated on the banks of the Sava River in Zadobrova, in the vicinity of Ljubljana (Petek et al., 2022). The tree exhibits a rapid increase in height during its juvenile phase, which subsequently decelerates (Hendricks and Søndergaard, 1998). Challenges for the species include its difficulty rejuvenating even in pure stands (Williams, 2005). It can also have a problem with the autotoxicity of its litter (Xu et al., 2022). A different challenge is its limited use for economic purposes and wood processing, as already pointed out by Brinar (1971).

The dawn redwood is considered a vital and healthy tree species with no known major pests or diseases affecting it, even outside its natural range (Kuser, 1982). Its notable ecological adaptability may play an important role in its preservation in light of climate change.

Comparing the work of Brinar (1971) with later sources, we found that most of the properties of the species were already known at that time, with later sources agreeing with these findings. Brinar presented the history of the discovery of the species, its morphological and biological characteristics, and the characteristics of its reproduction.

Despite our initial intention to ascertain the characteristics of this species that could justify its potential use in future forest environments, the findings indicate that dawn redwood is best suited to urban settings for aesthetic purposes in this part of the world. In a forest context, it would offer little additional value. This can be attributed to limited interest in managing it and, more notably, its inability to survive in more extreme conditions, which are becoming increasingly prevalent due to climate change.

This is further supported by the findings from an analysis of the plantation at Zadobrova near Ljubljana, which demonstrated the species' limited capacity to survive and regenerate following spring frost and extreme drought and high temperatures. Almost a third of the trees showed 90% or more canopy defoliation even

in the second growing season after the extreme events.

In light of the characteristics of dawn redwood outlined in this paper, we conclude that this species does not represent a strong potential for future generations of forests in our region, even as an admixture, as it does not offer any significant advantages beyond the provision of species diversity. The introduction of a new species into a forest space necessitates the development of methodologies that adopt a holistic approach to the design of future forests, integrating risk management principles. Such decisions should be based on the findings of long-term studies examining the species' performance in experimental plantations, its response to combinations of extreme events, and its capacity to gradually regenerate following extreme drought and heat.

ZAHVALA

ACKNOWLEDGEMENTS

Zahvaljujemo se Matjažu Mastnaku, direktorju Arboretuma Volčji Potok, in dr. Jožetu Bavconu, vodji Botaničnega vrta Univerze v Ljubljani, za podane informacije o prvi pojavnosti metasekvoje v Sloveniji. Raziskavo sta delno financirala Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS v okviru raziskovalnih programov P4-0107, P4-0430, P4-0059 in Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije (Naloga 3). Prav tako najlepša hvala anonimnemu recenzentu in lektorju, ki sta pripomogla k izboljšanju tega prispevka.

VIRI

REFERENCES

- Alvarez L.W., Alvarez W., Asaro F., Michel H.V. 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction: experimental results and theoretical interpretation. *Science*, 4448: 1095–1108. <https://doi.org/10.1126/science.208.4448.1095>
- Alvarez L.W. 1982. Experimental evidence that an asteroid impact led to the extinction of many species 65 million years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 80: 627–642.
- Bartholomew B., Boufford D.E., Spongberg S.A. 1983. *Metasequoia glyptostroboides* – its present status in central China. *Journal of the Arnold Arboretum*, 64: 105–128.
- Batič F., Wraber T., Turk B. 2003. Pregled rastlinskega sistema: s seznamom rastlin in navodili za pripravo študentskega herbarija: za študente gozdarstva in krajinske arhitekture. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
- Bavcon J. 2024. »Metasekvoja v Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani«. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (osebni vir, 2024).
- Belder J., Wijnands D.O. 1979. *Metasequoia glyptostroboides*. *Dendroflora*, 15/16: 24–35.
- Brinar M. 1971. Pasekvoja – *Metasequoia glyptostroboides* – nova pomembna eksota. *Gozdarski vestnik*, 29, 8: 257–264. <https://zgds.si/wp-content/uploads/2017/01/gozdarskiVestnik1971.pdf> (15. 11. 2024).

- Brus R. 2012. Drevesne vrste na Slovenskem. 2. dopolnjena izd. Ljubljana, samozaložba.
- Brus R. 2015. Dendrologija za gozdarje: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Chaney R.W. 1948. »As remarkable as discovering a living dinosaur«: Redwoods in China. *Arnoldia: Metasequoia* after fifty years, 58/59, 4/1: 23–32. <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/251365> (15. 11. 2024).
- 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, 3: 171–263. <https://www.jstor.org/stable/pdf/1005641.pdf> (15. 11. 2024).
- Chu K.L., Cooper W.S. 1950. An ecological reconnaissance in the native home of *Metasequoia glyptostroboides*. *Ecology*, 31, 2: 260–278. <https://doi.org/10.2307/1932391>
- Državna meteorološka služba. 2022. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. <https://shorturl.at/irCEM> (3. 11. 2022).
- Florin R. 1963. The distribution of conifer and taxad genera in time and space. *Acta Horti Bergiani*, 20: 121–326.
- Hendricks D.R., Søndergaard P. 1998. *Metasequoia glyptostroboides*: 50 years out of China: observations from the United States and Denmark. *Dansk Dendrologisk Årsskrift*, 16: 6–23.
- Hu H.H. 1948. How *Metasequoia*, the »Living Fossil«, was discovered in China. *Arnoldia: Metasequoia* after fifty years, 58/59, 4/1: 4–7.
- Jagels R., Equiza M.A. 2007. Why did *Metasequoia* disappear from North America but not from China. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History*, 48, 2: 281–290. [https://doi.org/10.3374/0079-032X\(2007\)48\[281:WDMDFN\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3374/0079-032X(2007)48[281:WDMDFN]2.0.CO;2)
- Jeglič C. 1956. Arboretum Volčji potok. Ljubljana, Kmečka knjiga.
- Jurc D. 2021. »Živi arhiv metasekvoje pri Zadobrovi«. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije (osebni vir, 2021).
- Kozakiewicz P., Monder S. 2016. Physical and mechanical properties and anatomy of metasequoia wood (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng).
- Kuser J.E. 1982. *Metasequoia* keeps on growing. *Arnoldia*, 42, 3: 130–138.
- Kuser J.E. 1998. *Metasequoia glyptostroboides*: fifty years of growth in North America. *Arnoldia*, 58/59, 4/1: 76–80.
- LePage B.A., Yang H., Matsumoto M. 2005. The geobiology and ecology of *Metasequoia*. Springer.
- 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: 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.020>
- Li J. 1999. *Metasequoia*: an overview of its phylogeny, reproductive biology, and ecotypic variation. *Arnoldia: Metasequoia* after fifty years, 58/59, 4/1: 54–59.
- Liu Y.-J., Li C.-S., Wang Y.-F. 1999. Studies on fossil *Metasequoia* from north-east China and their taxonomic implications. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 130, 3: 267–297. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1999.tb00523.x>
- Liu Y.-J., Arens N.C., Li C.-S. 2007. Range change in *Metasequoia*: relationship to palaeoclimate. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 154, 1: 115–127. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2007.00597.x>
- Ma J. 2002. The history of the discovery and initial seed dissemination of *Metasequoia glyptostroboides*, a »Living Fossil«. *A journal of systematic and evolutionary botany*, 21, 2: 65–75. <https://doi.org/10.5642/aliso.20022102.04>
- Ma J. 2003. The chronology of the »living fossil« *Metasequoia glyptostroboides* (Taxodiaceae): a review (1943–2003). *Harvard Papers in Botany*, 8, 1: 9–18.
- Mai D.H. 1994. Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. Gustav Fischer Verlag.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan J., Podobnik A., Turk B., Vreš B., Ravnik V., Frajman B., Strgulc-Krajšek S., Trčak B., Bačič M., Fischer M.A., Eler K., Surina B. 2007. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk. 4., dopolnjena in spremenjena izd. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.
- Mastnak M. 2023. »Metasekvoja v Arboretumu Volčji Potok«. *Arboretum Volčji Potok (osebni vir, 2023)*.
- Mayer J., Schwegler H.-W. 2005. Katero drevo je to?: Drevesa, grmi, okrasne lesnate rastline. Kranj, Narava.
- Morgenthal J. 1956. Die Nadelgehölze. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.
- Nugue C. 2005. Cultivars of *Metasequoia glyptostroboides*. V: The geobiology and ecology of *Metasequoia*. LePage B. A., Williams C. J., Yang H. (ur.). (Topics in Geobiology, 22). Springer: 361–366. https://doi.org/10.1007/1-4020-2764-8_13
- Pergovnik L. 2023. »Metasekvoja v Arboretumu Volčji Potok«. *Arboretum Volčji Potok (osebni vir, 2023)*.
- Petek I., Božič G., Jurc D., Jarni K., Brus R. 2022. Rast in kakovost metasekvoje (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng) v živem arhivu pri Ljubljani. *Gozdarski vestnik*, 3: 129–143. <https://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=15367> (15. 11. 2024).
- Polman J.E., Michon S.G.L., Militz H., Helminck 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>
- Pravilnik o varstvu gozdov. 2009. Uradni list RS, št. 114/09. <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV9492> (6. 9. 2024).
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A. 1993. Flora Europaea, Volume 1, Psilotaceae to Platanaceae. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press.
- Urweltmammutbaum oder Chinesisches Rotholz (*Metasequoia glyptostroboides*). b. l. http://www.projekt-mammutbaum.de/cms/front_content.php?idart=63 (18. 1. 2021).
- Wengert G. 2019. Dawn redwood: a living fossil. *Woodworking Network*. <https://www.woodworkingnetwork.com/wood/wood-explorer/dawn-redwood-livingfossil> (17. 1. 2021).
- Wilf P., Johnson K.R., Huber B.T. 2003. Correlated terrestrial and marine evidence for global climate changes before mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 2: 599–604. <https://doi.org/10.1073/pnas.0234701100>
- Williams C.J., LePage B.A., Vann D.R., Tange T., Ikeda H., Ando M., Kusakabe T., Tsuzuki H., Sweda T. 2003. Structure, allometry, and biomass of plantation grown *Metasequoia glyptostroboides* in Japan. *Forest Ecology and Management*, 180: 287–301. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00567-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00567-4)
- Williams C.J. 2005. Ecological characteristics of *Metasequoia glyptostroboides*. V: The geobiology and ecology of *Metasequoia*. LePage B.A., Williams C.J., Yang H. (ur.). Springer: 285–304. https://doi.org/10.1007/1-4020-2764-8_9
- Xu L., Yao L., Ai X., Guo Q., Wang S., Zhou D., Deng C., Ai X. 2022. Litter autotoxicity limits natural regeneration of *Metasequoia glyptostroboides*. *New Forests*, 54: 897–919. <https://doi.org/10.1007/s11056-022-09941-x>
- Zhao Y., Thammannagowda S., Staton M., Tang S., Xia X., Yin W., Liang H. 2012. An EST dataset for *Metasequoia glyptostroboides* buds: the first EST resource for molecular genomics studies in *Metasequoia*. *Planta: an international journal of plant biology*, 237: 755–770. <https://doi.org/10.1007/s00425-012-1783-y>