

INVAZIVNA TUJERODNA VRSTA VELIKI PAJESEN (*AILANTHUS ALTISSIMA*) V SLOVENIJI

INVASIVE ALIEN SPECIES TREE OF HEAVEN (*AILANTHUS ALTISSIMA*) IN SLOVENIA

Jan JERMAN

Strokovni članek

Ključne besede: invazivne tujerodne vrste, *Ailanthus altissima*, monitoring, obvladovanje, odstranjevanje, Natura 2000

Key words: invasive alien species, *Ailanthus altissima*, monitoring, management, removal, Natura 2000

IZVLEČEK

Veliki pajesen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) je invazivna tujerodna rastlina, ki izvira iz Kitajske. Vrsta je na seznamu invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo, v skladu z Uredbo (EU) št. 1143/2014. V Sloveniji je razširjena praktično povsod, gostejše populacije se nahajajo na območju Krasa, Prekmurja in v osrednji Sloveniji. Zaradi hitre rasti, velikega števila semen in alelopatskih učinkov hitro preraste avtohtono vegetacijo, degradira habitate ter ogroža biotsko raznovrstnost in delovanje ekosistemov. Ogroža predvsem suha travišča, gozdne robove, obrečne pasove in mestne zelene površine, kjer izpodriva avtohtone rastline in spreminja lastnosti tal. Mehansko odstranjevanje, dolgoročno spremljanje njegove razširjenosti in razvijanje novih učinkovitih in za okolje sprejemljivih metod zatiranja lahko upočasni ali zaustavi njegovo širjenje. Ukrepanje s sintetičnimi herbicidi v naravnem okolju je v Sloveniji zakonsko prepovedano, zato se z velikim pajesnom primarno spopadamo s puljenjem, obročkanjem in sečnjo. Obetaven ukrep je tudi novo bioherbicidno sredstvo Ailantex, ki deluje na osnovi virulentne glive rodu *Verticilium*, ki povzroča venenje velikega pajesna, vendar njegova uporaba v Sloveniji še ni odobrena.

ABSTRACT

Tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) is an invasive alien plant species that originates from China. The species is on the list of invasive alien species of Union concern in accordance with Regulation (EU) No 1143/2014. It is widespread in Slovenia, with a denser population in the Karst region, Prekmurje region as well as the central Slovenia region. Due to its rapid growth, large number of seeds and allelopathic effects, it quickly overgrows native vegetation, degrades habitats and threatens biodiversity and ecosystem functioning. It threatens mainly dry grasslands, forest edges, riparian zones and urban green areas, where it displaces native plants and changes soil properties. Mechanical removal, long-term monitoring of its distribution and development of new effective and environmentally acceptable control methods can slow or stop its spread. The use of synthetic herbicides in the natural

environment is prohibited by law in Slovenia, so we primarily deal with the tree of heaven by pulling, girdling and felling. Another promising measure is the new bioherbicide Ailantex, which acts on the basis of a virulent fungus of the genus *Verticilium* that causes wilting of the tree of heaven, but its use in Slovenia has not yet been approved.

1 UVOD

Invazivne tujerodne vrste (v nadaljevanju ITV) predstavljajo resno grožnjo biotski raznovrstnosti in povezanim ekosistemskim storitvam. Evropska unija je leta 2014 sprejela Uredbo (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta ter Sveta o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst za zmanjšanje negativnih vplivov ITV na biodiverziteti in povezane ekosistemske storitve. Izvedbena uredba Komisije (EU) 2017/1263 o posodobitvi seznama invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo (2017), je vrsto veliki pajesen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) uvrstila na seznam Unije. Za vse invazivne vrste velja, da je preprečevanje naselitve z gospodarskega in ekološkega vidika učinkovitejše kot upravljanje z njimi in njihovimi negativnimi vplivi po invaziji (Heywood in Brunel, 2008). Posebno pozornost je treba nameniti ekosistemom z dobro ohranjeno naravo. Kodeksi ravnanja in smernice Sveta Evrope ter Strokovne skupine za invazivne vrste (ISSG) navajajo informiranje ljudi o ITV in njihovih negativnih vplivih, pravilno identificiranje vrst, zamenjava invazivnih tujerodnih vrst z neinvazivnimi ali domorodnimi, ozaveščanje ljudi o nevarnostih vnašanja tujerodnih rastlin v naravo, seznanitev z zakonodajo na področju ITV in sodelovanje z drugimi organizacijami, ki delujejo na področju ravnanja s tujerodnimi vrstami (Heywood in Brunel, 2008). V članku podajamo zgoščen pregled informacij o velikem pajesnu, ki smo ga poleg virov, navedenih v tekstu, sestavili tudi iz vsebine spletnih strani, navedenih v virih. V pregledu smo poseben poudarek namenili učinkovitosti ukrepov za obvladovanje velikega pajesna.

2 OPIS VRSTE

2.1 BIOLOGIJA VELIKEGA PAJESNA

Veliki pajesen je listopadno drevo iz družine Simaroubaceae, ki zraste 17–30 m v višino in doseže 130 let, povprečno pa okrog 50 let starosti. Obstajajo tri varietete velikega pajesna; *Ailanthus altissima* var. *altissima* je najpogostejša in največkrat obravnavana v strokovni literaturi. Listi so dolgopecljati in lihopernato sestavljeni, dolgi med 30 in 100 cm in spiralno nameščeni na veje. Sestavljeni so iz 10–40 posameznih lističev dolžine 6–20 cm ter širine 2,5–4 cm, ki so kratkopecljati, asimetrični, suličaste oblike, celorobi in gladki. Na listnem dnu imajo 2–4 žlezne zobce. Listni brsti so majhni, dolgi nekaj mm, zaobljeni, rdečkastorjavi in pokriti z 2–4 dlakavimi luskolisti. Krošnja drevesa je redka in zaobljena. Lubje je svetlosivo z belimi pikami ali vzdolžnimi črtami, tanko in razmeroma gladko. Listne brazgotine v obliki srca so prisotne na starejših vejah ter v zimskem času. Koreninski sistem je sestavljen iz glavne in obsežnih stranskih korenin, ki lahko dosežejo tudi do 27 m. Iz korenin pogosto poganjajo podzemne pritlike. Cvetovi so drobnji, rumeni do rdeči z zelenkastimi venčnimi listi, petštevni

in združeni v gosta latasta socvetja, dolga do 25 cm. Plodovi so 1 cm široki in 5 cm dolgi rdečkastorjavi krilati oreški (samare) s semenom, nameščenim v sredini krilca. Mladi poganjki so debeli, rdečkastorjavi in pokriti z dlačicami. Lističi, moški cvetovi in mladi poganjki imajo neprijeten vonj, še posebej če jih pomečkamo med prsti. Poleg *Ailanthus altissima* var. *altissima* poznamo še dve varieteti velikega pajesna – *Ailanthus altissima* var. *tanakai* ter *Ailanthus altissima* var. *sutchuensis*, ki sta manj pogosti in manj opisani.

2.2 RAZMNOŽEVANJE

Drevesa velikega pajesna so dvodomna. Olistajo in zacvetijo aprila in cvetijo vse do julija. Cvetovi so večinoma enospolni. Plodovi zorijo do septembra ali oktobra in odpadajo do sredine naslednjega leta. Ob zrelosti so rdečkasto obarvani in postopno odpadajo iz rastline do naslednje pomladi. Višinska rast velikega pajesna je zelo hitra. Semena vzklijejo in v prvem letu zrastejo 1–2 metra v višino. Debelinski prirastek je pri manjših drevesih večji (5–10 mm/leto), po 20. letu se začne zmanjševati. Cvetenje nastopi pri 3–5 letih, najboljša proizvodnja semena pa pri 12–20 let starih osebkih. Eno žensko drevo letno proizvede približno 325.000 semen, ta številka pa se lahko povzpne do 1 milijona semen. Kaljivost je zelo visoka (64–98 %) in ostane precej visoka (48–95 % po petih letih) v primeru inkubiranja v tleh (Rebeck in Jolliff, 2018). Veliki pajesen se razmnožuje tudi vegetativno – s poganjki iz panja in korenin. V tem primeru višinska rast že v prvem letu doseže 3–4 metre (Burch in Zedaker, 2003), poganjek pa zacveti že prvo leto. Drevesa rastejo hitro, a imajo kratko življenjsko dobo, 30–50 let. Obilne semenitve in kaljenje poganjkov se lahko odrazijo v gostem sestoju poganjkov in dreves, ki vztraja dolgo časa.

2.3 RAZŠIRJENOST IN HABITAT

Naravno je veliki pajesen razširjen na Kitajskem in Moluških otokih. Kot okrasno drevo je bil leta 1751 prinesen v Evropo, kmalu zatem tudi v Ameriko. V naravi se je začel širiti praktično povsod, še posebej v Sredozemlju zaradi toplejših razmer. Razlogi so saditev v okrasne namene, širjenje s kontaminiranimi lesnimi sekanci, stroji in transportirano zemljo, saditev za nadzor erozije na pobočjih, prometnih pasovih in sipinah, za pogozdovanje ter obnovo odlagališč in rudnikov. Največ se širi spontano, brez pomoči človeka. Poleg Evrope je danes razširjen po Makaroneziji, Afriki, Združenih državah, Kanadi, Južni Ameriki, Aziji, Avstraliji, na Japonskem in v Novi Zelandiji (slika 1). V Evropi poseljuje večino biogeografskih regij: atlantsko, črnomoško, celinsko, makaronezijsko, sredozemsko, panonsko in stepsko. Veliko manj pogost ali odsoten je v severnem delu Evrope (večina borealne ter alpske biogeografske regije). Tako območje razširjenosti velikega pajesna vključuje kar 24 držav članic EU, od tega je v 19 z invazijo oblikoval samostojne populacije.

Veliki pajesen je toploljubna vrsta odprtih in svetlih rastišč. Zanj je primerno okolje s povprečno zimsko temperaturo nad 3,8 °C in padavinami čez celo leto oziroma povprečno zimsko temperaturo pod 3,8 °C in majhno količino poletnih padavin. Nadmorska višina mora biti pod 655 m, naklon pa manjši od 23,8 ° (Čarni et al., 2017). Veliki pajesen dobro prenaša sušo, slabo pa zasenčenje. Vpliv ima tudi oddaljenost prometnih poti (ceste, železnice, reke), ki služijo kot kanali širjenja. Najraje ima rastišča na nekarbonatnem matičnem substratu. Bolj mu

ustrezajo bazična tla, medtem ko slabše prenaša tla z nevtralno pH vrednostjo. Hranila v tleh imajo manjšo vlogo. Raste na skoraj vseh tipih tal, najbolj mu ustrezajo globoka tla, bogata s črnozjomom, ali aluvialna tla, raste tudi na kamnitih in peščenih tleh (Meseldžija et al., 2019). Pogosto ga najdemo v mestih, na ruderalnih rastiščih, ob robovih hiš, ob cestah, na gradbiščih, ob potokih, na nasipih ter opuščenih kmetijskih površinah.



Slika 1: Globalna razširjenost velikega pajesna (siva barva – naravna prisotnost, zelena barva – umeten vnos ali invazivna razširitev; vir: Nunes, 2022).

Figure 1: Global spread of the tree of heaven (dark gray color – natural occurrence, light gray color – artificial introduction or invasive spread; source: Nunes, 2022).

2.4 ALELOPATIJA

Poglavitna alelopatska spojina vrste je ailanton, ki je topen v vodi in premičen v prsti. V velikem pajesnu je prisoten v različnih koncentracijah, največ v notranjem delu debla, vejah in koreninah. Vsebnost teh spojin variira tudi glede na rastno sezono. Izpostavljenost svetlobi poveča fitotoksičnost ailantona tudi dva- ali trikratno. Ailanton učinkuje na insekte, glive, praživali, viruse in tudi rakave celice, izločen v zemljo pa ovira kalitev semen drugih rastlin. Odpornost rastlin na ailanton je odvisna od vrste ter starosti. Starejše rastline kažejo boljšo odpornost (Elisovetcaia et al., 2024). Mikroorganizmi razgradijo ailanton v zemlji v 3–5 dneh, v sterilni zemlji ostane do 21 dni ali več (Sladonja et al., 2014).

2.5 GOSPODARSKI POMEN

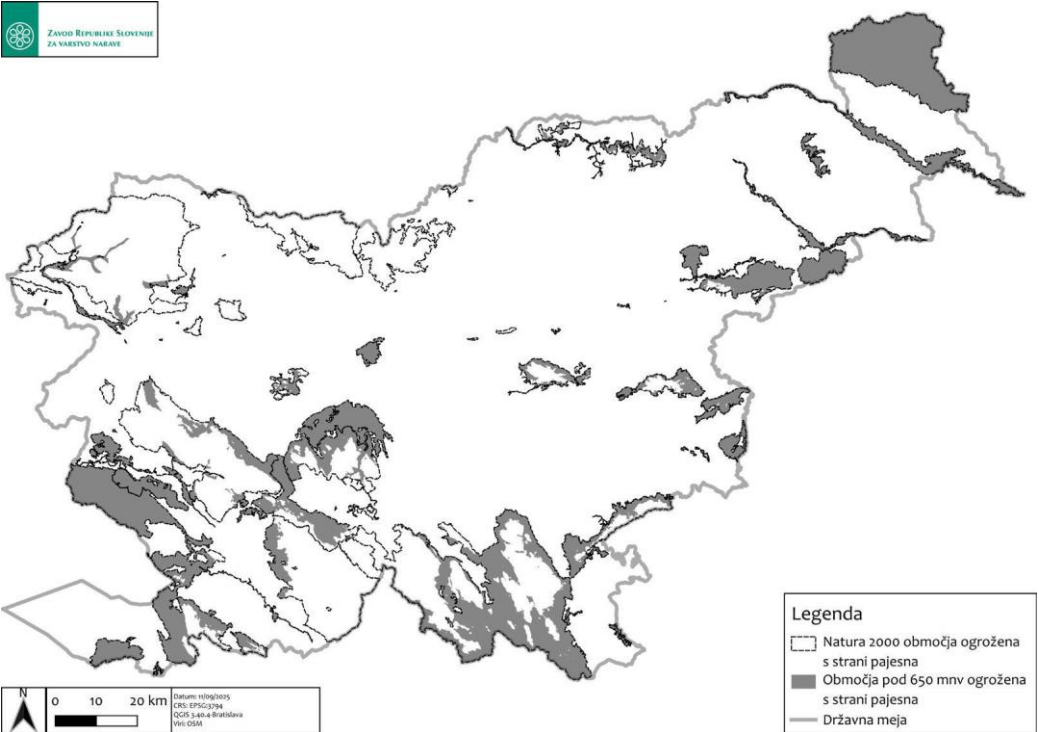
Lastnosti lesa velikega pajesna so primerljive s srednje gostim lesom listavcev, kot so javor, hrast, jesen in breza. Je srednje tog, upogiben in tlačno trden ter srednje trd. Pogosto vsebuje

tenzijski les z želatinoznimi vlakni, kar je posledica hitre rasti. Slabše prenaša nihajoče klimatske razmere. Hitro se suši, relativno dobro struži in obdeluje (Kariž et al., 2024). Primeren je za izdelavo iverk in vezanih plošč. Za konstrukcijo je manj primeren, tudi zaradi dejstva, da se ga odstranjuje, še preden doseže primerne dimenzije za tovrstno uporabo (Gorišek et al., 2018). V primeru izkoriščanja za alternativne materiale (žagovina, pulpa, papir, peleti, celuloza, biogoriva itd.) je bolj primeren, saj za produkcijo teh materialov ne potrebujemo odraslih dreves. Material iz skorje velikega pajesna ima višjo ogrevalno vrednost v primerjavi z lesom (za 2,20 %), vendar pa ima zato bistveno višjo vsebnost pepela (1014,5 %), kar je običajno pri vseh drevesnih vrstah, zato skorja ni primerna za ogrevanje ali industrijsko rabo (Vasiliki in Ioannis, 2017). Semena imajo visoko vsebnost neužitnega olja, so pa primerna za produkcijo biodizla (Jabeen et al., 2022). Hemicelulozni hidrolizat iz velikega pajesna ima potencial za predelavo v etanol. Ailanton ima antiviralne, antituberkulozne, antimalarijalne, antiglivne, antibakterijske in antirakavne lastnosti (Sladonja et al., 2014). Zanimiv je za zdravstveno in kozmetično industrijo, vendar je na teh področjih narejenih premalo raziskav. Že dolgo časa se veliki pajesen uporablja kot gostiteljska rastlina za prehrano sviloprejk vrste pajesnov prelec (*Samia cynthia*). Nastala svila je močnejša, a manj estetska v primerjavi s svilo iz sviloprejk, hranjenih na murvah (Petauer, 1993).

3 ŠIRJENJE IN STANJE V SLOVENIJI

V Sloveniji je prvič dokumentiran leta 1795, v letih 1863 in 1864 se je uporabljal za pogozdovanje Krasa. Danes je pogost v nižinskih in gričevnatih predelih. Predvsem v osrednjem in zahodnem delu Slovenije (Ljubljana z okolico, Vipavska dolina, Posočje) je zelo pogost. V bližina morja je zapolnil že večino primernih niš. Tukaj tvori najbolj gosto strnjeno populacijo v Sloveniji. Razširjenost na vzhodu in v preostalih delih Slovenije je razpršena na manjše predele ob glavnih prometnicah in rekah. Tukaj ostaja invazija velikega pajesna v „lag“ fazi (zaostajanja) že od vnosa v Slovenijo. Veliko težavo predstavlja v urbanem okolju, saj lahko poškoduje infrastrukturo. Veliko slovenskih mest ima v svojih parkih velika stara drevesa velikega pajesna, ki služijo kot vir semena za širjenje (Brus et al., 2016; Čarni et al., 2017).

Širjenje velikega pajesna je odvisno od več dejavnikov: rabe tal, stopnje urbanizacije, deleža opuščanih površin, pogostosti sajenja predvsem v urbanih in (pol)naravnih območjih ter podnebnih sprememb, ki bodo tej vrsti omogočile vdor v severne dele Evrope. Povprečne letne temperature se vsako leto višajo, Evropa pa se od vseh kontinentov segreva najhitreje. Vegetacijska doba se bo po nekaterih ocenah podaljšala za 22–40 dni. Večja bo požarna ogroženost. Vsi ti faktorji delujejo v prid velikemu pajesnu (Constán-Nava et al., 2010; Perzanowska et al., 2019). V Sloveniji ima največji invazivni potencial na zahodu. Pričakujemo ga lahko v submediteranskih nižinskih gozdovih gabra, sekundarnih gozdovih črnega in rdečega bora, gozdovih gradna, puhastega hrasta in črnega gabra. Manj ogroženi so submontanski in toploljubni bukovni gozdovi. Ostali tipi gozdov niso dovzetni za invazijo. Precej bolj dovzetna za invazijo so suha in skalna travišča ter priobalna območja (slika 2) (Čarni et al., 2017; Roženberger et al., 2017).



Slika 2: Ogrožena območja Natura 2000 pod in nad 650 m n. m..

Figure 2: Endangered Natura 2000 areas below and above 650 m above sea level.

4 OGOŽANJE SLOVENSKE NARAVE

Zaradi visoke invazivnosti, odpornosti na različne dejavnike in alelopatije je veliki pajesen resna grožnja za slovenske naravne habitate. Na ekosistem, v katerem se pojavi, negativno vpliva s štirimi glavnimi strategijami: naravno sukcesijo, fizičnim spreminjanjem okolja, tekmovanjem za vire ter alelopatijo. Razvoj koreninskega sistema omeji vire, ki so na voljo avtohtonim rastlinam, z izločanjem alelopatskih snovi pa ustvari pogoje, ki ustrezajo le generalističnim vrstam, odpornim na takšne motnje. Velikokrat to pomeni ostale tujerodne vrste ter plevele (Nunes, 2022). V primeru, da se veliki pajesen razvije do stopnje sestoja, s senčenjem izpodriva druge taksone talne vegetacije, grmovno plast in drevesno plast. Širjenje velikega pajesna povzroči nižjo aktivnost mikrobnih in drugih organizmov v tleh. Zmanjša se število pršic (Acarina), skakačev (Collembola), ogorčic (Nematoda), deževnikov (Lumbricidae), polžev (Gastropoda), enakonožcev (Isopoda), pajkov (Araneae) in paščipalcev (Pseudoscorpiones), hroščev (Coleoptera) ter mikoriznih gliv (Demeter et al., 2021). Veliki pajesen lahko služi kot habitat drugim tujerodnim organizmom, kot sta marmorirana smrdljivka (*Halyomorpha halys*), ki je v Sloveniji že prisotna, ter kitajski pikčasti škržatek (*Lycorma delicatula*), za katerega v Sloveniji še ni dokumentiranih opažanj.

4.1 GOZD

Verjetnost, da se bo veliki pajesen razširil v slovenske gozdove, še posebej v kisloljubne gozdove gradna, kostanja in rdečega bora ali gorske bukove, smrekove in jelove gozdove, je majhna. V dobro vzpostavljenem gozdnem ekosistemu svetloljubnih vrst, kot sta bukev in gorski javor, z visoko sklenjenostjo krošenj in zapolnjeno srednjo drevesno plastjo je širitev velikega pajesna zelo omejena. Bolj ogroženi so panjevski sestoji, grmišča, mlajši sestoji s številnimi velikimi vrzelmi ter sestoji po sanitarni sečnji, ki se pogosto izvaja po večjih motnjah. To pusti gozd odprt, kar zmanjša učinek nižje temperature in sence, dveh faktorjev, ki omejujeta razvoj velikega pajesna. Ker gre za zgodnjo sukcesivno vrsto, se pogosto pojavlja zunaj gozda ali v vrzelih in na jasadah, kjer je na voljo več svetlobe.

Habitatni tipi gozdov in grmišč, ki jih ogroža veliki pajesen, so:

- Grmičasti gozdovi listavcev in površine, zaraščajoče se z listnatimi drevesnimi vrstami
- Submediteranska listopadna grmišča
- Površine, pogozdene s črnim borom
- Mejice in manjše skupine dreves in grmov
- Obrežni gozdovi
- Gozdni robovi

4.2 NEGOZDNA OBMOČJA

Za travnike in pašnike predstavlja veliki pajesen večjo grožnjo. Kombinacija osvetlitve, pomanjkanja konkurenčnih vrst ter pajesnove hitre rasti, plodnega semena in alelopatije lahko ustvari sestoj, ki prehitijo domorodne trave in zelnate rastline. Obsežen koreninski sistem velikega pajesna prevlada nad hranili in vodo v tleh, kar prikrajša avtohtono vegetacijo, alelopatične snovi pa zavirajo rast drugih rastlin. Nastale monokulture pajesna poslabšajo kakovost travnikov in pašnikov. To pomeni zmanjšanje razpoložljivosti krme za živino in divje živali, ogrožanje ekosistemskih storitev in izvajanje dragih ukrepov za obnovo prizadetih območij.

Habitatni tipi travnikov in pašnikov, ki jih ogroža veliki pajesen, so:

- Submediteransko-ilirski pašniki in suhi kamniti travniki
- Submediteransko-ilirski polsuhi travniki
- Srednjeevropski kseromezofilni nižinski travniki na razmeroma suhih tleh s prevladujočo visoko pahovko
- Ruderalizirana opuščena travišča
- Suha travišča
- Druga travišča

Habitatni tipi, ki so redkeje ogroženi s strani invazivnih organizmov zaradi manj dostopnih virov, na primer melišča in skalovja, so za veliki pajesen primerni, saj za rast in razvoj potrebuje izredno malo vode in organskih snovi. Na teh območjih uspeva manjše število konkurenčnih rastlinskih vrst, osvetlitev pa je visoka, kar omogoča uspešen razvoj velikega pajesna. Tla melišč pogosto vsebujejo tudi večji delež težkih kovin, kar za veliki pajesen prav tako ne predstavlja hujše motnje (Terzopoulou et al., 2023).

Upoštevajoč te faktorje, uvrščamo med bolj ogrožene habitatne tipe skalovij in melišč:

- Ilirska montanska melišča na karbonatni podlagi
- Skalovja in melišča

4.3 KMETIJSKE POVRŠINE

Veliki pajesen lahko hitro poseli polja, sadovnjake in robove vinogradov, kjer tekmuje z gojenimi rastlinami za bistvene vire. Njegov koreninski sistem lahko poškoduje namakalne sisteme, polja in drugo kmetijsko infrastrukturo. Alelopatske spojine, ki jih proizvaja, zavirajo kalitev in rast pridelkov, kar zmanjša donos in zahteva povečano kemično ali mehansko tretiranje. Obilno širjenje semen in rast adventivnih poganjkov otežuje izkoreninjenje, kar povzroča dolgoročne stroške (gospodarske in delovne) za kmete. Če velikega pajesna ne zatiramo, lahko znatno ogrozi produktivnost in trajnost kmetijskih dejavnosti.

4.4 URBANO OKOLJE

Veliki pajesen je pogost v urbanem okolju. Betonska podlaga, pesek, pomanjkanje vode in prostora zanj ne predstavljajo ovir, zaradi česar pogosto odžene na gradbiščih, ob kanalih in v betonskih špranjah. Če se to zgodi v zgodovinskih mestnih središčih, postane grožnja za kulturno dediščino, saj razvijajoče se korenine ogrožajo stare strukture. Takšen primer je Dubrovnik na Hrvaškem, ki spada v Unescovo dediščino. Veliki pajesen je tam na več mestih povzročil poškodbe na obzidju starega mestnega jedra.

4.5 POŽARNO OGROŽENA OBMOČJA

Eden od razlogov za gostejšo prisotnost velikega pajesna na zahodu države so požari, ki tam pustošijo pogosteje kot v drugih delih Slovenije. Dva takšna požara beležimo v letih 2019 in 2022. V obeh primerih so pogorele gozdove poselile invazivne rastline, med njimi tudi veliki pajesen. Na območju večje požarne ogroženosti je tudi Kras, ki je ekološko pomembno območje. Kras je varovan tudi v okviru Nature 2000, zaradi česar je ukrepanje na tem območju še toliko bolj pomembno.

5 METODE ODSTRANJEVANJA

Metode odstranjevanja lahko delimo na posredne in neposredne.

Posredne metode: prepoved sajenja in gojenja velikega pajesna, monitoring širjenja, izobraževanje lastnikov gozdov in splošne javnosti o prepoznavanju vrste, njenem vplivu na okolje, javljanju lokacij prisotnosti.

Neposredne metode: mehanske, kemične in biotske. Tako kot pri marsikateri invazivni tujerodni rastlini je tudi pri velikem pajesnu treba paziti, da ga ob odstranjevanju, transportu in uničevanju nehote dodatno ne razširimo s semeni ali deli rastlin, ki lahko ob stiku s tlemi vegetativno poženejo v novo rastlino.

V Sloveniji zaenkrat uporabljamo izključno mehanske metode odstranjevanja velikega pajesna. Posebno pozornost je treba nameniti ostankom, ki nastanejo pri odstranjevanju, da preprečimo širjenje vrste in onesnaženje. Ostanke nikoli ne odlagamo v bližino vodotokov in drugih vodnih teles, saj imajo deli rastlin veliko zmožnost regeneracije in se lahko ponovno ukoreninijo. Ostanke je treba posušiti in ustrezno kompostirati na prostoru, ki je oddaljen od vode, predati kompostarnam ali bioplinarnam (Dolenc et al., 2020).

5.1 SEČNJA

Sečnja oziroma žaganje dreves se izvaja v zgodnjem poletnem času in se nato ponavlja, saj se veliki pajesen odzove z razrastjo adventivnih poganjkov iz korenin posekanega drevesa. Te je treba odstranjevati več let zapored, dokler se rastlina ne izčrpa. Metoda je precej zamudna in zahtevna za delavce, poleg tega je potrebna redna kontrola območja poseke, saj se v primeru slabe prakse razrast dreves poveča in stanje območja poslabša (Csiszár in Korda, 2015).

5.2 OBROČKANJE

Gre za ukrep, pri katerem odstranimo skorjo, kambij in nekaj branik lesa, kar oslabi rast drevesa in njegovo konkurenčno sposobnost (Domanjko, 2005). Za obročkanje je najprimernejši zimski čas, ko so drevesa v dormanci. Če se obročkanje izvaja spomladi, lahko drevo razvije tranzitne žile (kalus), ki premostijo mesto poškodbe, kar prepreči propad drevesa oziroma ga upočasni. Na velikem pajesnu ni pametno izvajati obročkanja na celotnem obsegu drevesa, saj lahko drevo nad obročkanim delom propade prehitro, medtem ko vitalen spodnji del s koreninami razvije nove poganjke. Namesto tega se priporoča obročkanje do največ $\frac{3}{4}$ oboda drevesa, na višini 20–30 cm, kar povzroči, da drevo odmira počasneje, običajno 2–3 leta (Csiszár in Korda, 2015). Prednost obročkanja v primerjavi s sečnjo je ekonomičnost ter manjša obremenitev okolja s hrupom, izpušnimi plini in motornim oljem. Obročkano drevo v sestoji ostane nekaj let kot sušica in potem kot podrtica, kar ima pozitiven vpliv na sestoj in tla, saj mrtva lesna masa poveča vsebnost organske snovi ter omogoča večjo biodiverziteti živali, gliv in lišajev. Metodo je smiselno uporabljati na varovanih območjih, saj predstavlja manjši pritisk na okolje.



Slika 3: Obročano drevo pajesna (Cernic et al., 2022).

Figure 3: Girdled tree of heaven (Cernic et al., 2022).

5.3 ROČNO ODSTRANJEVANJE – PULJENJE

Na območjih, kjer je to fizično izvedljivo, se priporoča ročno odstranjevanje oziroma puljenje dreves, ki je primerno v zgodnji stopnji rastline. Pomembno je, da se poganjek izvleče skupaj s korenino. Ena izmed učinkovitih metod puljenja velikega pajesna je uporaba naprave Extractigator. Naprava je uporabna za drevesa s premerom debla 1–5 cm. Za odstranjevanje velikega pajesna se svetuje, ker učinkovito odstrani koreninski sistem drevesa, kar povzroči slabšo rast poganjkov v prihodnjih letih (Csiszár in Korda, 2015). Uporaba Extractigatorja je tudi manj naporna kot ročno puljenje.

5.4 PAŠA IN OBJEDANJE

Pri zatiranju velikega pajesna ima metoda precej omejitev. Pašne živali se z velikim pajesnom lahko prehranjujejo, le dokler je drevo v razvojni fazi poganjka. Večji rastlinojedi raje objedajo avtohtone drevesne vrste. Razlog so tudi odvratalne spojine v tkivih velikega pajesna, kot so α -pineni, β -pineni in α -terpineni. Glodavci se izogibajo tudi semen velikega pajesna. Veliki pajesen objedajo nekatere vrste polžev ter žuželk Evrope in Slovenije, kot so vrtnik (*Cepaea hortensis*), ameriški prelec (*Hyphantria cunea*) in sviloprejka (*Samia cynthia*), vendar nobena ni primerna za omejevanje širjenja pajesna (Roženberger et al., 2017).

5.5 KONKURENČNOST DRUGIH VRST

Invazivnost velikega pajesna je v ohranjenih gozdovih majhna in obvladljiva že samo s primarnimi gozdnogojitvenimi ukrepi (pomlajevanje pod zastorom, podaljševanje proizvodne dobe odraslih dreves, skrb za polnilno plast, vertikalno strukturirani sestoji, prebiralno gospodarjenje). Veliki pajesen slabo reagira na dolgotrajno senčenje, zato se svetuje sajenje hitrorastočih avtohtonih vrst, ki zapolnijo vrzeli, ki bi jih sicer zasedel veliki pajesen. Najbolj je konkurenčen v zgornji plasti mladja, kar ustreza višinskemu razredu 0,5–1,5 m. Pomembno je, da se takoj ob začetku invazije omogoči prednost domorodni vegetaciji. V zgodnji fazi z velikim pajesnom dobro konkurirata gorski javor in graden (Roženberger et al., 2017). V primeru panjevske rasti je zastiranje težje, saj panjevski poganjki zaradi dobro vzpostavljenega koreninskega sistema hitreje dosežejo višje višinske razrede (Brus et al., 2016).

5.6 KEMIČNO ZATIRANJE

Kemično zatiranje pomeni uporabo sintetičnih herbicidov. Najprimernejši čas za uporabo herbicidov je spomladi, ko je pretok snovi po drevesu povečan. Herbicid se razširi po celotni rastlini, s tem pa je njegov izkoristek delovanja največji. Kemično zatiranje v primerjavi z ostalimi metodami povzroči odmrtnje celotnega drevesa s koreninskim sistemom, ki je po tretiranju nesposoben odgnati nove poganjke (Burch et al., 2003). Herbicid lahko na rastlino naneseemo na več načinov:

- Foliarni nanos – herbicid naneseemo na liste rastline
- Premaz debla – herbicid naneseemo na deblo
- Zasek in nanos (angl. „hack and squirt“) – v deblo drevesa zasekamo in v zasekano rano naneseemo herbicid
- Posek in premaz panjev – drevo se požaga, s herbicidom pa premažemo nastali štor
- Injiciranje – herbicid se vbrizga v deblo z injekcijo

Najbolj se priporoča uporaba metode „zasek in nanos“ ali metode injiciranja v drevo, kjer se ne poškoduje prevodnega sistema rastline, kar omogoča pretok herbicida v koreninski sistem. Rastlina propade v celoti, prepreči se razrast poganjkov iz korenin. Za drevesa, ki še nimajo olesenelega debla, je primeren tudi premaz dreves s herbicidom, saj herbicida veter ne raznaša naokoli. Rastline se tretira v višini pasu, s čimer se prepreči neposreden stik herbicida s tlemi (Spengler, 2020).

Sintetični herbicidi, ki se največkrat uporabljajo, so glifosat, triklopir, imazapir in dikambo. Ker je uporaba sintetičnih herbicidov v gozdu in na zavarovanih območjih v Sloveniji prepovedana, si lahko pomagamo z biocidi (bioherbicidi) – naravnimi spojinami, ki delujejo herbicidno. Strošek je v tem primeru običajno višji, saj so potrebne večje količine in koncentracije učinkovin (Lešnik, 2017). Primer je pelargonska kislina, maščobna kislina, ki se naravno pojavlja v številnih rastlinskih in živalskih vrstah ter se pogosto uporablja kot alternativa glifosatu. Kislina ustreza najstrožjim zahtevam varovanja okolja, v tleh se hitro razgradi v ogljikov dioksid in vodo in za seboj ne pušča ostankov in metabolitov (KZ Polzela, 2019). Vpliv pelargonske kisline na veliki pajesen še ni dovolj raziskan.

5.7 BIOTSKO ZATIRANJE

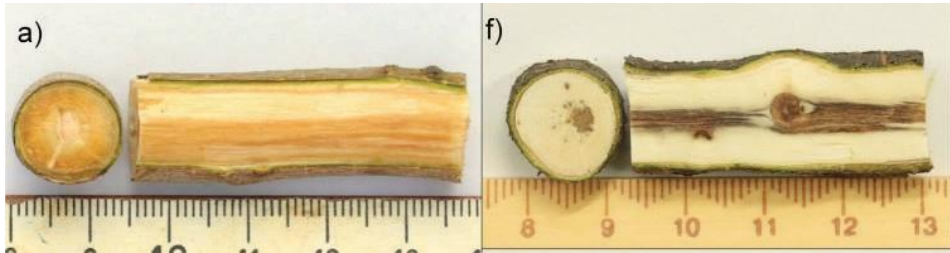
Trenutno ni na voljo bioloških sredstev za nadzor velikega pajesna, ki bi bila odobrena za uporabo na ravni Evropske unije. Sproščanje makroorganizmov kot bioloških sredstev za nadzor trenutno ni regulirano na ravni EU. Nacionalni in regionalni zakoni posameznih držav so lahko različni od zakonodaje EU, kar je treba spoštovati. Pred vsakim izpustom tujerodne vrste kot sredstva za biološki nadzor je treba narediti ustrezno oceno tveganja.

Na osnovi virulentne glive *Verticillium nonalfalfae* so na Univerzi za naravne vire in uporabne življenjske znanosti na Dunaju razvili mikroherbicidno sredstvo za zatiranje velikega pajesna s komercialnim imenom Ailantex®, ki se že tri leta uporablja na Severnem Tirolskem, še posebej na lokacijah, kjer zaradi strmega in težko dostopnega terena mehanske metode zatiranja niso izvedljive. Izkušnje z Ailantexom so pozitivne. Približno 3 tedne po nanosu so vidne prve reakcije tretiranih dreves – venenje listov, odmiranje vejic in kasneje celih vej. Ob koncu prve rastne sezone so številna stebela že močno poškodovana. Adventivni poganjki, ki poženejo iz tretiranih dreves, odmrejo. V naslednjem letu se fizično odstrani debela, na katerih ni opaziti prehudega odganjanja adventivnih poganjkov. Reakcija netretiranih dreves na območju uporabe mikroherbicida je močno zakasnjena. Prve reakcije so vidne v drugem ali tretjem letu. Ena od omejitev sredstva je visoka temperatura, ki zmanjšajo njegovo učinkovitost oziroma upočasni širjenje patogena.

Prvo dokumentiranje odmiranja velikega pajesna zaradi gliv rodu *Verticillium* sega v obdobje 2002–2008 v ZDA. Kot vzrok so določili okužbo z glivo iz rodu, ki zajema tri vrste: *Verticillium albo-atrum*, *Verticillium nonalfalfae* ter manj patogeno *Verticillium dahliae* (Schall in Davis, 2009). Nadaljnje raziskave z *V. albo-atrum* kažejo, da ta ne vpliva na tip vegetacije, ki se razvije na območju 5–6 let po odmrtni sestoja velikega pajesna. Hitrost širjenja glive variira glede na to, ali se širi po prevajalnem tkivu ali z ene na drugo rastlino (Harris et al., 2013). Okužba z vrsto iz rodu *Verticillium* povzroči okluzijo žil, proizvodnjo razgradnih encimov in fitotoksinov. Stomatalne in mezofilne omejitve oslabijo fotosintezo, spremeni se translokacija hranil. Več tednov po okužbi se nakopičijo tudi osmoliti in fenilalanin. Rezultat je odmrtnje rastline (Pisuttu et al., 2024). Poganjki kažejo kloroze, nekroze ter sušenje listov 4–7 tednov po okužbi, olistanje po 6 tednih, v 8. tednu nastopi odmiranje. Po 18 tednih so v večini primerov mrtvi vsi okuženi osebki velikega pajesna. Poganjki, ki so okuženi pozimi, spomladi kažejo slabo stopnjo odganjanja brstov.

Pomembno vprašanje je ogrožanje netarčnih avtohtonih vrst. V ZDA so naravne okužbe gozdnih drevesnih vrst z *V. nonalfalfae* opazili pri dveh od 38 pregledanih vrst. V Avstriji so bile različne stopnje venenja in umrljivosti ugotovljene pri desetih od 71 testiranih netarčnih olesenelih vrst, v več kot 60 % je prišlo do spremembe barve vaskularnega tkiva. Pravi kostanj (*Castanea sativa*), ostrolistni javor (*Acer platanoides*), jerebika (*Sorbus aucuparia*) in rdeči hrast (*Quercus rubra*) so razvili različne stopnje nekroz listov, vendar brez odmiranja. Divja češnja (*Prunus avium*), ameriški javor (*Acer negundo*), pozna čremsa (*Prunus serotina*), graden (*Quercus petraea*) in gorski brest (*Ulmus glabra*) so bili asimptomatski, v nekaj primerih pa so razvili nekrozo listov. Kot popolnoma odporna sta se izkazala robinija (*Robinia pseudoacacia*) in pensilvanijski jesen (*Fraxinus pennsylvanica*). Poudariti je treba, da imajo drevesa v naravi boljše obrambo pred okužbami s patogeni kot v umetno ustvarjenih raziskovalnih pogojih, saj mora v naravi gliva sama prodreti v gostiteljsko tkivo, kar preprečuje prisotnost mikorize ter skorje (Lechner et al., 2022). Pri inokuliranih netarčnih drevesnih vrstah ni bilo opaziti

nobene občutljivosti po okužbi, je pa v več kot 60 % prišlo do spremembe barve vaskularnega tkiva (slika 4).



Slika 4: Diskoloracija vaskularnega tkiva po okužbi z *Verticillium nonalfalae* (levo – veliki pajesen, desno – pozna čremsa; vir: Lechner et al., 2022).

Figure 4: Discolouration of vascular tissue after infection with *Verticillium nonalfalae* (left – tree of heaven, right – black cherry; source: Lechner et al., 2022).

Kot vektorja gliv *Verticillium* imata potencial dve vrsti rilčkarja – *Eucryptorrhynchus scrobiculatus* in *E. brandti* –, ki izvirata na Kitajskem. Ličinke obeh vrst se hranijo samo s koreninami in deblom velikega pajesna in ne škodujejo drugim vrstam, zaradi česar sta izredno primerni za biološko zatiranje pajesna. Njun vnos v ZDA in Evropo naj bi bil sodeč po več raziskavah varen. Veliki pajesen ima še nekaj naravnih sovražnikov, in sicer glivo *Erysipje platani*, od živali pa vrsto polkričev *Lycorma delicatula* ter vrsto pršice *Aculus taihangensis*. Raziskave zaenkrat kažejo slabo učinkovitost teh organizmov pri biotskem zatiranju velikega pajesna (Ding et al., 2022; Ozman-Sullivan et al., 2023).

6 STROŠKI UKREPANJA

Stroški odstranjevanja ali zatiranja katere koli invazivne rastline so odvisni od več dejavnikov: metode odstranjevanja, terenskih razmer, količine invazivne rastline, izvajalca, orodja, trajanja in morebitnega ponavljanja itd. V nadaljevanju je opisanih nekaj konkretnih primerov izračuna stroškov odstranjevanja velikega pajesna.

6.1 POGORIŠČA

Razmere, ki nastanejo po večjih motnjah, ustrezajo invazivni naravi velikega pajesna. Požari uničijo krošnje odraslih dreves in s tem zastor pred soncem, hkrati požgejo konkurenčne vrste v podrasti. Novo nastale vrzeli izkoristijo hitro rastoči poganjki velikega pajesna. Pregled in mehansko odstranjevanje velikega pajesna se obračuna na hektar površine, in sicer 90 €/ha, pri čemer gre primarno za puljenje posamičnih poganjkov.

6.2 PRIORITETNA OBMOČJA

Glede na stopnjo invazije, ogroženost območja, potrebnost varstva zavarovanih vrst, prisotnost naravne vrednote ali pa kar celotnega območja (npr. Natura 2000) ZRSVN določi prioriteta območja odstranjevanja invazivne rastline. Velikokrat so invazivne rastline na teh območjih prisotne v vseh fazah razvoja in v višjih gostotah. Posledično je strošek odstranjevanja večji, saj je treba kombinirati več metod odstranjevanja. Mehansko odstranjevanje velikega pajesna s puljenjem poganjkov, izkopavanjem mladih dreves in obročkanjem odraslih ženskih dreves se obračuna na hektar površine. Tarifa znaša 165 €/ha.

6.3 KEMIČNO IN BIOTSKO ZATIRANJE

Vsako fitofarmacevtsko sredstvo, ki ga posameznik želi uporabiti na svoji kmetijski površini ali (izjemoma) v gozdu, mora biti odobreno in registrirano s strani Ministrstva za naravne vire in prostor ter Uprave za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. V nasprotnem primeru je uporaba sredstev nezakonita. Če je sredstvo registrirano in odobreno ter njegova uporaba smotna, je uporaba herbicidov ali biosredstev lahko zelo učinkovita.

Na primeru glifosata je običajna praksa nanosa približno 4,5 litra na hektar pri čemer mora liter sredstva vsebovati vsaj 360 gramov aktivne sestavine. Cena litra glifosata se lahko razlikujejo glede na regijo, dobavitelja in obseg nakupa. Cene izdelkov s primerno koncentracijo glifosata se gibljejo od 9,80 €/l do 13,55 €/l.

Cena (brez DDV) mikroherbicida Ailantex za biološko zatiranje trenutno znaša 55,90 € za 18 ml, 274,00 € za 100 ml, 900,00 € za 500 ml ter 1.700,00 € za 1 liter sredstva. Stroški za tretiranje enega drevesa se gibljejo med 2,04 € in 18,60 € bruto.

V ceno je treba zajeti še stroške opreme, kot so razpršilci ali orodja za vbrizgavanje, ter stroške dela, ki se lahko močno razlikujejo glede na regijo, teren in dostopnosti območja nanašanja sredstva.

7 SUMMARY

Tree of heaven is one of the most aggressive invasive alien plant species currently spreading across Slovenia. Due to its rapid growth, large number of seeds and strong allelopathic effects, it quickly overgrows native vegetation, degrades habitats and threatens biodiversity and ecosystem functioning. It particularly threatens dry grasslands, forest edges, riparian zones and urban green areas, where it displaces native plants and alters soil properties. Despite the possible aesthetic value of the tree of heaven, its impact on nature is extremely negative. For this reason, active management and removal of the tree of heaven is both ecologically justified and necessary. Due to its high regenerative capacity, only a combination of different removal methods (pulling and mowing younger shoots, girdling) is effective. Successful removal requires continuous work over several years. Mechanical removal, long-term monitoring of its spread and the development of new effective and environmentally acceptable control methods can slow down or stop its spread if applied consistently. The Karst region is at the heart of the problem of dealing with the tree of heaven in Slovenia. The area contains some of the most

endangered habitat types, while at the same time the natural environment of the Karst offers the tree of heaven almost ideal conditions for spreading. The high fire risk in the area adds to the high dynamics of available resources, which further contributes to the invasion of the tree of heaven. A disturbance such as a fire disrupts the current state of available resources or distributes them unevenly.

Since the tree of heaven is a species that has been present in Slovenia for more than 150 years, it is irrational to talk about its complete removal, especially in areas where monocultural stands have developed. Removal is only possible in areas where the tree of heaven is present only sporadically, which requires early detection. This raises the question of whether it makes sense to take action against the tree of heaven and whether we should gradually accept the species as part of Slovenian flora. From a nature conservation perspective, passive acceptance of the tree of heaven would jeopardize the goals of preserving native plant communities and biodiversity. Its uncontrolled spread could lead to higher management costs and permanent changes in the natural environment. Therefore, controlling its spread and removing it, especially in sensitive and protected areas, is not only appropriate but also crucial for the preservation of Slovenia's natural heritage.

8 ZAHVALA

Dokument je nastal v sodelovanju z zunanjimi sodelavci, ki so prispevali pomembne informacije, znanja in izkušnje o invazivni vrsti veliki pajesen. Iskrena zahvala gre:

- dr. Dušanu Roženbergerju, Biotehniška fakulteta
- Gaji Mežnarič Osole, Društvo Trajna
- Meti Vidovič, Javno podjetje VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA d.o.o.
- Andreju Verliču, Krajinski park Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib
- Marjani Tomažič, Krajinski park Strunjan
- dr. Mateju Kravanji, Zavod za gozdove Slovenije
- dr. Andreji Nève Repe, Zavod za gozdove Slovenije
- dr. Kondaru Pagitzu, Universität Innsbruck

Hvala tudi vsem kolegom in kolegicam na Zavodu RS za varstvo narave, ki so na kakršen koli način pomagali pri oblikovanju tega dokumenta.

9 VIRI

1. Brus, R., Arnšek, T. in Gajšek, D., 2016. Pomlajevanje in širjenje visokega pajesna (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) na Goriškem. *Gozdni vestnik*, 74, 115-125.
2. Burch, P. L. in Zedaker, S. M., 2003. Removing the invasive tree *Ailanthus altissima* and restoring natural cover. *Journal of Arboriculture*, 29(1), 18-24. Dostopno na: <https://doi.org/10.48044/jauf.2003.003> [10. 12. 2025].

3. Cernic, S., Tomažič, M., Otopal, J., 2022. *Poročilo o odstranjevanju invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na območju Krajinskega parka Strunjan v letu 2021*. Strunjan: Javni zavod Krajinski park Strunjan.
4. Constánt-Nava. S., Bonet, A., Pastor, E. in Lledó, M. J., 2010. Long-term control of invasive tree *Ailanthus altissima*: Insights from Mediterranean protected forests. *Forest Ecology and Management*, 260(6), 1058-1064. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.06.030> [15. 12. 2025].
5. Csiszár, Á. in Korda, M. ur, 2015. *Rosalia Handbooks: Practical Experiences in Invasive Alien Plant Control*. Budapest: Duna–Ipoly National Park Directorate.
6. Čarni, A., Mastnak, N. J., Dakskobler, I., Kutnar, L., Marinšek, A. in Šilc, U., 2017. Prediction of the appearance of tree of heaven in forest communities in western Slovenia. *Periodicum Biologorum*, 119(4), 261-283. Dostopno na: <https://doi.org/10.18054/pb.v119i4.4483> [15. 12. 2025].
7. De Groot, M., Kozamernik, E., Kermavnar, J., Kolšek, M., Marinšek, A., Neve Repe, A. in Kutnar, L., 2024. Importance of Habitat Context in Modelling Risk Maps for Two Established Invasive Alien Plant Species: The Case of *Ailanthus altissima* and *Phytolacca americana* in Slovenia (Europe). *Plants*, 13, 883. Dostopno na: <https://doi.org/10.3390/plants13060883> [15. 12. 2025].
8. Demeter, A., Salata, D., Kovacs, E. T., Szirmani, O., Trenyik, P., Meinhardt, S., Rusvai, K., Neumann, K. V., Schermann, B., Szegleti, Z. in Czobel, S., 2021. Effects of the invasive tree species *Ailanthus altissima* on the floral diversity and soil properties in the Pannonian region. *Land*, 10, 1155. Dostopno na: <https://doi.org/10.3390/land10111155> [15. 12. 2025].
9. Ding, W., Li, H. in Wen, J., 2022. Response of the invasive plant *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle and its two important natural enemies (*Eucryptorrhynchus scrobiculatus* (Motschulsky) and *E. brandti* (Harold)) to climate change. *Ecological Indicators*, 143. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109408> [15. 12. 2025].
10. Dolenc, A., Papež Kristanc, A. in Rozman, S., 2020. *Ravnanje z ostanki invazivnih tujerodnih rastlin. Strokovno mnenje na podlagi študija literature*. Ljubljana: Zavod RS za varstvo narave.
11. Domanjko, G., 2005. *Obročkanje kot sestavina nege gozdov*. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
12. Elisovetcaia, D., Sedlačkova, V. H., Ivanova, R. in Brindza, J., 2024. Allelopathic Effect of *Ailanthus altissima* Extracts on Tomato Seeds. *Acta fytotechn zootechn*, 27(1), 68-76. Dostopno na: <https://doi.org/10.15414/afz.2024.27.01.68-76> [15. 12. 2025].
13. Gorišek, Ž., Plavčak, D., Straže, A. in Merela, M., 2018. Tehnološke lastnosti in uporabnost lesa velikega pajesna v primerjavi z lesom velikega jesena. *Les*, 67(2), 29-44. Dostopno na: <https://doi.org/10.26614/les-wood.2018.v67n02a03> [15. 12. 2025].
14. Harris, P. T., Cnnon, G. H., Smith, N. E. in Muth, N. Z., 2013. Assessment of plant community restoration following Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) control by *Verticillium albo-atrum*. *Biological Invasions*, 15, 1887-1893. Dostopno na: <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0430-2> [15. 12. 2025].

15. Heywood, V. in Brunel, S., 2008. *Konvencija o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov. Kodeks ravnanja z invazivnimi tujerodnimi vrstami v hortikulturi*. Strasbourg: Svet Evrope in Evropska in sredozemska organizacija za varstvo rastlin (EPPO). Dostopno na: http://mop.arhiv-spletisc.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/invazivke/kodeks_ravnanja_v_hortikulturi.pdf [5. 2. 2021].
16. *Izvedbena uredba Komisije (EU) 2017/1263 z dne 12. julija 2017 o posodobitvi seznama invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo, ki je bil vzpostavljen z Izvedbeno uredbo (EU) 2016/1141 v skladu z Uredbo (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta*, 2017. Uradni list Evropske unije, L182/37.
17. Jabeen, M., Munir, M., Abbas, M. M., Ahmad, M., Waseem, A., Saeed, M., Kalam, M. A., Zafar, M., Sultan, S., Mohamed, A. in Chaudhry, B., 2022. Sustainable Production of Biodiesel from Novel and Non-Edible *Ailanthus altissima* (Mill.) Seed Oil from Green and Recyclable Potassium Hydroxide Activated *Ailanthus* Cake and Cadmium Sulfide Catalyst. *Sustainability*, 14, 10962. Dostopno na: <https://doi.org/10.3390/su141710962> [15. 12. 2025].
18. Kariž, M., Šega, B., Šernek, M., Žigon, J. in Merela, M., 2024. Bonding Properties of Selected Alien Invasive Wood Species. *BioResources*, 19(2), 3078-3094. Dostopno na: <https://doi.org/10.15376/biores.19.2.3078-3094> [15. 12. 2025].
19. Lechner, Y., Maschek, O., Kirisits, T. in Halmschlager, E., 2022. Further pathogenicity testing of *Verticillium nonalfalfae*, a biocontrol agent against the invasive tree of heaven (*Ailanthus altissima*), on non-target tree species in Europe. *Phytoparasitica*, 51, 113-130. Dostopno na: <https://doi.org/10.1007/s12600-022-01032-z> [15. 12. 2025].
20. Lešnik, M., 2017. *Uporaba fitofarmaceutskih sredstev in varovanje voda na vodovarstvenih območjih*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede. Dostopno na: <https://doi.org/10.18690/978-961-286-030-1> [15. 12. 2025].
21. Meseldžija, M., Dudić, M. in Stipanović, S., 2019. Distribution of the invasive species *Ailanthus altissima* (P. Mill) Swingle along the Danube river banks of the territory of Novi Sad. *Contemporary Agriculture*, 68(1-2), 7-11. Dostopno na: <https://doi.org/10.2478/contagri-2019-0002> [15. 12. 2025].
22. Nunes Leonel, J. R., 2022. Creation of Value Chains for the Sustainability of Control and Eradication Actions on *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Environments*, 9, 64. Dostopno na: <https://doi.org/10.3390/environments9050064> [15. 12. 2025].
23. Ozman-Sullivan, K., Sullivan, G. T., Chetverikov, P. E. in Kaplan, E., 2023. *Aculus taihangensis* (Acari: Prostigmata: Eriophyidae), a potential biological control agent identified from the highly invasive pest plant, tree of heaven, in Türkiye. *Acarological Studies*, 5(2), 99-104. Dostopno na: <https://doi.org/10.47121/acarolstud.1290818> [15. 12. 2025].
24. Perzanowska, J., Korzeniak, J. in Chmura, D., 2019. Alien species as a potential threat for Natura 2000 habitats: a national survey. *PeerJ*, 7, e8032. Dostopno na: <https://peerj.com/articles/8032/> [15. 12. 2025].

25. Petauer, T., 1993. *Ailanthus altissima*. V: Petauer, T., ur. *Leksikon rastlinskih bogastev*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. 23-24.
26. Pisuttu, C., 2024. Verticillium Species as an Ecofriendly Alternative to Manage the Invasive Tree *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Forests*, 15(3), 462. Dostopno na: <https://doi.org/10.3390/f15030462> [15. 12. 2025].
27. Rebbeck, J. in Jolliff, J., 2018. How long do seeds of the invasive tree, *Ailanthus altissima* remain viable?. *Forest Ecology and management*, 429, 175-179. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.07.001> [15. 12. 2025].
28. Rozman, S., Kolšek, M., Zidar, S., Marinšek, A., Kutnar, L., Malovrh, J. in de Groot, M., 2020. *Akcijski načrt za obvladovanje invazivnih tujerodnih rastlin na območju Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib za obdobje 2021–2025*. Projekt LIFE ARTEMIS. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod RS za varstvo narave in Zavod za gozdove Slovenije.
29. Roženberger, D., Nagel, T., Urbas, B., Marion, L. in Brus, R., 2017. Nekateri ukrepi za omejevanje širjenja visokega pajesna (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) in smernice za gozdnogojitveno ukrepanje ob vdoru potencialno invazivnih tujerodnih drevesnih vrst v ohranjene gozdove v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 75, 3-20.
30. Schall, M. J. in David, D., 2009. *Ailanthus altissima* Wilt and Mortality: Etiology. *Plant Disease*, 93, 747-751. Dostopno na: <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-7-0747> [15. 12. 2025].
31. Sladonja, B., Poljuha, D., Sušek, M. in Dudaš, S., 2014. *Herbicidal effect of Ailanthus altissima leaves water extracts on Medicago sativa seeds germination*. Konferenca VIVUS.
32. Spengler, T., 2020. *Is Tree Of Heaven A Weed: Tips On Stink Tree Control*. Dostopno na: <https://www.gardeningknowhow.com/plant-problems/weeds/tree-of-heaven-weed-control.htm> [15. 12. 2025].
33. *Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst*, 2014. Uradni list Evropske unije, L317/35.
34. Vasiliki, K., Ioannis, B., 2017. *Utilization perspective of wood and bark of the invasive species of Ailanthus and Acacia in the production of pellets*. International Forestry & Environment Symposium.
35. Terzopoulou, P., Kamperidou, V. in Barboutis, I., 2023. Utilization Potential of Tree-of-Heaven Species Biomass-A Review. *Applied Sciences* 13(16), 9185. Dostopno na: <https://doi.org/10.3390/app13169185> [15. 12. 2025].