

MOGUĆNOSTI I RIZICI PRIMENE INVAZIVNIH DRVENASTIH VRSTA U OBNOVI VEGETACIJE NA DEGRADIRANIM STANIŠTIMA

Filip Grbović¹, Gordana Gajić³, Snežana Branković¹, Zoran Simić², Andrija Ćirić², Danijela Mišić³, Marina Topuzović¹

Izvod: Cilj ove studije je da se kroz uporednu analizu ekologije invazivnih biljnih vrsta *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Amorpha fruticosa* L. i *Robinia pseudoacacia* L. procene mogućnosti i rizici njihove primene u obnovi zemljišta i vegetacije na različitim antropogeno izmenjenim staništima. Rezultati uporedne studije ukazali su da odabrane drvenaste vrste mogu imati pozitivno dejstvo na biogeohemijske cikluse i inicijaciju pedogeneze, ali da pri potencijalnom korišćenju *A. altissima* i *A. fruticosa* u projektima obnove zemljišta i vegetacije postoji veći rizik nego korist, usled potencijalno visokog alelopatkog efekta na druge vrste na staništu, u odnosu na *R. pseudoacacia*.

Ključne reči: degradirani ekosistemi, invazivne vrste, alelopatija, rekultivacija zemljišta, obnova vegetacije

Uvod

Stepen ugroženosti biodiverziteta u 21. veku je na veoma zabrinjavajućem nivou, a glavni faktori smanjenja raznovrsnosti živog sveta su degradacija staništa i širenje invazivnih vrsta. Različite ljudske aktivnosti značajan su faktor u introdukciji i širenju alohtonih biljnih vrsta, te se u arealu introdukcije najvećim udelom stranih elemenata odlikuju antropogeno izmenjena staništa (Chytry i sar., 2008). Invazivne biljne vrste transformišu karakteristike zemljišta kroz oslobađanje različitih hemijskih supstanci sa efektima na fizičko-hemijske i biološke karakteristike zemljišta (Callaway i Ridenour, 2004). Ova jedinjenja utiču na kruženje nutrijenata, njihovu dostupnost i usvajanje, kao i na bakterije i gljive u zemljištu. Invazivne vrste koje dovode do izmene strukture i „fiziologije“ ekosistema nazivaju se i „transformatorskim vrstama“ (Maurel i sar., 2010).

Navedene karakteristike invazivnih vrsta mogu u određenim slučajevima predstavljati njihove pozitivne osobine u smislu uticaja na efikasniju obnovu vegetacije na degradiranim staništima, kao i značajnim uticajem na pedogenezu – stvaranje zemljišta od inicijalno sterilnih supstrata. Međutim, invazivne biljne vrste se karakterišu i kapacitetom za sintezu i oslobađanje alelohemikalija sa direktnim

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (filip.grbovic@pmf.kg.ac.rs);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za hemiju, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija

³Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja “Siniša Stanković”, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Bulevar Despota Stefana 142, Beograd, Srbija

efektima na rast autohtonih biljaka kao i indirektnim uticajima, kroz redukciju rasta drugih biljaka putem promene dinamike kruženja nutrijenata ili remećenja mutualističkih odnosa autohtonih biljaka sa zemljišnim organizmima (Kalisz i sar., 2021).

U radu je dat prikaz ekoloških karakteristika i invazivnog potencijala tri jako invazivne drvenaste vrste: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Amorpha fruticosa* L. i *Robinia pseudoacacia* L. u cilju utvrđivanja uticaja ovih vrsta na vegetaciju, hemijske karakteristike i genezu zemljišta na antropogeno izmenjenim staništima, sa posebnim osvrtom na alelopatske efekte na druge biljne vrste u cilju evaluacije potencijalnih rizika od korišćenja ovih vrsta u projektima obnove vegetacije degradiranih staništa.

***Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle – mogućnosti i rizici primene u obnovi degradiranih ekosistema**

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle (kiselo drvo) je listopadna drvenasta vrsta iz familije Simaroubiaceae, čiji se autohtoni areal vezuje za umereno suve oblasti istočne Azije (severna i centralna Kina) (Vukićević, 1973). U Srbiji je *A. altissima* svrstana u grupu jako invazivnih biljnih vrsta (Lazarević, 2012). Kiselo drvo je tipična heliofita koja najbolje raste na rastresitim i poroznim zemljištima, ali može da uspe i na peskovitim i glinovitim ilovačama, kao i na plitkim i suvim krečnjačkim zemljištima (Vukićević, 1973). *A. altissima* se generalno koristi za kontrolu erozije i fomiranje zaštitnih pojaseva, pogotovo u gradovima gde je vazduh zagađen a zemljišta neplodna. U nekim oblastima se *A. altissima* i dalje koristi u projektima obnove zemljišta na deponijama (Lee i sar., 1997).

Kiselo drvo može da uspori ili inhibira sukcesije biljnih zajednica zbog stvaranja relativno toksičnih uslova u zemljištu – lučenjem alelohemikalija (Heisey, 1996). U područjima koji su pod uticajem *A. altissima* vegetacija se kontinuirano degradira u poređenju sa stanjem pre ulaska ove vrste u zajednicu (Udvardy i sar., 2008).

Istraživanja Grbović i sar. (2019, 2020, 2021) ukazuju da na staništima kao što su deponije pepela, peščare, jalovišta azbesta i površinski kopovi krečnjaka, vrsta *A. altissima* ostvaruje značajan uticaj na promene hemijskog sastava supstrata, ali i potencijalno jake alelopatske efekte na druge vrste u zajednici što ukazuje da postoji značajno veći rizik u odnosu na korist kod korišćenja ove vrste u obnovi narušenih ekosistema.

***Amorpha fruticosa* L. – mogućnosti i rizici primene u obnovi degradiranih ekosistema**

Amorpha fruticosa L. (bagremac) je višegodišnja listopadna žbunasta vrsta iz familije Fabaceae, sa izvornim arealom u Severnoj Americi (Diklić, 1972a). U Srbiji je okarakterisana kao jako invazivna vrsta (Lazarević i sar., 2012). Usled sposobnosti da obrasta nasipe, useke puteva i pruga koji su relativno suvi, ova

vrsta se, zbog korenovog sistema koji dobro vezuje zemljište, koristi za pošumljavanje odrona, klizišta, peskova, slatina, kao i za vetrozaštitne pojaseve (Radovanović i sar., 2017). Takođe, *A. fruticosa* opstaje i dobro se razvija na zemljištima kontaminiranim teškim metalima, na obalama ribnjaka, kao i na pepelištima termoelektrana (Kostić i sar., 2012; Grbović et al., 2019). Vrsta *A. fruticosa* se koristi za poboljšanje hemijskih karakteristika i plodnosti zemljišta koja su relativno siromašna mineralnim materijama, kao i za obogaćivanje jalovina rudnika azotom (Jelea i Jelea, 2008).

Pored pozitivnih efekata na pedogenezu i obnavljanje vegetacije na degradiranim staništima, izveštaji Evropske agencije za zaštitu životne sredine ukazali su na to da ova vrsta predstavlja opasnost po autohtone biljne vrste i staništa (Radulović i sar., 2008). *A. fruticosa* je veoma uspešna u transformisanju biljnih zajednica livada i pašnjaka, gde većina livadskih vrsta ne može da opstane u njenim sastojinama, te ove zajednice ostaju relativno floristički siromašne (Zavagno i D'Auria, 2001).

Istraživanja Grbović i sar. (2019, 2021) ukazuju da na staništima kao što su deponije pepela, peščare i aluvijalna staništa *A. fruticosa* ostvaruje značajan uticaj na promene hemijskog sastava supstrata, ali su potencijalno štetni efekti indikovani kroz alelopatijski uticaj na autohtone vrste, te se može se izvesti zaključak da postoji veći rizik u odnosu na korist kod korišćenja ove vrste u obnovi narušenih ekosistema.

***Robinia pseudoacacia* L. – mogućnosti i rizici primene u obnovi degradiranih ekosistema**

Robinia pseudoacacia L. (bagrem) je listopadna drvenasta vrsta iz familije Fabaceae, autohtona za Severnu Ameriku i Meksiko (Diklić, 1972b), a u Srbiji se ubraja u jako invazivne biljne vrste (Lazarević i sar., 2012). *R. pseudoacacia* dobro toleriše slana, nepolodna i zagađena zemljišta (Hanover, 1989), a obrasta i jalovine rudnika (Grbović i sar., 2020). U okviru sastojina *R. pseudoacacia* dolazi do promena kiselosti zemljišta, povećanja ukupnog sadržaja organskog ugljenika i azota, kao i smanjenje količine fosfora u zemljištu.

Usled posedovanja „transformatorskih“ osobina *R. pseudoacacia* je postala „popularna“ vrsta za sađenje na staništima kao što su pokretni peskovi, jalovine rudnika, naročito gde su zemljišta siromašna nutrijentima i gde je potrebna amelioracija, kontrola erozije i ponovno pošumljavanje (DeGomez i Wagner, 2001). Zbog azotofiksacije, kao i lako razgradljive stelje, nivo azota u zemljištu sastojina *R. pseudoacacia* je obično jako visok (Cierjacks i sar., 2013). Takođe, bagrem ima pozitivan uticaj na zajednice zemljišnih mikroorganizama (Wang i sar., 2019).

Navedene osobine, zbog kojih je ova vrsta jako cenjena, istovremeno doprinose i invazivnosti, pa se posebna pažnja pri sađenju treba obratiti i na rizike od širenja na susedna ugrožena staništa (Sitzia, 2014). Uticajem na promene hemijskih karakteristika zemljišta u odnosu na stanje pre ulaska na stanište, kao i oslobađanjem alelohemikalija u zemljište, ova vrsta doprinosi većoj osetljivosti ovih ekosistema na

invaziju drugih alohtonih vrsta, pa je „transformatorski kapacitet“ *R. pseudoacacia* potencijalni uzrok štetnih efekata po biodiverzitet (Cierjacks i sar., 2013).

Rezultati do kojih su došli Grbović i sar. (2019, 2020, 2021) pokazali su da se vrste *A. altissima* i *A. fruticosa* odlikuju većim uticajem na promene hemijskih karakteristika supstrata na degradiranim staništima (deponije pepela, jalovišta azbesta, deponovani ostaci krečnjaka) u odnosu na *R. pseudoacacia*. Sa druge strane, *R. pseudoacacia* pokazala je manji direktni i indirektni alelopatski potencijal, što može favorizovati ovu vrstu kao manje rizičnu po autohtonu floru na različitim staništima u odnosu na *A. altissima* i *A. fruticosa*.

Zaključak

Introdukcija alohtonih drvenastih vrsta biljaka i njihova upotreba u projektima obnove vegetacije degradiranih staništa može doprineti povećanju sadržaja nutrijenata u zemljištu i inicirati pedogenezu kod neplodnih supstrata. Međutim, u slučaju *A. altissima* i *A. fruticosa* postoji potencijalno veći rizik nego korist pri korišćenju ovih vrsta u projektima obnove zemljišta i vegetacije degradiranih staništa u odnosu na *R. pseudoacacia*, usled potencijalno visokog alelopatskog efekta na druge vrste u zajednici, čime se usporava prirodna sukcesija i formiraju monodominantne sastojine invazivnih vrsta sa štetnim delovanjem po autohtoni specijski i ekosistemski biodiverzitet.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekata broj 451-03-1378-2021-14/14 i broj 451-03-9/2021-14/200007 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Callaway, R. M., Ridenour, W. M. (2004). Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2(8): 436-443.
- Chytrý, M., Maskell, L. C., Pino, J., Pyšek, P., Vilà, M., Font, X., Smart, S. M. (2008). Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. *Journal of Applied Ecology*. 45(2): 448-458.
- Cierjacks, A., Kowarik, I., Joshi, J., Hempel, S., Ristow, M., von der Lippe, M., Weber, E. (2013). Biological flora of the British Isles: *Robinia pseudoacacia*. *Journal of ecology*. 101(6): 1623-1640.
- DeGomez, T., Wagner, M. R. (2001). Culture and use of black locust. *HortTechnology*. 11(2): 279-288.
- Diklić N. (1972a). Rod *Amorpha* L. 1754. Flora SR Srbije IV. Josifović, M. (ur.), Srpska akademija nauka i umetnosti. pp. 312-313.

- Diklić N. (1972b) Rod *Robinia* L. 1754. Flora SR Srbije IV. Josifović M. (ur.), Srpska akademija nauka i umetnosti. 271-272.
- Grbović F. (2021). Alelopatski potencijal izabranih invazivnih vrsta biljaka iz različitih ekosistema Srbije. Doktorska disertacija. Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet. 1-226.
- Grbović, F., Gajić, G., Branković, S., Simić, Z., Ćirić, A., Rakonjac, L., Pavlović P. Topuzović, M. (2019). Allelopathic potential of selected woody species growing on fly-ash deposits. Archives of Biological Sciences. 71(1): 83-94.
- Grbović, F., Gajić, G., Branković, S., Simić, Z., Vuković, N., Pavlović, P., & Topuzović, M. (2020). Complex effect of *Robinia pseudoacacia* L. and *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle growing on asbestos deposits: Allelopathy and biogeochemistry. Journal of the Serbian Chemical Society. 85(1): 141-153.
- Hanover, J. W. (1989). Physiological genetics of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.): a model multipurpose tree species. In Proc. Conf. on Fast Growing and Nitrogen Fixing Trees, Univ. Marburg, West. Germany. 8(12): 175-183.
- Heisey, R. M. (1996). Identification of an allelopathic compound from *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae) and characterization of its herbicidal activity. American Journal of Botany. 83 (2): 192-200.
- Jelea M., Jelea S.G., (2008). Large-scale experiments for copper extraction by bacterial heap leaching of the chalcopyrite predominant ore of orise poienu. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies. 65: 1-2.
- Kalisz, S., Kivlin, S. N., Bialic-Murphy, L. (2021). Allelopathy is pervasive in invasive plants. Biological Invasions. 23(2): 367-371.
- Kostić, O., Mitrović, M., Knežević, M., Jarić, S., Gajić, G., Đurđević, L., & Pavlović, P. (2012). The potential of four woody species for the revegetation of fly ash deposits from the 'Nikola Tesla-a' thermoelectric plant (Obrenovac, Serbia). Archives of Biological Sciences. 64(1): 145-158.
- Lazarević, P., Stojanović, V., Jelić, I., Perić, R., Krsteski, B., Ajtić, R., Bjedov, V. (2012). Preliminarni spisak invazivnih vrsta u Republici Srbiji sa opštim merama kontrole i suzbijanja kao potpora budućim zakonskim aktima. Zaštita prirode. 62(1): 5-31.
- Lee K.T., Han B.H., Cho W., (1997). The appropriate mounding height and selection of ornamental trees on consideration of the environmental characteristics in an apartment complex. In the case of Sanggyoi-Dong sanitary landfill. Korean Journal of Environment and Ecology. 11(2):137-148;
- Maurel, N., Salmon, S., Ponge, J. F., Machon, N., Moret, J., Muratet, A. (2010). Does the invasive species *Reynoutria japonica* have an impact on soil and flora in urban wastelands?. Biological invasions. 12(6): 1709-1719.
- Radovanović, N., Kuzmanović, N., Vukojičić, S., Lakušić, D., & Jovanović, S. (2017). Floristic diversity, composition and invasibility of riparian habitats with *Amorpha fruticosa*: A case study from Belgrade (Southeast Europe). Urban Forestry & Urban Greening. 24: 101-108.
- Radulović, S., Skočajić, D., Bjedov, I., Đunisijević-Bojović, D. (2008). *Amorpha fruticosa* L. on wet sites in Belgrade. Glasnik Šumarskog fakulteta. 97: 221-233.

- Sitzia, T. (2014). A call to silviculturists for a new field of science: the forestry of invasive alien species. *The Forestry Chronicle*. 90(4): 486-488.
- Udvardy, L. (2008). Tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). The most important invasive plants in Hungary/Ed. by Z. Botta-Ducati, L. Balogh. Vracrati. Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Science. 121-127.
- Vukićević E. (1973). Rod *Ailanthus* Desf. 1786-1788. *Flora SR Srbije V*, Josifović M. (Ur.), Srpska akademija nauka i umetnosti. 61-62.
- Wang, B., Zhao, X., Liu, Y., Fang, Y., Ma, R., Yu, Q., An, S. (2019). Using soil aggregate stability and erodibility to evaluate the sustainability of large-scale afforestation of *Robinia pseudoacacia* and *Caragana korshinskii* in the Loess Plateau. *Forest Ecology and Management*. 450: 117491.
- Zavagno, F., D'Auria, G. (2001). Synecology and dynamics of *Amorpha fruticosa* communities in the Po plain (Italy). *Plant invasions: species ecology and ecosystem management*. 175-182.

POSSIBILITIES AND RISKS OF USING INVASIVE WOODY SPECIES IN REVEGETATION ON DEGRADED HABITATS

Filip Grbović¹, Gordana Gajić³, Snežana Branković¹, Zoran Simić², Andrija Ćirić², Danijela Mišić³, Marina Topuzović¹

Abstract

The aim of this study is to use a comparative analysis of the ecology of invasive species *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Amorpha fruticosa* L. and *Robinia pseudoacacia* L. to assess the possibilities and risks of their application in the soil and vegetation restoration in different anthropogenically modified habitats. The results of the comparative study indicate that selected tree species can have a positive effect on biogeochemical cycles and the initiation of pedogenesis. However, when using *A. altissima* and *A. fruticosa* in soil and vegetation restoration projects there is a potentially higher risk than benefit, due to the high allelopathic effects on other species in the habitat, compared to *R. pseudoacacia*.

Key words: degraded ecosystems, invasive species, allelopathy, soil reclamation, vegetation restoration

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (filip.grbovic@pmf.kg.ac.rs)

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Chemistry, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia

³University of Belgrade, Institute for Biological Research "Siniša Stanković", National Institute of Republic of Serbia, Bulevar Despota Stefana 142, Belgrade, Serbia