

Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije - mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete

Šoštarčić, Valentina; Višić, Dasen; Šćepanović, Maja

Source / Izvornik: **GLASILO FUTURE, 2021, 4, 65 - 78**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

<https://doi.org/10.32779/gf.4.4.5>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:279758>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



ISSN 2623-6575

UDK 63

GLASILO FUTURE

PUBLIKACIJA FUTURE - STRUČNO-ZNANSTVENA UDRUGA ZA PROMICANJE ODRŽIVOG RAZVOJA, KULTURE I MEĐUNARODNE SURADNJE, ŠIBENIK

VOLUMEN 4 BROJ 4

LISTOPAD 2021.

Glasilo Future

Stručno-znanstveni časopis

Nakladnik:

FUTURA



Sjedište udruge: Šibenik

Adresa uredništva:

Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska / Croatia

☎ / 📠: +385 (0) 022 218 133

✉: urednistvo@gazette-future.eu / editors@gazette-future.eu

🌐: www.gazette-future.eu

Uređivački odbor / Editorial Board:Doc. dr. sc. Boris Dorbić, v. pred. – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*Ančica Sečan, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*Antonia Dorbić, mag. art. – zamjenica tehničke urednice / *Deputy Technical Editor*

Prof. dr. sc. Željko Španjol

Mr. sc. Milivoj Blažević

Vesna Štibrić, dipl. ing. preh. teh.

Gostujuća urednica / *Guest editor* / (2021) 4(4) – doc. dr. sc. Maja Čačija**Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:**

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevandziev – Portugalska Republika (Instituto Politécnico de Coimbra)

Prof. dr. sc. Martin Bobinac – Republika Srbija (Šumarski fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Zvezda Bogevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Dario Bognolo, mag. ing. – Republika Hrvatska (Veleučilište u Rijeci)

Prof. dr. sc. Agata Cieszewska – Republika Poljska (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)

Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Duška Čurić – Republika Hrvatska (Prehrambeno-biotehnoški fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Margarita Davitkovska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Josipa Giljanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Prof. dr. sc. Semina Hadžiabulić – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Prof. dr. sc. Péter Honfi – Mađarska (Faculty of Horticultural Science Budapest)

Prof. dr. sc. Mladen Ivić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Doc. dr. sc. Anna Jakubczak – Republika Poljska (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy)

Doc. dr. sc. Orhan Jašić – Bosna i Hercegovina (Filozofski fakultet Tuzla)

Prof. dr. sc. Tajana Krička – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Dejan Kojić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Slobodan Kulić, mag. iur. – Republika Srbija (Srpska ornitološka federacija i Confederation ornitologique mondiale)

Prof. dr. sc. Biljana Lazović – Crna Gora (Biotehnički fakultet Podgorica)

Prof. dr. sc. Branka Ljevnaić-Mašić – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu)

Doc. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Doc. dr. sc. Ana Matin – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bosiljka Mustać – Republika Hrvatska (Sveučilište u Zadru)

Prof. dr. sc. Ayşe Nilgün Atay – Republika Turska (Mehmet Akif Ersoy University – Burdur, Food Agriculture and Livestock School)

Prof. dr. sc. Tatjana Prebeg – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bojan Simovski – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za šumarski nauki, pejzažna arhitektura i ekoingženering "Hans Em" Skopje)

Prof. dr. sc. Davor Skejić – Republika Hrvatska (Građevinski fakultet Zagreb)

Akademik prof. dr. sc. Mirko Smoljić, prof. v. š. – Republika Hrvatska (Sveučilište Sjever, Varaždin/Koprivnica, Odjel ekonomije)

Prof. dr. sc. Nina Šajna – Republika Slovenija (Fakulteta za naravoslovje in matematiko)

Akademik prof. dr. sc. Refik Šećibović – Bosna i Hercegovina (Visoka škola za turizam i menadžment Konjic)

Prof. dr. sc. Andrej Šušek – Republika Slovenija (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor)

Prof. dr. sc. Elma Temim – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Mr. sc. Merima Toromanović – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću)

Prof. dr. sc. Marko Turk – Ruska Federacija (University of Tyumen)

Doc. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Ana Vujošević – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Sandra Vuković, mag. ing. – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Vesna Židovec – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Grafika priprema: Ančica Sečan, mag. act. soc.

Objavljeno: 20. listopada 2021. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva specijalna izdanja tijekom godine iz biotehničkog područja.

Časopis je besplatan. Rukopisi i recenzije se ne vraćaju i ne honoriraju.

Autori/ce su u potpunosti odgovorni/e za sadržaj, kontakt podatke i točnost engleskog jezika.

Umnožavanje (reproduciranje), stavljanje u promet (distribuiranje), priopćavanje javnosti, stavljanje na raspolaganje javnosti odnosno prerada u bilo kojem obliku nije dopuštena bez pismenog dopuštenja Nakladnika.

Sadržaj objavljen u Glasilu Future može se slobodno koristiti u osobne i obrazovne svrhe uz obvezno navođenje izvora.

Glasilo Future

Stručno-znanstveni časopis

FUTURA – stručno-znanstvena udruga za promicanje održivog razvoja, kulture i međunarodne suradnje, Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska

(2021) 4 (4) 01–80

SADRŽAJ:

	Str.
<i>Pregledni rad (scientific review)</i>	
<i>I. Juran, Kristina Šumić, Maja Čačija</i>	
Mogućnosti suzbijanja cvjetnog štitašnog moljca prirodnim neprijateljima i botaničkim insekticidima Possibilities of controlling the greenhouse whitefly by natural enemies and botanical insecticides	01–21
<i>Martina Kadoić Balaško, Darija Lemić, Katarina Maryann Mikac, Renata Bažok</i>	
Multidisciplinarni pristup istraživanju rezistentnosti kod kukaca A multidisciplinary approach to insect resistance research	22–36
<i>Stručni rad (professional paper)</i>	
<i>Maja Čačija, Petra Runjak, I. Juran</i>	
Entomofauna lucerne na pokušalištu Šašinovec Entomofauna of alfalfa at the Šašinovec experimental station	37–55
<i>Klara Barić, Z. Ostojić, Ana Pintar</i>	
Europski mračnjak (<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.) – biologija, ekologija, morfologija i suzbijanje Velvetleaf (<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.) – biology, ecology, morphology and control	56–64
<i>Valentina Šoštarčić, D. Višić, Maja Šćepanović</i>	
Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije – mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete Inter-population variability of common ragweed seeds – a mechanism of successful adaptation to different environmental conditions	65–78
<i>Upute autorima (instructions to authors)</i>	79–80

Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije – mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete

Inter-population variability of common ragweed seeds – a mechanism of successful adaptation to different environmental conditions

Valentina Šoštarčić^{1*}, Dasen Višić², Maja Šćepanović¹

stručni rad (professional paper)

doi: 10.32779/gf.4.4.5

*Citiranje/Citation*³

Sažetak

Ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) je invazivna korovna vrsta na području Hrvatske, ali i ostatku Europe. Uspješnost prilagodbe na različite okolišne uvjete omogućili su ovoj vrsti visoku rasprostranjenost i visoku brojnost populacije u gotovo svim dijelovima Hrvatske. Inter-populacijska varijabilnost jedna je od karakteristika ove vrste, a ostvaruje se u različitim morfološkim i funkcionalnim svojstvima ambrozije s različitih lokaliteta (populacija). Morfološka varijabilnost sjemena ili sjemenski polimorfizam je pojava formiranja različitog sjemena unutar same biljke ovisno o poziciji sjemena na majčinskoj biljci, između dviju jedinki unutar iste populacije, ali i između jedinki različitih populacija. Na području kontinentalne Hrvatske, promatrana je morfološka varijabilnost sjemena između različitih populacija ambrozije s deset lokaliteta kontinentalne Hrvatske: Badljeva, Nova Bukovica, Bošnjaci, Šljivoševci, Ivankovo, Čazma, Johovec, Dubrovčak Lijevi, Lijeva Martinska Ves i Nevinac, gdje ambrozija redovito zakorovljuje okopavinske usjeve. Za svaku populaciju izračunate su mase 1000 roški (sjemenki) i utvrđena je dimenzija pojedinačnog sjemena. Raspon mase 1000 roški kretao se od 2,39 g do 5,56 g. Duljina roške kretala se u rasponu od 3,65 mm do 4,16 mm, dok se širina roške kretala u rasponu od 1,87 mm do 2,15 mm. Utvrđena je inter-populacijska varijabilnost između populacija. Koeficijent varijabilnosti duljine kretao se u rasponu od 8,8 % do 13,4 %, dok se koeficijent varijabilnosti širine kretao u rasponu od 10,3 % do 14,3 %. Utvrđena je slaba varijabilnost između populacija što potencijalno može značiti i razliku u stupnju dormantnosti i klijavosti.

¹ Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska.

* E-mail: vsostarcic@agr.hr.

² Student preddiplomskog studija Fitomedicina, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

* Izvod iz završnog rada "Morfološka varijabilnost sjemena različitih populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske", Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

³ Šoštarčić, V., Višić, D., Šćepanović, M. (2021). Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije – mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete. *Glasilo Future*, 4(4), 65–78. / Šoštarčić, V., Višić, D., Šćepanović, M. (2021). Inter-population variability of common ragweed seeds – a mechanism of successful adaptation to different environmental conditions. *Glasilo Future*, 4(4), 65–78.

Ova morfološka mjerenja sjemena ambrozije na području Hrvatske pružaju osnovu za daljnja istraživanja morfološke i funkcionalne varijabilnosti kao doprinos boljem poznavanju biologije ove invazivne vrste.

Ključne riječi: dimenzije sjemena, masa sjemena, Hrvatska, pelinolisni limundžik, *Ambrosia artemisiifolia*.

Abstract

Ambrosia artemisiifolia L. is an invasive weed species in Croatia, but also in the rest of Europe. The success of adaptation to different environmental conditions has enabled this species a high distribution and population size in almost all parts of Croatia. Interpopulation variability is one of the characteristics of this species, which is realized in various morphological and functional traits possessed by this species. Morphological variability of seeds, or seed polymorphism, is visible within the plant itself, depending on the position of the seed on the mother plant, between two individuals within the same population, as well as between individuals of different populations. On the Croatian mainland, the morphological variability of seeds between ten different populations of Badljevina, Nova Bukovica, Bošnjaci, Šljivoševci, Ivankovo, Čazma, Johovec, Dubrovčak Lijevi, Lijeva Martinska Ves, Nevinac was observed and the masses of 1000 horns were calculated and the dimension of individual seeds was determined. 1000 horns ranged from 2.39 g to 5.56 g. The length of the horn ranged from 3.65 mm to 4.16 mm, while the width of the horn ranged from 1.87 mm to 2.15 mm. Interpopulation variability was observed between populations. The coefficient of length variability ranged from 8.8 % to 13.4 %, while the coefficient of width variability ranged from 10.3 % to 14.3 %. Weak variability was found between populations possibly signifying a difference in the degree of dormancy and germination. These morphological measurements of common ragweed seeds in Croatia provide a basis for further studies on morphological and functional variability as a basis for a better knowledge of the biology of this invasive species.

Key words: common ragweed, Croatia, seed dimensions, seed weight, *Ambrosia artemisiifolia*.

Uvod

Pelinolisni limundžik ili ambrozija je invazivna korovna vrsta porijeklom iz Sjeverne Amerike koja se Europom proširila trgovinom sjemenskog materijala. U Hrvatskoj je prvi put zabilježena 1941. u okolini Pitomače (Kovačević i Groman, 1964). Danas se ambrozija nalazi na drugom mjestu prema učestalosti pojave u kontinentalnoj Hrvatskoj, odmah poslije koštana (*Echinochloa crus-galli* L.), odnosno prva po redu kao jednogodišnja širokolisna vrsta (Šarić et al., 2011). Trogodišnjim monitoringom na različitim poljoprivrednim, ruderalnim i urbanim staništima širom Hrvatske, Galzina et al. (2010) utvrđuju prisustvo ambrozije u gotovo cijeloj kontinentalnoj Hrvatskoj osim u nekim priobalnim dijelovima i otocima (Slika 1.).



Slika 1. Rasprostranjenost ambrozije u Hrvatskoj od 2004. do 2006. godine (Izvor: Galzina et al., 2010).

Figure 1. Distribution of common ragweed in Croatia from 2004 to 2006 (Source: Galzina et al., 2010).

Ambrozija se redovito javlja u okopavinskim usjevima i u raznim povrtnim kulturama. U istraživanju provedenom u Mađarskoj, utvrđeno je da ambrozija pri gustoći od 26 biljaka po m² usjeva kukuruza uzrokuje gubitak prinosa i više od 70 % (Varga et al., 2000; Varga et al., 2002). U grahu prinos zrna može se smanjiti za oko 20 % kad ambrozija ponikne istovremeno s usjevom (Chikoye et al., 1995), a čak i do 75 % kad je u usjevu prisutna od cvatnje do žetve (Evanylo i Zehnder, 1989). Nadalje, Coble et al. (1981) utvrdili su da četiri biljke ambrozije na 10 m reda smanjuju prinos soje za 8 %, a u šećernoj repi svega jedna biljka ambrozije na četvornom metar smanjuje prinos šećerne repe za 30 % (Šubić, 2001).

Osim kompetitivnih sposobnosti i šteta koje čini smanjujući prinose poljoprivrednih kultura, ambrozija je i veliki medicinski problem. Samo jedna biljka ambrozije stvara do osam milijuna alergeni peludnih zrnaca (Medzihradzsky i Jarai-Komlodi, 1995) koje se vjetrom šire i do 300 km (Pleše, 2003). Zbog toga su alergijske reakcije zabilježene i u područjima na kojima ova invazivna vrsta nije prisutna. Iako rasprostranjena u većini Europskih zemalja, najveća koncentracija alergene peludi utvrđena je za područje Hrvatske i susjednih država poput Srbije, Mađarske, Slovenije, Italije i dr. (Storkey et al., 2014; Šikoparija et al., 2017; Lommen et al., 2018). Prema procjenama, u Hrvatskoj je od svih polinoza 10-15 % uzrokovano polenom ambrozije (Galzina et al., 2010), a u Mađarskoj je čak 80 % populacije alergično na polen ove vrste (Mezei et al., 1995). Utvrđeno je da atmosferska koncentracija peludi između 10 i 50 zrnaca/m³ u trajanju od 24h uzrokuje alergijsku reakciju

(Bergmann et al., 2008; Solomon, 1984). Prema Stjepanović et al., (2015), prosječna dnevna koncentracija peludi u zraku u razdoblju od 2006. do 2009. u Zagrebu iznosila je 16 – 86 zrna/m³.

Uspješnosti širenja ambrozije povezana je s mnoštvom svojstava koje joj omogućuju visoku invazivnost kao što su: mogućnost prilagodbe različitim uvjetima okoliša, visoka produktivnost sjemena, dugovječnost sjemena u banci sjemena tla, rani ponik, svojstvo neotenijske⁴, intra- i inter-populacijska varijabilnost i dr. Intra-populacijska varijabilnost je primarno uvjetovana genotipom, ali i položajem sjemena na majčinskoj biljci, veličini i masi sjemena i sl. (Moles et al., 2000), a javlja se kao prilagodba vrste određenom okolišu. Inter-populacijska varijabilnost uvjetovana je abiotičkim čimbenicima (dostupnost hraniva, svjetlosti i sl.) te biotičkim čimbenicima posebno intra i interspecifičnom kompeticijom na nekom prostoru (Patracchini et al., 2011). Uz ostala invazivna svojstva, ova vrsta razvila je i rezistentnost na često korištene herbicide u poljoprivrednim usjevima. Dosad je utvrđeno 38 slučajeva rezistentnosti u Kanadi i SAD-u. U najvećem broju slučajeva rezistentnost je utvrđena na aktivnu tvar glifosat (Heap, 2021). I u Hrvatskoj je 2019-te dokazana rezistentnost ambrozije na herbicid oksasulfuron zbog učestalog korištenja u usjevu soje (Brijačak et al., 2020). Stoga je suzbijanje ambrozije sve veći izazov za proizvođače, a poznavanje biologije ove vrste sve više dobiva na važnosti.

Od bioloških značajki, dormantnost sjemena i sposobnost ranog nicanja ambrozije jedna je od važnijih jer direktno utječe na mogućnost veće kompetitivnosti u usjevima. Nicanje ambrozije započinje rano u proljeće pri sumi od 33 toplinskih jedinica (Werle et al., 2014) što ovu vrstu čini ranoproljetnom vrstom. Nicanje u polju odvija se ovisno o populaciji, pri temperaturi od 11 – 13 °C, dok neki autori navode i 5°C (Kazinczi et al., 2008). U laboratorijskim uvjetima utvrđene vrijednosti biološkog minimuma⁵ još su niže i razlikuju se u ovisnosti o istraživanoj lokaciji. Tako je utvrđena vrijednost biološkog minimuma europskih populacija ambrozije 2,0°C, dok za američke (nativne) populacije vrijednost biološkog minimuma iznosi 4,2°C (Leiblein et al., 2014). Optimalna temperatura za klijanje ove vrste je između 20 – 22 °C (Forcella et al., 1997). Nicanje završava pri nakupljenoj sumi od 103 toplinske jedinice što ovu vrstu čini kratko nicajućom u odnosu na ostale proljetne korovne vrste (Werle et al., 2014). Osim temperature, vlaga tla važna je pri klijanju i nicanju svih vrsta pa tako i ambrozije. Sposobnost klijanja pri različitoj vlažnosti tla određuje vrijednost biološkog vodnog potencijala⁶. Biološki vodni potencijal također se razlikuje u ovisnosti o populaciji te za ambroziju iznosi od -0,80 MPa (Shrestha et al., 1999) do -1,28 MPa (Gullemin et al., 2013). Ove vrijednosti ukazuju da ambrozija može klijeti pri niskoj vlažnosti tla što uvelike pomaže ostvarenju invazivnog potencijala.

⁴ Pojava kada u izrazito nepovoljnim uvjetima života, jednogodišnje korovne vrste, za vrlo kratko vrijeme razviju generativne organe (Hulina, 1998).

⁵ Najniža temperatura pri kojoj je moguće klijanje.

⁶ Najniža vrijednost vodnog potencijala tla pri kojoj vrsta može ostvariti klijavost.

Kao jednogodišnja monokarpna vrsta ambrozija se razmnožava i širi isključivo sjemenom. Lokalno se širi na kratke i srednje udaljenosti barohorijskim putem koji predstavlja širenje dijaspora osipanjem pod utjecajem gravitacije (Basset i Crompton 1975). Iako je primarni čimbenik u širenju ambrozije čovjek, ambrozija se širi i hidrohorijski s obzirom da roške ambrozije zbog male gustoće plutaju na površini vode (Basset i Crompton, 1975; Fumanal et al., 2007). Ambrozija pripada porodici Asteraceae (glavočike) pa, kao i ostale vrste iz ove porodice, posjeduje suhi nepucavi jednosjemeni plod rošku. Kod ovog tipa ploda perikarp je spojen sa sjemenom ovojnicom i sjemenka se od njega u prirodi teško i gotovo nikada ne odvaja. Stoga se u literaturi roška (plod) često pojednostavljeno naziva sjemenom iako to nije botanički ispravno. Prema podacima iz literature ambrozija u povoljnim uvjetima može proizvesti i do 62 000 sjemenki po biljci ovisno o veličini biljke, načinu razvoja, kompetitivnosti i ekološkim uvjetima (Kazinczi et al., 2008). Sjeme je dugovječno te, jednom kad dospije u banku sjemena tla, sposobno je klijati i nakon 40 godina (Cunze et al., 2013) što znači da sjeme razvija dormantnost odnosno mirovanje do nastupa povoljnih uvjeta za klijanje. Tip dormantnosti koji razvija naziva se endogena dormantnost, točnije fiziološka dormantnost što podrazumijeva dormantnost uzrokovanu biljnim hormonima, regulatorima rasta – giberelinskom (GA) i apscizinskom kiselinom (ABA) (Baskin i Baskin, 2004; Willemsen i Rice, 1972). Fiziološku dormantnost Baskin i Baskin (2004) dijele na visoku, srednju i nisku. Dok je za većinu viših biljaka karakteristična niska fiziološka dormantnost (Finch-Savage i Leubner-Metzger, 2006), pretpostavka je da ambrozija posjeduje srednji tip dormantnosti. U prirodi se ovaj tip dormantnosti prekida tek prolaskom kroz hladni period, dva do tri mjeseca zimi u vlažnom tlu (Baskin i Baskin, 2004). Upravo je ta brzina gubitka dormantnosti odnosno sposobnost klijanja/nicanja ključna za uspješni razvoj pa ju je neophodno dobro poznavati kako bi se mogla učinkovito suzbiti ova napasna korovna vrsta. Međutim, sva navedena svojstva mogu se razlikovati između populacija (inter-populacijska varijabilnost) i unutar populacije (intrapopulacijska varijabilnost) što je kod ambrozije kao invazivne korovne vrste posebno izraženo (Fumanal et al., 2007). Slično je dokazano i za drugu invazivnu korovnu vrstu *Abutilon theophrasti* Med. (europski mračnjak) u istraživanju Plodinec et al. (2015). Autori utvrđuju značajnu razliku u postotku i dinamici nicanja te sumi toplinskih jedinica potrebnih za početak i sredinu nicanja između 12 populacija europskog mračnjaka podrijetlom iz Europe i SAD-a.

Interpopulacijsku varijabilnost moguće je razlikovati na razini morfološkog izgleda sjemena (morfološka varijabilnost), te na razini svojstava koja su vezana uz same potrebe razvoja biljke primjerice stupanj dormantnosti, sposobnost klijavosti i sl., što se naziva funkcionalna varijabilnost. U daljnjem radu naglasak je na interpopulacijskoj varijabilnosti sjemena ambrozije.d

Inter-populacijska varijabilnost ambrozije

Inter-populacijska varijabilnost predstavlja sve morfološke i fiziološke varijabilnosti između jedinki iste vrste, ali iz različitih populacija tj. različitih područja na kojem se razvijaju. Sve varijabilnosti

između populacija uzrokovane su dvama čimbenicima: utjecajem okoline i genotipom. Utjecaj okoline podrazumijeva sve interakcije i kompeticije između jedinke i drugih jedinki koje ju okružuju, kao i sam utjecaj ekoloških čimbenika područja na kojem jedinka raste, razvija se i razmnožava. Diskontinuirani i nepredvidivi uvjeti okoline novih područja glavni su razlog prilagodba i varijabilnosti introduciranih jedinki kojima je u cilju preživljavanje i daljnje razmnožavanje (Baskin i Baskin, 2001). Tako Loomen et al. (2018) utvrđuju varijabilnost u volumenu ambrozije između 39 lokacija u Europi široke longitudinalne i lateralne rasprostranjenosti (1000 – 3000 km), sa značajno većim volumenom biljaka na longitudinalno istočnijim lokacijama u Europi što zapravo predstavlja prilagodbu ambrozije različitim geografskim uvjetima.

Inter-populacijska varijabilnost promatrana na razini sjemena jedna je od prednosti u širenju i potom uspješnom razvoju invazivnih vrsta poput ambrozije. Vrlo važna osobina sjemena ambrozije je morfološki sjemenski polimorfizam, što predstavlja pojavu sjemena različitog izgleda (boja, masa, duljina, širina, tekstura, razvoj sekundarnih struktura (Milberg et al., 1996) čime Willis i Hulme, (2004) objašnjavaju uspješnost invazije neke vrste. Svako izlaganje korovne vrste novim uvjetima okoline potiče vrstu na prilagodbu tim uvjetima. Tako aktualno globalno zatopljenje ide u korist invazivnim vrstama koje brže evoluiraju s ciljem veće adaptivnosti (Clements i DiTomasso, 2011). Upravo sposobnost evoluiranja korovima omogućuje nesmetano razmnožavanje i širenje unatoč iscrpnom trudu čovjeka za eradikaciju istih (Hulina 1998). Također, velika sjemenska proizvodnja kod većine korovnih vrsta značajno utječe na njihovu uspješnost širenja. Međutim, brojnost proizvedenog sjemena kod određene korovne vrste ovisi o obliku i veličini biljke, kompeticiji s drugim vrstama, kompeticiji s jedinkama iste vrste te ekološkim čimbenicima područja na kojem biljka raste (Baskin i Baskin, 2001). Sjeme za samu vrstu ima važnost zbog reprodukcije i širenja vrste te kao takvo predstavlja optimalan način preživljavanja. Osim velikom sjemenskom proizvodnjom, uspješnost u reprodukciji i širenju pospješuje se različitim oblikom, dimenzijama, težinom i izraštajima na sjemenu (Milberg et al., 1996). Poznato je da je veličina sjemena određene biljne vrste često povezana s brojnošću proizvedenog sjemena pa tako vrste sa najvećim sjemenkama proizvedu najmanje sjemenki i obratno. Također, na razlike u veličini sjemena utječe i pozicija sjemena u majčinskoj biljci, gdje kod biljaka iz porodice Asteraceae, kao što je ambrozija, sjeme iz sredine glavice ima veće dimenzije od postranog sjemena s rubova glavice (Milberg et al., 1996). Tako su kod ambrozije utvrđene jasno vidljive fenotipske razlike između onih jedinki koje rastu kao soliterne biljke i jedinki koje rastu pri visokoj gustoći populacije (Brandes i Nietzsche, 2006). Soliterne jedinke su kraće i razgranatije zato što ne postoji prirodna kompeticija za prostor, vodu i hranjivo između njih i drugih jedinki. Također je utvrđena vidljiva razlika u sjemenu ambrozije između autohtonih jedinki i alohtonih jedinki (Leiblein-Wild et al., 2014). Sjeme introduciranih invazivnih alohtonih jedinki u prosjeku je većih dimenzija i značajno brže klije te bolje podnosi promjenu okolišnih uvjeta (temperatura i vlaga) od sjemena autohtonih jedinki. Pretpostavlja se da je razlog te prilagodbe evolucijski povećana kompetitivna

sposobnost invazivnih korovnih vrsta, uzrokovana konstantnom prilagodbom vrste na nove uvjete okoline. S obzirom na široku rasprostranjenost ambrozije, evidentna je velika adaptivnost na nove klimatske uvjete, kao i ogroman potencijal razmnožavanja i disperzije. Morfološka varijabilnost sjemena potencijalni je pokazatelj i drugih svojstava koje vrsta posjeduje. Dinelli et al. (2013) proveli su istraživanje o povezanosti morfoloških karakteristika sjemena ambrozije i rezistentnosti na određene herbicide. Utvrđene prosječne dimenzije roški, korištenih u njihovom pokusu, iznosile su oko 3 mm duljine i 2 mm širine. Osjetljive populacije ambrozije imale su u prosjeku dimenzije roški od 3,32 mm duljine i 2,26 mm širine. Rezistentne populacije ambrozije imale su roške manjih dimenzija od osjetljivih (3,01 mm duljine i 1,86 mm širine). Autori su utvrdili da postoje znatne razlike u dimenzijama sjemena između rezistentnih i osjetljivih populacija. Također, poznato je da biljke koje imaju sjeme većih dimenzija niču brže i iz većih dubina tla, što su dokazali Reuss et al. (2001) provedenim pokusom na šćiru, lobodi i ostalim širokolisnim korovnim vrstama. Utvrdili su da najveće sjeme šćira i lobode (do 2mm promjera) ima osjetno bolju klijavost nego sjeme duljine 0,5 – 1,0 mm, kao i da dulje zadržava sposobnost klijanja. Nadalje, Washitani i Nishiyama (1992) utvrdili su da vrsta *Ambrosia trifida*, zbog svojih krupnih roški, niče puno ranije te da ostaje duže klijava u banci sjemena u tlu od ostalih korovnih vrsta. Iz tog razloga proučavanje morfologije sjemena zanimljivo je iz raznih aspekata, a posebice zbog boljeg poznavanja biologije vrste i različitosti unutar istog geografskog područja.

Morfološka svojstva sjemena različitih populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske

Na području kontinentalne Hrvatske ambrozija je široko rasprostranjena u okopavinskim usjevima (Slika 2.) i ruderalnim površinama (Slika 3.). Zanimljivo je stoga usporediti morfološku svojstva sjemena na različitim lokacijama kao polazište za daljnja istraživanja i bolje poznavanje ove vrste i njenoj prilagodbi u ovom geografskom području.



Slika 2. Usjev kukuruza zakorovljen ambrozijom na lokaciji Kloštar Ivanić (Foto: V. Šoštarčić, srpanj, 2019).
Figure 2. Common ragweed in maize field at location Kloštar Ivanić (Photo: V. Šoštarčić. July, 2019).



Slika 3. Ambrozija uz rub ceste (Foto: Z. Ostojić, lipanj, 2006).
Figure 3. Common ragweed along the roadside (Photo: Z. Ostojić, June, 2006).

Morfološka varijabilnost ambrozije na području Hrvatske dosad nije promatrana na razini sjemena, a potencijalna saznanja o postojanju varijabilnosti mogu unaprijediti istraživanja biologije i ekologije. Cilj istraživanja bio je usporediti dimenzije sjemena (duljina i širina) između deset populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske. Materijali i metode rada podrazumijevali su prikupljanje sjeme ambrozije s deset lokacija kontinentalne Hrvatske te je uspoređivanje masa i dimenzija sjemena svih populacija. Mjerenja su provođena na 200 sjemenki ambrozije po svakoj populaciji, što je ukupno 2 000 sjemenki. Dimenzije sjemena utvrđene su digitalnim mikroskopom Dino-Lite (IDCP B.V., Nizozemska) (Slika 4.), dok je masa 1 000 sjemenki po populaciji utvrđena analitičkom vagom. Rezultati rada prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Masa 1000 roški, duljina i širina roški 10 različitih populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske.

Table 1. Mass of 1000 achene, length and width of different common ragweed populations from continental Croatia.

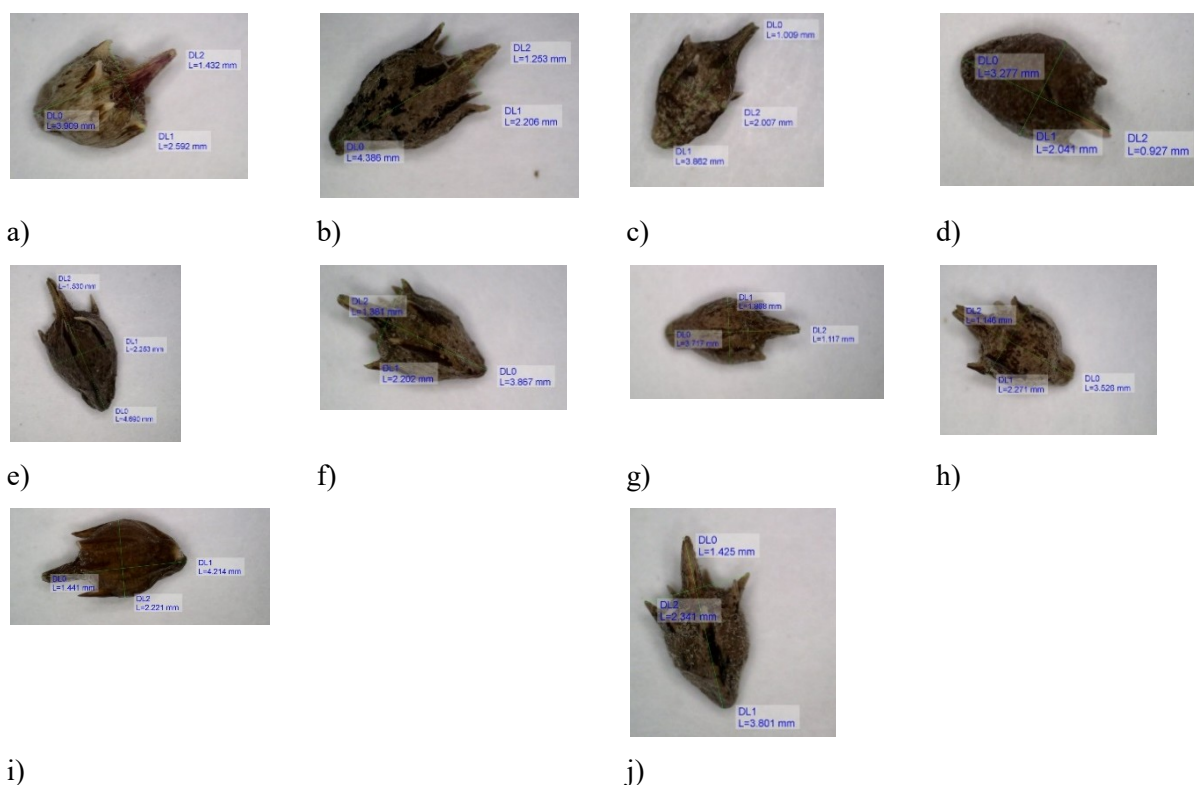
Lokacija	Masa 1000 roški (g)	Duljina (mm)	Širina (mm)
Čazma	3,49	3,87 cd**	1,95 c
Lijeva Martinska Ves	2,39	3,91 c	1,86 d
Johovec	5,10	3,95 bc	2,08 b
Bošnjaci	5,32	4,04 b	2,15 a
Ivankovo	3,81	3,56 e	1,87 d
Nova Bukovica	5,56	3,86 cd	2,06 b
Nevinac	5,28	3,87 cd	2,12 a
Dubrovčak Lijevi	3,25	3,65 e	1,91 cd
Šljivoševci	4,88	4,16 a	2,13 a
Badlješina	5,06	3,79 d	1,87 d
Medijan	4,88	-	-
Prosjek	4,41	-	-
CV (%)*	24,7	11,9	14,3
S.D	1,04	-	-

* CV (%) – koeficijent varijabilnosti; (0 – 10 ; vrlo slab, 10 – 30 ; relativno slab, 30 – 50 ; umjeren, 50 – 70 ; relativno jak, >70 ; vrlo jak).

** Vrijednosti označene istim slovima statistički se ne razlikuju.

Raspon mase 1000 roški između 10 lokacija kontinentalne Hrvatske kretao se od 2,39 g do 5,56 g, a varijabilnost u masi bila je relativno slaba (24 %). Duljina roške ambrozije između 10 populacija kretala se u rasponu od 3,56 mm do 4,16 mm. Širina roške ambrozije između istraživanim populacijama kretala se u rasponu od 1,86 mm do 2,15 mm. Populacije poredane po duljini sjemena od najmanjeg prema najvećem su: Dubrovčak Lijevi = Ivankovo < Badlješina = Čazma = Nevinac = Nova Bukovica ≤ Lijeva Martinska Ves ≤ Johovec < Bošnjaci < Šljivoševci. Populacije poredane po širini sjemena

od najmanjeg prema najvećem su: Lijeva Martinska Ves = Badljevina = Ivankovo \leq Dubrovčak Lijevi < Čazma < Nova Bukovica = Johovec < Nevinac = Šljivoševci = Bošnjaci. Iako je utvrđena slaba varijabilnost između populacija vidljivo je da ona postoji što potencijalno može značiti da postoji i funkcionalna varijabilnost između populacija (stupnju dormantnosti, klijavosti). Na varijabilnost ovih morfoloških parametara utječu mnogi čimbenici stoga nije moguće bez dodatnih istraživanja, zaključiti što je utjecalo na iste. Predstavljene podaci daju uvid u veličinu i masu sjemena ambrozije na području Hrvatske i pružaju osnovu za daljnja istraživanja varijabilnosti, morfološke i funkcionalne kao doprinos boljem poznavanju ove invazivne vrste. U daljnjim istraživanjima potrebno je posebnu pažnju posvetiti onim populacijama ambrozije za koje je dokazano da su razvile rezistentnost na herbicide (Šćepanović et al., 2020). Kao što je u literaturi navedeno, potrebno je utvrditi da li se populacije koje posjeduju morfološki različito sjeme razlikuju i u osjetljivosti prema herbicidima (rezistentne i osjetljive populacije). Takvo saznanje otvara mogućnost ranog otkrivanja rezistentnosti u polju što je puno jednostavniji način od dosadašnjih dugotrajnih provođenja biotestova. Naime, ukoliko se i na našem području dokaže da rezistentne populacije imaju sitnije sjeme, tada bi se relativno brzim i jednostavnim mjerenjem dimenzija sjemena potencijalno mogle odrediti rezistentne populacije i time na vrijeme odrediti mjere suzbijanja ove alergene i napasne korovne vrste.



Slika 4. Sjeme ambrozije sakupljeno s različitih lokaliteta na području kontinentalne Hrvatske slikano digitalnim mikroskopom: a) Bošnjaci; b) Čazma; c) Dubrovčak Lijevi; d) Ivankovo; e) Johovec; f) Badljevina g) Lijeva Martinska Ves; h) Nevinac; i) Nova Bukovica, j) Šljivoševci.

Figure 4. Common ragweed seeds collected at different locations in continental Croatia and photographed by digital microscope: a) Bošnjaci; b) Čazma c) Dubrovčak Lijevi; d) Ivankovo; e) Johovec; f) Badljevina, g) Lijeva Martinska Ves; h) Nevinac; i) Nova Bukovica, j) Šljivoševci.

Zaključak

Ambrosia artemisiifolia već je 80 godina prisutna u korovnoj flori Hrvatske, ipak biologija i ekologija njenih populacija na području Hrvatske relativno je slabo poznata. U dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da ambrozija posjeduje interpopulacijsku varijabilnost u raznim funkcionalnim (stupanj dormantnosti, biološki minimum, biološki vodni potencijal, nicanje) i morfološkim (boja, veličina sjemena) svojstvima. Navedena svojstva najčešće su uspoređivana između populacija podrijetlom iz različitih država. Unutar područja kontinentalne Hrvatske vidljivo je da postoji varijabilnosti u masi sjemena koja se čak dvostruko razlikuje između najkrupnije i najsitnije populacije. Dimenzije sjemena (širina x dužina) ne razlikuju se za više od 1 mm, ipak utvrđena je značajna razlika između različitih populacija. Uvid u morfološka svojstva različitih populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske samo su polazište za daljnja istraživanja ka boljem poznavanju i detaljnijem istraživanju funkcionalnih i morfoloških svojstava.

Literatura

Baskin, C. C., Baskin, M. J. (2001). Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New York. 150-220.

Baskin, J. M., Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14, 1-16.

Bassett, I. J., Crompton, C. W. (1975). The biology of Canadian weeds.: 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. *Canadian Journal of Plant Science*, 55(2), 470.

Bergmann, C. K., Werchan, D., Maurer, M., Zuberbier, T. (2008). The threshold value for number of ambrosia pollen including acute nasal reactions is very low. *Allergo Journal*, 17, 375-376.

Brandes, D., Nitzsche, J. (2006). Biology, introduction, dispersal and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) with special regard to Germany. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 58, 286-291.

Brijačak, E., Šoštarčić, V., Pintar, A., Lakić, J., Barić, K., Šćepanović, M. (2020). Prvi dokazi rezistentnosti ambrozije na ALS herbicide u Republici Hrvatskoj i Europi. 64. Seminar biljne zaštite, Opatija 4. do 7. veljače 2020.

Chikoye, D., Weise, S. F., Swanton, C. J. (1995). Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density on white bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science*, 43(3), 375-380.

- Valentina Šoštarić, D. Višić, Maja Šćepanović / *Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije - mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete / Glasilo Future (2021) 4 (4) 65–78*
- Clements, D. R., DiTomasso, A. (2011). Climate change and weed adaptation: can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted?. *Weed Research*, 51, 227-240.
- Coble, H. D., Williams, F. M., Ritter, R. L. (1981). Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) interference in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, 29(3), 339-342.
- Cunze, S., Leiblein, M. C., Tackenberg, O. (2013). Range expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe is promoted by climate change. *ISRN Ecology*, 1-9.
- Dinelli, G., Marotti, I., Catizone, P., Bosi, S., Tanveer, A., Abbas, R.N., Pavlovic, D. (2013). Germination ecology of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia trifida* L. biotypes suspected of glyphosate resistance. *Central European Journal of Biology*, 8(3), 286-296.
- Evanylo, G. K., Zehnder, G. W. (1989). Common ragweed interference in snap beans at various soil potassium levels. *Applied Agricultural Research*, 4(2), 101-105.
- Finch-Savage, W. E., Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501-523.
- Forcella, F., Wilson, R. G., Dekker, J., Kremer, R., Cardina, J., Anderson, R. L., Alm, D. Renner, K. A., Harvey, R. G., Clay, S., Buhler, D. D. (1997): Weed seed bank emergence across the Corn Belt. *Weed Science*, 67,123-129.
- Fumanal, B., Chauvel, B., Sabatier, A., Bretagnolle, F. (2007). Variability and cryptic heteromorphism of *Ambrosia artemisiifolia* seeds: what consequences for its invasion in France? *Annals of Botany*, 100, 305-313.
- Galzina, N., Barić, K., Šćepanović, M., Goršić, M., Ostojić, Z. (2010). Distribution of the invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* L. in Croatia. *Agriculture Conspectus Scientificus*, 75(2), 75-81.
- Guillemin, J. P., Gardarin, A., Granger, S., Reibel, C., Munier-Jolain, N., Colbach, N. (2013) Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. *Weed Research*, 53, 76-87.
- Heap, I. (2021), International survey of herbicide resistant plants. (Dostupno na: <http://www.weedscience.org>, posjećeno: 15. 07. 2021.)
- Hulina, N. (1998). *Korovi*. Školska knjiga, Zagreb, 99-158.
- Kazinczi, G., Béres, I., Novák, R., Bíró, K., Pathy, Z. (2008). Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): A review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia*, 1(9), 55-91.

- Valentina Šoštarčić, D. Višić, Maja Šćepanović / Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije - mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete / Glasilo Future (2021) 4 (4) 65–78
- Kovačević, J., Groman, E. (1964). Korov limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.) u Jugoslaviji. *Zaštita bilja*, 77, 81-85.
- Leiblein-Wild, M. C., Kaviani, R., Tackenberg, O. (2014). Germination and seedling frost tolerance differ between the native and invasive range in common ragweed. *Oecologia*, 174, 739-750.
- Lommen, S., Hallmann, C., Jongejans, E., Chauvel, B., Leitsch Vitalos, M., Aleksanyan, A., Toth, P., Preda, C., Šćepanović, M., Onen, H., Tokarska, Guzik, B., Anastasiu, P., Dorner, Z., Annamária, F., Karrer, G., Nagy, K., Pinke, G., Tiborcz, V., Zagyvai, G., Müller-Schärer, H. (2018). Explaining variability in the production of seed and allergenic pollen by invasive *Ambrosia artemisiifolia* across Europe. *Biological Invasions*, 20(6), 1475-1491.
- Medzihradzky, Z., Jarai-Komolodi, M. (1995). I came from America-my name is Ambrosia-some feature of the ragweed. 9th European Weed Research Symposium: Challengers for Weed Science in a Changing Europe, Budapest, 57-64.
- Mezei, G., Jaraine, K. M., Medzihradzky, Z., Cserhati, E. (1995). Seasonal allergic rhinitis and pollen count (a 5-year survey in Budapest). *Orvosi hetilap.*, 136, 1721-1724.
- Milberg, P., Andersson, L., Elfverson, C., Regné, S. (1996). Germination characteristics of seeds differing in mass. *Seed Science Research*, 6, 191-198.
- Moles, A. T., Hodson, D. W. , Web, C. J. (2000). Seed size and shape and persistence in the soil in the New Zealand flora. *Oikos*, 89: 541-545.
- Patracchini, C., Vidotto, F., Ferrero, A. (2011). Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) growth as affected by plant density and clipping. *Weed Technology*, 25, 268-276.
- Pleše, V. (2003). Je li moguće izbjeći limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Hrvatske šume*, 79/80, 28-29.
- Plodinec, M., Šćepanović, M., Barić, K., Jareš, D. (2015). Inter-populacijska varijabilnost u nicanju korovne vrste *Abutilon theophrasti* Med., *Agronomski glasnik*, 77(1-2), 23-40.
- Reuss, S. A., Buhler, D. D., Gunsolus J. L. (2001). Effects of soil depth and aggregate size on weed seed distribution and viability in a silt loam soil. *Applied Soil Ecology*, 16(3), 209-217.
- Solomon, W. R. (1984). Aerobiology of pollinosis. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 74(4), 449-61.
- Shrestha, A., Roman, E. S., Thomas, A. G., Swanton, C. J. (1999). Modeling germination and shoot-radicle elongation of *Ambrosia artemisiifolia*. *Weed Science*, 47, 557-562.

Valentina Šoštarčić, D. Višić, Maja Šćepanović / Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije - mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete / Glasilo Future (2021) 4 (4) 65–78

Stjepanovic, B., Svecnjak, Z., Hrga, I., Večenaj, A., Šćepanović, M., Barić, K. (2015). Seasonal variation of airborne ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen in Zagreb, Croatia. *Aerobiologia*, 31(4), 525-535.

Storkey, J., Stratonovitch, P., Chapman, D. S., Vidotto, F., Semenov, M. A. (2014). A Process-Based Approach to Predicting the Effect of Climate Change on the Distribution of an Invasive Allergenic Plant in Europe. *PLoS ONE*, 9(2), e88156.

Šarić, T., Ostojić, Z., Stefanović, L., Deneva Milanova, S., Kazinczi, G., Tyšer, L. (2011). The changes of the composition of weed flora in southeastern and central Europe as affected by cropping practices. *Herbologia*, 12, 8-12.

Šćepanović, M., Šoštarčić, V., Pintar, A., Lakić, J., Barić, K. (2020). Pojava rezistentnih populacija korova na herbicide inhibitore acetolaktatsintaze u Republici Hrvatskoj, *Glasilo biljne zaštite*, 20(6), 628-640.

Šubić, M. (2001). Utjecaj broja jedinki korovne vrste *Ambrosia elatior* L. na prirod korijena šećerne repe (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* Alef.). Magistarski rad. Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Šikoparija, B., Skjøth, C. A., Celenk, S., Testoni, C., Abramidze, T., Alm Kübler, K., Belmonte, J., Berger, U., Bonini, M., Charalampopoulos, A., Damialis, A., Clot, B., Dahl, A., Weger, L. A., Gehrig, R., Hendrick, M., Hoebeke, L., Ianovici, N., Kofol Seliger, A., Magyar, D., Mányoki, G., Milkovska, S., Myszkowska, D., Páldy, A., Pashley, C. H., Rasmussen, K., Ritenberga, O., Rodinkova, V., Rybníček, O., Shalaboda, V., Šaulienė, I., Ščevková, J., Stjepanović, B., Thibaudon, M., Verstraeten, C., Vokou, D., Yankova, R., Smith, M. (2017). Spatial and temporal variations in airborne *Ambrosia* pollen in Europe. *Aerobiologia*, 33, 181-189.

Varga, P., Btres I., Reisinger P. (2000). The effect of weeds on yield and leaf-area changes of maize in field trials. *Növényvédelem*, 36(12), 625-631.

Varga, P., Btres, I., Reisinger, P. (2002). The competitive effect of three dangerous weeds on the yields of maize in different years. *Növényvédelem*, 38(5), 219-226.

Werle, R., Sandell, L. D., Buhler, D. D., Hartzler, R. G., Lindquist, J. L. (2014). Predicting emergence of 23 summer annual weed species. *Weed Science*, 62, 267-279.

Willemsen, R. W., Rice, E. L. (1972). Mechanism of seed dormancy in *Ambrosia artemisiifolia*. *American Journal of Botany*, 59, 248-257.

Valentina Šoštarčić, D. Višić, Maja Šćepanović / Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije - mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete / Glasilo Future (2021) 4 (4) 65–78

Washitani, I., Nishiyama, S. (1992). Effects of Seed Size and Seedling Emergence Time on the Fitness Components of *Ambrosia trifida* and *A. artemisiaefolia* var. *elatior* in Competition with Grass Perennials. *Plant Species Biology*, 7, 11-19.

Willis, S. G., Hulme, P. E. (2004). Environmental Severity and Variation in the Reproductive Traits of *Impatiens glandulifera*. *Functional Ecology*, 18(6), 887-898.

Primljeno: 23. srpnja 2021. godine

Received: July 23, 2021

Prihvaćeno: 19. listopada 2021. godine

Accepted: October 19, 2021