

**INTER-POPULACIJSKA VARIJABILNOST U NICANJU
KOROVNE VRSTE *ABUTILON THEOPHRASTI* MED.**

**INTER-POPULATION EMERGENCE VARIABILITY OF WEED
SPECIES *ABUTILON THEOPHRASTI* MED.**

Marijana Plodinec, Maja Šćepanović, Klara Barić, D. Jareš

SAŽETAK

Većina korovnih vrsta ima inter-populacijsku varijabilnost koja se očituje u dormantnosti i uvjetima klijanja i nicanja. Poznavanje inter-populacijske varijabilnosti nužno je za razvoj prognoznih modela nicanja korova na temelju kojih se planiraju mjere borbe i racionalna primjena herbicida. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi postotak i dinamiku nicanja te sumu toplinskih jedinica potrebnih za nicanje (STJ₅₀) 12 različitih populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti* Med (mračnjak). Poljski pokus proveden je tijekom 2013. godine na Pokušalištu Maksimir Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Pokus je postavljen po shemi slučajnog bloknog rasporeda u tri ponavljanja. Istraživano je nicanje 10 europskih i dvije američke populacije spomenute korovne vrste. Rezultati jednogodišnjeg istraživanja ukazuju na značajan utjecaj pedoklimatskih čimbenika na nicanje ove korovne vrste. Prosječno nicanje istraživanih populacija iznosilo je 15,2%. Utvrđene su signifikantne razlike u nicanju između istraživanih populacija mračnjaka. Najveće ukupno nicanje (23,7%-30,7%), najbrže nicanje (77 dana za prvi ponik) i najmanja suma toplinskih jedinica (273 TJ) potrebnih za nicanje 50% sjemenki utvrđeni su na hrvatskoj i američkim (Iowa i Minnessota) populacijama mračnjaka. Rezultatati potvrđuju postojanje inter-populacijske varijabilnosti te potrebu za dodatnim poljskim istraživanjima na vremenski i prostorno udaljenim lokalitetima.

Ključne riječi: teofrastov mračnjak, inter-populacijska varijabilnost, dinamika nicanja, suma toplinskih jedinica, prognozni modeli nicanja

ABSTRACT

Most weed species have inter-population variability which is manifested by dormancy, germination and weeds emergence. Knowledge of inter-population variability is necessary for the development of forecasting models of emergence which are the basis for rational application of herbicides. The aim of this study was to determine the total and dynamics of emergence and the growing degree days required for the emergence of 12 populations of the weed species *Abutilon theophrasti* Med. Field trial was set up in 2013. at Maksimir experimental station of University of Zagreb Faculty of Agriculture as complete randomized block design in 3 replicates. Treatments in experiments were 12 velvetleaf populations (10 from Europe and 2 from USA). Results suggested that pedoclimatic conditions can greatly affect emergence of researched weed species which was very low in average (15,21%). Nevertheless, significant differences were detected in emergence between the studied populations. The greatest total emergence (23.7-30.7%), the fastest dynamic of emergence (77 days for first emergence) and the lower GDD (273 degree days for emergence) were determined for USA populations and for population from Croatia. Results confirmed the inter-population variability of weed species *Abutilon theophrasti* and indicate the need for setting up field trials in different site-specific environments.

Key words: velvetleaf, inter-population variability, dynamics of emergence, growing degree days, modeling weed emergence

UVOD

Invazivna vrsta *Abutilon theophrasti* (teofrastov mračnjak) ekonomski je važna korovna vrsta u Hrvatskoj i svijetu. I pored određenih pozitivnih gospodarskih karakteristika, zbog čega se u prošlosti i uzgajao, mračnjak je vrlo štetan i opasan korov. Prema Flegaru i Novaku (2005) jedna je od najagresivnijih okopavinskih korovnih vrsta u Hrvatskoj. Jakim habitusom s naglašeno velikim listovima vrlo brzo zasjeni uzgajanu kulturu izazivajući značajne gubitke prinosa (Flegar i Novak, 2005). Nesuzbijene jedinke mračnjaka, unatoč tome što ne moraju uzrokovati smanjenje prinosa, plodonošenjem obogaćuju banku sjemena u tlu, pa predstavljaju problem u narednim usjevima (Zanin i Sattina, 1988). Plodinec i sur. (2014) su utvrdili da biljka mračnjaka prosječno proizvodi 3654 sjemenke te da se pri većem sklopu (20 biljaka/m²) proizvodnja sjemena po biljci smanjuje, dok ukupna produkcija

po četvornom metru iznosi 20 401 sjemenku. Stoga su razumljivi navodi Zanina i Sattina (1988) o ekonomskom pragu štetnosti za ovu korovnu vrstu da se u usjevu ne tolerira prisustvo niti jedne jedinke mračnjaka.

U većini poljoprivrednih kultura suzbijanje ove korovne vrste obavlja se primjenom herbicida. Unatoč njihovom brzom i dobrom učinku, posljednjih se desetljeća intenzivno istražuju mogućnosti racionalne primjene kemijskih mjera suzbijanja. Glavni cilj Europske direktive 2009/128/EC je održiva upotreba pesticida kojoj je cilj smanjiti unos pesticida u okoliš (Anon, 2009). Ovaj dokument definira ciljeve koji obuhvaćaju održivu upotrebu pesticida. Utvrđivanje kritičnih brojeva i ekonomskog praga štetnosti kao praga odluke za primjenu herbicida kod korova uglavnom ne funkcionira, isti broj korova u različitim uvjetima različito šteti. Održiva upotreba herbicida ili smanjenje njihova unosa u okoliš prema novijim spoznajama temelji se na dobrom poznavanju ekologije korova (Zimdahl, 2011). Ovo podrazumijeva poznavanje dinamike nicanja korova, kritično razdoblje zakorovljenosti na temelju čega je moguće odrediti optimalno vrijeme primjene herbicida i tako racionalizirati njihovu primjenu (Šćepanović i sur., 2015). Za pravovremenu procjenu roka tretiranja danas su u poljoprivredno razvijenim zemljama (SAD, Kanada, Italija) razvijeni modeli prognoze dinamike nicanja korova u usjevu. Ovi modeli temeljem prognoze početka i dužine nicanja korova određuju pravilan rok primjene herbicida. Prognozni modeli nicanja korova koriste se i za prognozu nicanja onih vrsta koje niču ranije ili znatno kasnije u odnosu na propisani rok primjene post-em herbicida (Grundy, 2002). Za navedene je dobar primjer korovna vrsta *Abutilon theophrasti*. Zbog relativno krupnog sjemena ova vrsta niče i iz dubljeg sloja tla. Kako joj se sjeme nalazi i u plitkom površinskom sloju, nicanje je neujednačeno i produženo. Dormantnost sjemena dodatno ograničava prognozu nicanja ove vrste. Naime, poznato je da sjeme teofrastovog mračnjaka može u poljskim uvjetima zadržati klijavost i do 50 godina (Warwick i Black, 1988). Zbog dormantnosti i produženog nicanja, klijanci često izbjegnu djelovanju herbicida. Zbog navedenog, za prognozu nicanja ove korovne vrste, posebno je važno poznavanje bioloških svojstava koji na to utječu.

S obzirom na ekonomsku važnost ove korovne vrste, u svijetu je razvijeno nekoliko modela za prognozu nicanja. Napredniji model *AlertInf*, razvijen u Italiji, uz laboratorijske podatke klijanja uključuje višegodišnje praćenje nicanja teofrastovog mračnjaka u poljskim uvjetima te time poljoprivrednim proizvođačima točnije predlaže optimalno vrijeme primjene herbicida (Masin i sur., 2010). Prognozni model *Weedcast*, razvijen za područje Kanade i SAD-a,

još preciznije određuje vrijeme primjene herbicida jer uz prognozu i dinamiku nicanja, prognozira i stadij razvoja odnosno visinu teofrastovog mračnjaka o čemu najviše ovisi učinak herbicida (Archer i sur., 2001). Poljoprivredni proizvođači u područjima za koja su modeli razvijeni, pozitivno reagiraju na mogućnost prognoze nicanja i *AlertInf-a* i *Weedcast-a*. Međutim, unatoč brojnim prednostima modela, njihov razvoj vrlo je kompleksan, dugotrajan i financijski zahtjevan. Osim toga, ovi modeli prognoze ne mogu se koristiti u drugim pedoklimatnim uvjetima bez prethodne provjere. Uvođenje ovih prognoznih modela na područja gdje dosad nisu razvijeni, kao što je slučaj i u Hrvatskoj od posebne je važnosti. Međutim, većina istraživanja ukazuju na razlike u biološkim parametrima klijanja i nicanja različitih populacija korovnih vrsta, što više sjeme iste populacije proizvedeno u različitim okolišnim uvjetima, zbog inter-populacijske varijabilnosti različito se ponaša (Loddo i sur., 2013).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postotak nicanja, dinamiku nicanja i sumu toplinskih jedinica potrebnu za nicanje pojedinih populacija vrste *Abutilon theophrasti*.

MATERIJALI I METODE RADA

U istraživanju je korišteno fiziološki zrelo sjeme (slika 1) 12 populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti* iz vegetacije 2013 godine. Populacije su porijeklom iz 12 država čiji su nazivi/kratice korišteni u ovom istraživanju radi njihovog razlikovanja, a prije sjetve utvrđena im je apsolutna težina, odnosno, masa 1000 sjemenki (tablica 1).



Slika 1. Sjeme korovne vrste *Abutilon theophrasti*

Picture 1. Seeds from *Abutilon theophrasti*

Snimila: Plodinec, M.

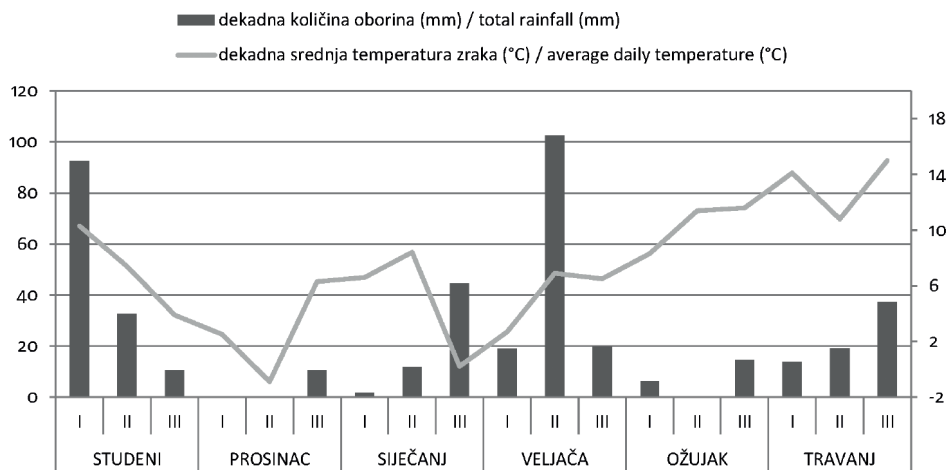
Foto: Plodinec, M.

Istraživanje je provedeno u poljskim uvjetima na Pokušalištu Maksimir Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu tijekom 2013. i 2014. godine. Pokus je postavljen po planu slučajnog bloknoeg rasporeda u tri ponavljanja. Osnovna parcela bila je 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m). Sjetva je obavljena 4.12.2013. u redove razmaka 10 cm. Po parceli je posijano 250 sjemenki na dubinu od 2 cm (Loddo i sur., 2013).

Kemijskom analizom određena je pH reakcije tla (pH=7) i sadržaj humusa. S meteorološke postaje Zagreb-Maksimir dobiveni su podaci o temperaturi zraka i tla, te o količini oborina za vrijeme trajanja pokusa (grafikon 1).

Grafikon 1. Meteorološki uvjeti za razdoblje listopad 2013.-travanj 2014. godine, Zagreb-Maksimir

Graph 1. Meteorological conditions for period from October 2013.-April 2014., Zagreb-Maksimir



U istraživanju utvrđivan je ukupan broj poniklih biljaka teofrastovog mračnjaka u odnosu na posijane za svaku istraživanu populaciju, te dinamika nicanja teofrastovog mračnjaka svake populacije.

Postotak i dinamiku nicanja utvrđivalo se u dva navrata tjedno. Ponikle jedinice su nakon toga škarama uklanjane. Utvrđivanje nicanja po pojedinoj populaciji smatra se završenim kad tijekom dva tjedna nije ponikla niti jedna nova jedinka.

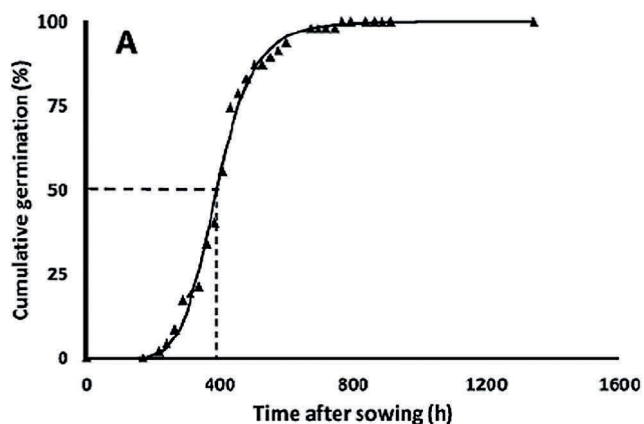
Podaci o ukupnom nicanju obrađeni su pomoću ANOVE, dok je dinamika nicanja obrađena pomoću logističke funkcije u programu Bioassay97 (Onofri, 2001) kako slijedi:

$$CG = 100 / (1 + \exp(a(\ln(T + 0,0000001) - \ln(b))))$$

gdje je: CG - kumulativni postotak nicanja, T - vrijeme (broj mjerenja), a - nagib krivulje te b - točka infleksije.

Grafikon 2. Metodologija za procjenu nicanja polovine posijanih sjemenki (T_{50}) pri određenoj temperaturi kroz logističku funkciju. Trokutići predstavljaju ostvarene (izmjerene) podatke o klijanju vrste, a linija predstavlja predviđene vrijednosti (simulacija) proizašle iz logističke funkcije (Masin i sur., 2010). Što su trokutići bliže liniji model je pouzdaniji i realnije simulira situaciju u polju.

Graph 2. The methodology for assessing the emergence of half of the sown seeds (T_{50}) at a specific temperature for a logistic function. Triangles represent realized (measured) information of the germination and the line represents the forecast (simulation) resulting from logistical functions (Masin et al., 2010). When triangles are closer to the line model is more reliable and realistically simulates the situation in the field.



Suma toplinskih jedinica za početak nicanja i nicanje 50% izniklih sjemenki (STJ_{50}) izračunata je prema formuli: $STJ_{50} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - Tb$. Za potrebe istraživanja korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda RH, meteorološke postaje Maksimir za dnevne maksimalne (T_{max}) i minimalne (T_{min}) temperature zraka tijekom nicanja populacija mračnjaka (DHMZ, 2014).

Biološki minimum potreban za nicanje vrste *Abutilon theophrasti* za područje kontinentalne Hrvatske prema Magossu (2013) iznosi 4,5 °C. Za svaki dan tijekom određenog razdoblja se izračunava broj efektivnih stupnjeva prema navedenoj formuli te se od iste oduzima vrijednost biološkog minimuma, a zatim se dobivene vrijednosti sumiraju i dobiva suma toplinskih jedinica za određeno razdoblje, u ovom slučaju suma toplotnih jedinica potrebnih za nicanje 50% jedinki od kumulativnog ponika populacije.

Podaci o ukupnom nicanju i sumi toplinskih jedinica potrebnih za nicanje statistički su obrađeni analizom varijance i nakon signifikantnog F testa za usporedbu srednjih vrijednosti korišten je LSD test uz 5 % pogreške.

REZULTATI I RASPRAVA

Podaci o masi 1000 zrna korovne vrste *Abutilon theophrasti* za svaku istraživanu populaciju prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Masa 1000 sjemenki populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti*

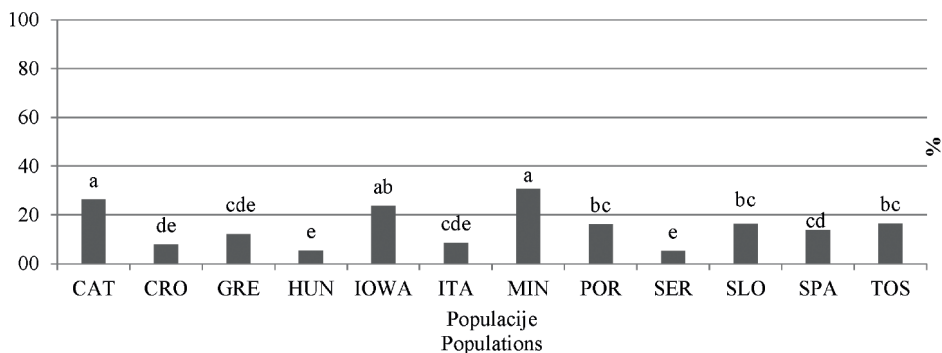
Table 1. Weight of 1000 seeds of *Abutilon theophrasti* populations

Populacije	Masa 1000 sjemenki, g	Standardna devijacija
Sjeveroistočna Španjolska - Katalonija (CAT)	10,4	0,07
Srednja Španjolska (SPA)	8,8	0,07
Hrvatska (CRO)	9,1	0,31
Grčka (GRE)	10,1	0,19
Mađarska (HUN)	8,4	0,09
SAD Iowa (IOWA)	9,5	0,19
Sjeverna Italija (ITA)	9,4	0,04
Srednja Italija – Toskana (TOS)	9,0	0,13
SAD Minnesota (MIN)	9,3	0,16
Portugal (POR)	8,8	0,04
Srbija (SER)	8,8	0,19
Slovenija (SLO)	9,6	0,23

Analizom varijance utvrđena je značajna razlika u postotku nicanja korovne vrste *Abutilon theophrasti* između istraživanih populacija. Prosječno ukupno nicanje svih istraživanih populacija prikazano je na grafikonu 3.

Grafikon 3. Ukupno nicanje (%) populacija korovne vrste *Abutilon theophrasti*

Graph 3. Total emergence (%) of populations of the weed species *Abutilon theophrasti*



LSD_{0,05} = 8.179

Različita slova ukazuju na značajne razlike između srednjih vrijednosti uz $p \leq 0,05$ prema LSD-testu
Different letters indicate significant differences between mean values at $p \leq 0,05$ according LSD-test

Prosječno nicanje svih populacija *Abutilon theophrasti* na lokaciji Maksimir iznosilo je 15,2%. Najveći postotak ukupno izniklih sjemenki utvrđen je kod populacija iz Iowe, Katalonije i Minnesote (23,7, 26,3 i 30,7%). Nurse i Di Tommaso (2005) navode veličinu sjemena i dormantnost sjemena kao glavne čimbenike inter-populacijske varijabilnosti. S obzirom da sjeme američkih populacija u ovom istraživanju nije bilo značajno krupnije od većine sjemena ostalih populacija (tablica 1), razlika u nicanju se može povezati s ekološkim uvjetima u vrijeme nicanja. Dorado i sur. (2009) inter-populacijsku varijabilnost povezuju s različitim klimatskim uvjetima u kojima sazrijeva sjeme vrste *Abutilon theophrasti*. Autori navode da toplije temperature u Španjolskoj tijekom razvoja i sazrijevanja sjemena uvjetuju tanju ovojnicu, a time i slabiju dormantnost.

Sve ostale istraživane populacije imale su značajno manje ukupno nicanje koje se kretalo od 5,2% kod populacije iz Srbije pa do 16,4% kod populacije iz Italije (Toskana). Populacija *Abutilon theophrasti* iz Hrvatske imala je samo 7,9% poniklih jedinki.

Relativno nizak postotak nicanja može se obrazložiti nepovoljnim klimatskim prilikama tijekom istraživanja, odnosno pojavom sekundarne dormantnosti sjemena. Tijekom studenog zabilježeno je ukupno 135,5 mm oborina od čega je neposredno pred sjetvu palo više od 60 mm kiše, pa su uvjeti za kvalitetnu pripremu tla bili vrlo nepovoljni. U vrijeme i nakon sjetve zabilježene su za nicanje nepovoljne niske temperature zraka u rasponu od -3,3 do 8,9 °C.

Tijekom 2014. nastavljeni su nepovoljni meteorološki uvjeti, posebice zbog velike količine oborina (141,3 mm) koja je uvjetovala stvaranje pokorice koja je razbijana ručno (grafikon 1).

Američke populacije osim boljim kumulativnim nicanjem isticle su se i najbržom dinamikom nicanja (tablica 2). Obje američke populacije (Minnesota i Iowa) uz populaciju iz Hrvatske ostvarile su najbržu dinamiku nicanja (50% izniklih jedinki od ukupno kumulativnog ponika) koje je iznosila 121 do 124 dana. Nasuprot tome, statistički opravdano najsporije nicanje utvrđeno je za populacije iz Mađarske, Italije i Portugala, gdje je za ukupni kumulativni razvoj 50% klijanaca ove vrste bilo potrebno 155 dana. Brzina nicanja ovih populacija značajno se razlikovala i trebalo je oko 30 i više dana za 50% tni ponik u odnosu na američke i hrvatsku populaciju *Abutilon theophrasti*. Ostale populacije imale su statistički jednaku brzinu 50% nicanja, obzirom da je za to bilo potrebno 133 dana (Španjolska i Srbija), 139 dana (Grčka) i 146 dana (Slovenija, Katalonija i Toskana).

Tablica 2. Procenjen broj dana za nicanje 50% jedinki od kumulativnog ponika populacije (T_{50}) korovne vrste *Abutilon theophrasti* (Bioassay97) - datum i broj mjerenja od sjetve do 50% ponika te ANOVA

Table 2. Estimated number of days for germination of 50% from cumulative germination for the weed species *Abutilon theophrasti* - the required number of measurements for germination of 50 percent the population and specific date - T_{50} (Bioassay97) and ANOVA

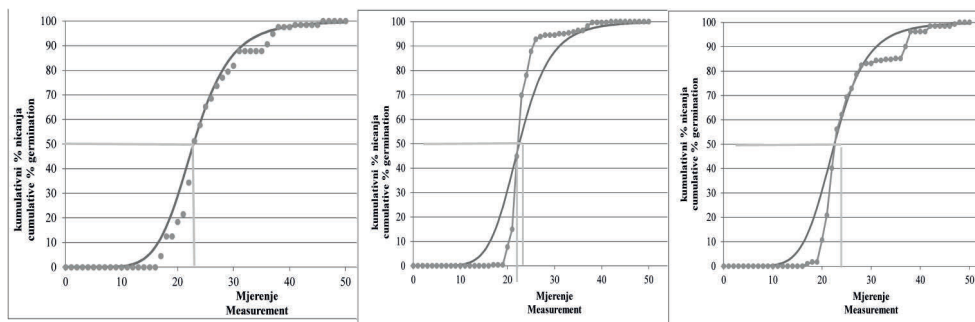
POPULACIJA	Broj dana od sjetve do 50%	Datum 50%	Broj dana od sjetve do završetka	Datum završetka
Minnesota	121	4.4.2014.	196	18.06.2014.
Iowa	124	7.4.2014.	243	4.08.2014.
Hrvatska	124	7.4.2014.	222	14.07.2014.
Španjolska	133	16.4.2014.	234	4.08.2014.
Srbija	133	16.4.2014.	251	12.08.2014.
Grčka	139	22.4.2014.	229	21.07.2014.
Slovenija	146	29.4.2014.	229	21.07.2014.
Katalonija	146	29.4.2014.	251	12.08.2014.
Toskana	146	29.4.2014.	258	19.08.2014.
Mađarska	155	8.5.2014.	222	14.07.2014.
Italija	155	8.5.2014.	229	21.07.2014.
Portugal	155	8.5.2014.	229	21.07.2014.

Prvi ponik jedinki populacija iz Hrvatske, Minesote i Iowe bio je 21.03. Polovični ponik (50%) utvrđen je 04.04. za populaciju Minnessote, odnosno kod 22,5 mjerenja (grafikoni 4. 5 i 6.), te 07.04. za populacije Hrvatske i Iowe. Prvi ponik jedinki populacija iz Mađarske, Italije i Portugala utvrđena je dva tjedna kasnije (04.04.). Kod ovih populacija je utvrđena i znatno sporija dinamika nicanja, pa je tako polovični ponik jedinki nastupio 08.05., točnije kod 30tog mjerenja (grafikoni 7., 8. i 9.). Između populacija iz Grčke, Slovenije, Srbije, Katalonije, Toskane i Španjolske nije bilo značajne razlike u dinamici nicanja. Navedene populacije počele su nicati od 21.03. do 02.04., dok je 50% poniklih jedinki utvrđeno 16.04. (Grčka, Slovenija), 22.04. (Srbija), te 29.04. (Katalonija, Toskana, Španjolska).

Datum završetka pokusa se također razlikovao ovisno o istraživanoj populaciji. Populacija Minnesote je bila prva koja je završila sa sveukupnim nicanjem čak 18.06.2014., dok je populacija Toskane zadnja završila sa nicanjem 19.08.2014.

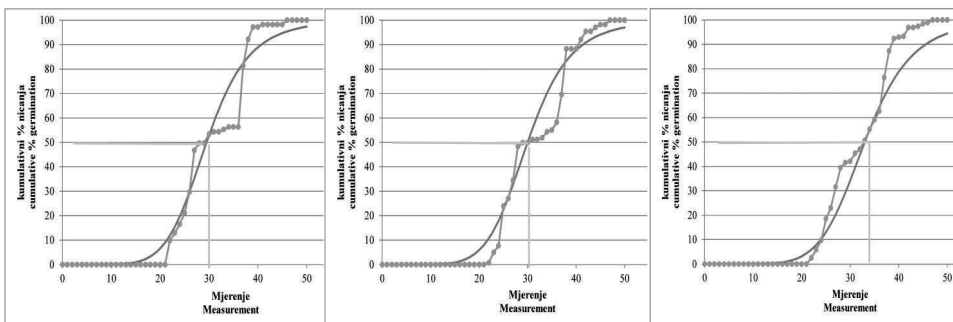
Grafikoni 4. 5. i 6. Dinamika nicanja korovne vrsta *Abutilon theophrasti* populacija Hrvatska, Minnessota i Iowa, prema Bioassay97

Graphs 4., 5. and 6. Dynamic emergence of weed specie *Abutilon theophrasti* populations Croatia, Minnesota and Iowa, according Bioassay97



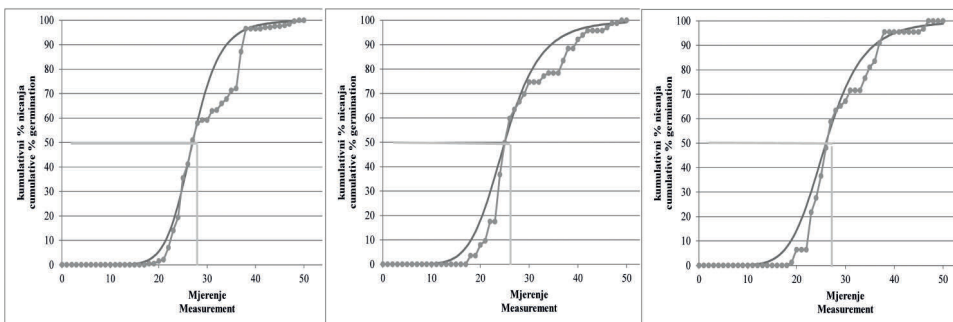
**Grafikoni 7. 8. i 9. Dinamika nicanja korovne vrsta *Abutilon theophrasti* populacija
Madarska, Italija i Portugal, prema Bioassay97**

**Graphs 7., 8. and 9. Dynamic emergence of weed specie *Abutilon theophrasti* populations
Hungary, Italy and Portugal, according Bioassay97**



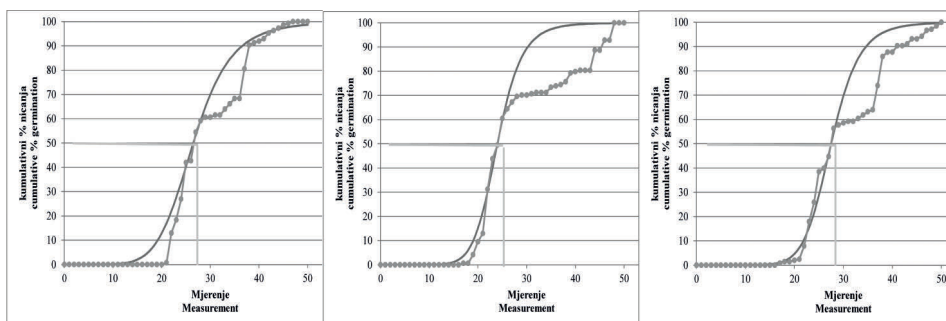
**Grafikoni 10. 11. i 12. Dinamika nicanja korovne vrsta *Abutilon theophrasti* populacija
Katalonija, Grčka i Srbija, prema Bioassay97**

**Graphs 10., 11. and 12. Dynamic emergence of weed specie *Abutilon theophrasti* populations
Catalonia, Greece and Serbia, according Bioassay97**



Grafikoni 13. 14. i 15. Dinamika nicanja korovne vrsta *Abutilon theophrasti* populacija Slovenija, Španjolska i Toskana, prema Bioassay97

Graphs 13., 14. and 15. Dynamic emergence of weed specie *Abutilon theophrasti* populations Slovenia, Spain and Toscana, according Bioassay97



Najmanju sumu toplinskih jedinica za početak nicanja mračnjaka (273) imale su populacije iz Hrvatske, Iowe, Španjolske, Toskane i Minnesote, statistički jednaku s populacijama iz Katalonije, Grčke i Srbije (300, 316 i 300). Najveću sumu toplinskih jedinica za početak nicanja mračnjaka imale su populacije iz Madžarske, Italije i Portugala (382 TJpn), statistički jednaku s populacijom iz Slovenije (361 TJpn), ali opravdano veću od ostalih istraživanih populacija.

Tablica 3. Suma toplinskih jedinica za početak nicanja (TJ-zraka_{pn}) i 50% ponika (TJ-zraka_{50%}) populacija korovne vrsta *Abutilon theophrasti*

Table 3. GDD for first emergence and 50% od emergence for the weed species *Abutilon theophrasti*

POPULACIJA	TJ-zraka _{pn}	TJ-zraka _{50%}
Katalonija (CAT)	300	520
Hrvatska (CRO)	273	415
Grčka (GRE)	316	473
Mađarska (HUN)	382	672
Iowa (IOWA)	273	415
Italija (ITA)	382	682
Minnesota (MIN)	273	415
Portugal (POR)	382	727
Srbija (SER)	300	473
Slovenija (SLO)	361	520
Španjolska (SPA)	273	415
Toskana (TOS)	273	598
LSD _{0,05}	63	272

Kod sume toplinskih jedinica za nicanje 50% ukupno poniklih jedinki *Abutilon theophrasti* dobiveni su različiti rezultati od onih dobivenih za prvi ponik (tablica 3). Populacije Minnesota, Iowa, Hrvatska i Španjolska za 50% ponika imale su najmanju sumu toplinskih jedinica (415), opravdano manju od populacije iz Portugala (727). Suprotno rezultatima ovog istraživanja, Loddo i sur. (2013) navode da se populacije mračnjaka iz Italije, Portugala i Španjolske ne razlikuju po sumi toplinskih jedinica potrebnih za nicanje. Međutim, da pedoklimatske specifičnosti određenog područja, odnosno, interakcija čimbenika okoliša mogu utjecati na nicanje korova, pa i mračnjaka, potvrđuje usporedba s rezultatima istraživanja Masin i sur. (2012). U njihovom je istraživanju suma toplinskih jedinica tla za 50% ponika populacije iz Italije iznosila 135 toplotnih jedinica tla, što je peterostruko manje od vrijednosti ostvarene u ovom istraživanju, 644,5 TJ_{tla}. Zanimljivo je da u laboratorijskim uvjetima razlike između vrijednosti biološkog minimuma i vodnog potencijala ovih dviju populacija nisu bile statistički opravdane (Magosso, 2013; Šoštarčić i sur., 2015).

Unatoč odličnoj ideji o mogućnosti interpolacije podataka iz susjedne države u uvjete Hrvatske, odnosno korištenje već razvijenog modela (pr. *AlertInf*) rezultati ovog istraživanja ukazuju na potrebu utvrđivanja bioloških parametara za svaku pojedinu vrstu u uvjetima naših pedoklimatskih specifičnosti. Ovakva istraživanja je potrebno kontinuirano provoditi kroz dulje razdoblje. Međutim, u ovom istraživanju mjereni parametri se nisu statistički razlikovali između američkih populacija i populacije iz kontinentalne Hrvatske (grafikon 1, tablice 3 i 4) što upućuje na mogućnost eventualne provjere korištenja američkog prognoznog modela *Weedcast* za naše uvjete.

Iz navedenog je vidljiva kompleksnost prognoze nicanja korova. Najviše je limitirana biološkim i ekološkim specifičnostima pojedine korovne vrste koje se k tome, tijekom vremena mijenjaju (prilagođavaju) pod utjecajem uvjeta okoliša i načina gospodarenja. S druge strane, kompleksnost se ogleda u potrebi višegodišnjeg utvrđivanja sume temperatura i vodnog potencijala za svaku korovnu vrstu zasebno. Osim toga, kako navode Forcella i sur. (2000), u praćenje je potrebno uvrstiti i druge čimbenike nicanja korova (dormantnost i klijavost sjemena). U svemu važan utjecaj ima i način gospodarenja tlom.



*Slika 2. Klijanac korovne vrste
Abutilon theophrasti
Picture 2. Seedling of weed
Abutilon theophrasti
Snimila: Plodinec, M.
Foto: Plodinec, M.*

ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata jednogodišnjeg istraživanja nicanja različitih populacija *Abutilon theophrasti*, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Utvrđena je inter-populacijska varijabilnost korovne vrste *Abutilon theophrasti* kod ukupnog nicanja i kod dinamike nicanja.
2. Kod sjeverno-američkih populacija (Iowa i Minnesota) utvrđeno je najveće ukupno nicanje i najbrža dinamika nicanja. Navedene populacije su počele nicati 77 dana nakon sjetve. Američke populacije su tijekom 124 dana nakon sjetve postigle 50% poniklih jedinki.
3. Kod europskih populacija utvrđena je značajna razlika u ukupnom nicanju i dinamici nicanja. Populacija iz Hrvatske bila je slična sjevernoameričkim populacijama što se tiče početka nicanja i nicanja 50% ukupno poniklih jedinki. Populacije Mađarske, Italije i Portugala počele su nicati tek 121 dan nakon sjetve, a dostigle su nicanje 50% ukupno poniklih jedinki tek 155 dana nakon sjetve.
4. Suma toplinskih jedinica potrebna za početak nicanja i za nicanje 50% ukupno poniklih jedinki značajno se razlikovala ovisno o porijeklu istraživane populacije. Populacije iz Hrvatske, Iowe, Španjolske, Toskane i Minnesote imale su najmanju sumu toplinskih jedinica do početka nicanja, statistički jednaku populacijama iz Katalonije, Grčke i Srbije, što je rezultiralo najbržim početkom nicanja.
5. Populacije iz Minnesote, Iowe, Hrvatske i Španjolske imale su najmanju sumu toplinskih jedinica do 50% ponika, značajno manju od populacije iz Portugala.
6. Rezultati istraživanja ukazuju na potrebu kontinuiranog i dugotrajnog istraživanja u uvjetima pedoklimatskih specifičnosti.

LITERATURA

1. Anonymous (2009). Dikrektiva 2009/128EZ Europskog parlamenta i vijeća. 21.10.2009.
<http://www.mps.hr/UserDocsImages/HR-Prijevod%20Direktive%202009-128-EZ.pdf>. Pristupljeno - 30.05.2015.
2. Archer, D. W., Forcella, F., Eklund, J. J. i Gunsolus, J. (2001). WeedCast Version 2.0. www.morris.ars.usda.gov. Pristupljeno – 31.05.2015.
3. Dorado, J.C., Fernandez-Quintanilla, Grundy, A.C. (2009). Germination patterns in naturally chilled and non-chilled seeds of fierce thornapple (*Datura feroy*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science*, 57:155-162.
4. Državni hirometerološki zavod.
http://klima.hr/klima.php?id=k1¶m=zagreb_maksimir. Pristupljeno – 15.06.2014.
5. Flegar Z., Novak N. (2005). Europski mračnjak (*Abutilon theophrasti* Med.). Zavod za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu Republike Hrvatske. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva Republike Hrvatske, Zagreb.
6. Forcella F., Benech Arnold R., Sanchez R., Ghera C. (2000). Modeling seedling emergence. *Field Crops Research* 67: 123-139.
7. Grundy, A. C. (2002). Predicting weed emergence: a review of approaches and future challenges, *Weed Res.* 43: 1-11.
8. Loddo D., Sousa E., Masin R., Calha I., Zanin G., Fernandez-Quintanilla C., Dorado J. (2013). Estimation and Comparison of Base Temperatures for Germination of European Populations of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and Jimsonweed (*Datura stramonium*). *Weed Science*, 61: 443–451.
9. Magosso D. (2013). Study of germination parameters of summer weeds: transferability of AlertInf model to Croatia. Diplomski rad. Corsi di laurea magistrale in Scienze e Technologie Agrarie. Universita' degli studi di Padova.
10. Masin, R., Loddo, D., Benvenuti, S., Otto, S. i Zanin, G. (2012). Modeling Weed Emergence in Italian Maize Fields. *Weed Science* 60: 254–259.
11. Masin R., Loddo D., Benvenuti S., Zuin M.C., Macchia M. i Zanin G. (2010). Temperature and water potential as parameters for modeling weed emergence in central-northern Italy. *Weed Science*, 58:216-222 .
12. Nurse, R.E., Di Tommaso (2005). Corn competition alters the germinability of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seeds. *Weed Science*. 53: 479-488.

13. Onofri, A. (2001). Bioassay97: A new Excel VBA Macro to Perform Statistical Analyses on Pesticide Dose - Response Data. <http://www.agr.unipg.it/disaprov/bioassay97/bioassay97.htm>. Pristupljeno - 26.05.2015.
14. Plodinec, M., Šćepanović, M., Barić, K., Jareš, D. (2014). Morfološke značajke invazivne korovne vrste *Abutilon theophrasti* Med. ovisno o gustoći sklopa. 1. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama s međunarodnim sudjelovanjem. Zbornik sažetaka 1. Hrvatskog simpozija o invazivnim vrstama: 18-19.
15. Šćepanović, M., Masin R., Šoštarčić, V., Barić, K. i Ostojić Z. (2015). Prognoza dinamike nicanja korova u integriranoj zaštiti ratarskih kultura, Glasilo biljne zaštite, godina XV: 45- 46, br. 1/2 – dodatak.
16. Šoštarčić, V., Masin, R., Magosso, D., Gasparini, V., Šćepanović, M., Barić, K., Zanin, G. (2015). Study of germination parameters of summer annual weeds: Transferability of AlertInf model to Croatia. 17th European Weed Research Society Symposium, Montpellier, France. Proceedings: 77.
17. Zanin, G., Sattin M. (1988). Threshold level and seed production of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medicus) in maize. Weed Res. 28: 347-352.
18. Zimdahl, R. (2011). Fundamentals of Weed Science. Weed ecology: 123-180. Academic press Elsevier.
19. Warwick S. I., Black L. D. (1988). The biology of Canadian weeds - *Abutilon theophrasti*. Can. J. Plant Science, 68: 1069-1085.

Adresa autora - Authors' address

Marijana Plodinec
Juraja Habelića 22, Staro Čiče, 10419 Vukovina

Primljeno-received:

15.03.2015.

Doc.dr.sc. Maja Šćepanović,
Doc.dr.sc. Klara Barić,
Dr. sc. Dario Jareš, dipl. ing.
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet,
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

