

Ocena fitnesa populacija korovskog suncokreta (*Helianthus annuus* L.)

Sava Vrbničani^{1*}, Dragana Božić¹, Marija Sarić-Krsmanović²,
Darko Stojićević¹, Eleonora Onć-Jovanović³

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija;

²Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Banatska 31b, 11080 Beograd-Zemun, Srbija; ³Institut PKB
“Agroekonomik”, Padinska Skela, Beograd, Srbija

*e-mail: sava@agrif.bg.ac.rs

REZIME

Tri populacije korovskog suncokreta (*Helianthus annuus* L.) (KS-P1 i KS-P2 -potiču sa površina gde je duži niz godina bilo primene herbicida ALS inhibitora; KS-P3- potiče sa površine gde nikada nije bilo primene herbicida) su ispitivane u cilju procene njihovog fitnesa. Za procenu fitnesa u poljskim uslovima proučavani su vegetativni parametri (visina biljaka, sveža masa, lisna površina), relativni saržaj hlorofila, prinos i parametri prinosa (broj glavica po biljci i prečnik glavice). U kontrolisanim uslovima ispitivana je klijavost semena, dužina i masa klijanaca. Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da populacije KS koje potiču sa površina gde su primenjivani herbicidi su sa boljim vegetativnim i generativnim potencijalom, a što se može dovesti u vezu sa izraženijim genetičkim polimorfizmom koji im omogućava veću i uspešniju invazivnost.

Ključne reči: *Helianthus annuus* L., korovski suncokret populacija, fitnes.

UVOD

Spontana hibridizacija između biljaka u prirodi teče permanentno kao neminovan proces (Rieseberg et al., 2007). Ukrštanje između biljaka gajenog suncokreta (*Helianthus annuus* L.) i samoniklih (“volunteer plants”), kao i populacija korovskog (“weedy plants”) suncokreta ili njegovih divljih (“wild plants”) srodnika se javlja u regionima tradicionalnog gajenja suncokreta (Hvarleva et al., 2009). Biljke F-1 generacije koje nastaju u procesu hibridizacije

između gajenog i populacija korovskog suncokreta su fertile i po pravilu se uspješnije ukrštaju sa divljim srodnicima nego gejeni suncokret. Korovski suncokret se morfološki jasno razlikuje od samoniklog, odnosno hibrida suncokreta od kog vodi poreklo (Muller et al., 2009). Te razlike su evidentne na nivou vegetativnih (visina i razgranatost izdanaka; oblik, boja, dimenzije i maljavost listova) i generativnih organa (odsustvo terminalne glavice; broja, oblika, veličina i boja petala u involukruma; broja, oblika i dimenzije glavica; dimenzije, boja, maljavost i broj ahenija u glavici/biljci) (Burke et al., 2002; Muller et al., 2009). Takođe, seme korovskog suncokreta pokazuje izraženu dormantnost što omogućava njegovim populacijama da se godinama održavaju na nekom području (Burke et al. 2002). Tako, na području centralne Italije velike populacije korovskog suncokreta su konstatovane duž rubova parcela gde se suncokret ne gaji već veće od 5 godina (Vischi et al. 2006). Slična situacija je i u ataru Poljoprivrednog kombinata „Beograd“ (PKB) (južni Banat) gde se suncokret ne gaji godinama, a korovski suncokret je prisutan iz godine u godinu.

U mnogim zemljama gde su suncokret tradicionalno gaji korovski suncokret učestalo zakorovljuje jare širokorede useve, rubove parcela, javlja se na utrinama, parlozima i drugim neobrađivanim površinama (Marshall et al., 2001; Dienes et al., 2004; Benécsné Bárdi et al., 2005; Poverene et al., 2006; Povelene and Cantamutto, 2010; Muller et al., 2009). Ova korovska biljka pravi poseban problem na parcelama gde se gaji suncokret, iz razloga njegove genetičke sličnosti koja omogućava transfer gena u oba pravca, tj. sa korovskog na gajeni, kao i sa gajenog na korovski suncokret (Ureta et al., 2008). Zbog svoje agresivnosti i kontinuiranog održavanja i širenja korovski suncokret je svrstan u grupu invazivnih korova. Invazivni korovi obično poseduju visok kompetitivni kapacitet u odnosu na useve, što dovodi do manjih ili većih gubitaka u prinosu useva. Prema istraživanjima Muller i sar. (2009), u Francuskoj, gubici u prinosu useva suncokreta, na parcelama sa visokom zakorovljenošću korovskim suncokretom, kreću se i preko 50%. Prema našim saznanjima (usmena komunikacija), na visoko zakorovljenim parcelama na području južnog Banata i donjeg Srema, u jarim okopavinskim usevima, korovski suncokret smanjuje prinos i preko 70%. Slična situacija je i na obradivim površinama i ruderalnim staništima na području severnog dela Hrvatske i u Rumuniji (usmena komunikacija). Status korovskog suncokreta u Mađarskoj se može ceniti na osnovu konstatacije da je to jedna od 18 najštetnijih korovskih vrsta za tu zemlju (Benécsné Bárdi et al., 2005). Gubici u prinosu useva usled zakorovljenosti korovskim suncokretom se kreću između 17-19% u soji, 28-31% u šećernoj repi i 5-33% u ozimoj pšenici (Novák, 2009). Problem velike zastupljenosti korovskog suncokreta na obradivim površinama je takođe registrovan i u Španije gde je utvrđena velika brojnost ovih biljaka na površini od oko 1500 m² (Poverene and Cantamutto, 2010).

U Srbiji su prisutne 4 vrste roda *Helianthus* i to: *H. annuus*, *H. tuberosus*, *H. decapetalus* i *H. scaberimus* (Boža, 1979; Vrbničanin i sar., 2004). Međutim, samo *H. annuus* i *H. tuberosus* formiraju velike populacije kao korovske biljke u pojedinim usevima (kukuruz, soja, šećerna repa, suncokret, lucerka i kaskad u usevima strnih žita ređeg sklopa), na rubovima parcela,

utrinama, parlozima, gaženim terenima i drugim neobrađivanim površinama (Vrbničani i sar., 2009). U usevu kukuruza i šećernerepe na području Pančevačkog rita prisutna je korovska vrsta *H. annuus* u šest biljnih asocijacija: *Matricarion-Helianthetum annuuuae*, *Arctio-Artemisietum vulgaris*, *Sambucetum ebuli*, *Lolio-Plantaginetum majoris*, *Convolvulo-Agropyretum repentis* i *Bromo-Hordetum murali*, sa različitim stepenom brojnosti i pokrovnosti (Stanković-Kalezić et al., 2007). Radjenović (1978), takođe, ukazuje na prisutnost korovskog suncokreta na poljima AP „Kosovo“, gde ga označava kao *Helianthus annuus-ruderales*. Prema našem pregledu korovski suncokret je u značajnoj brojnosti zastupljen na području južnog Srema (oko 1000 ha na obradivim i neobrađivim površinama) i južnom Banatu (par hiljada hektara), a mogu se naći manje ili veće populacije po njivama i površinama pored puta u pravcu Zrenjanina i sve do Kikinde.

Da bi se bliže upoznala biologija i ekologija ove korovske vrste i time objasnio potencijal njene invazivnosti, na tri populacije korovskog suncokreta u poljskim uslovima proučavani su vegetativni parametri (visina biljaka, sveža masa i lisna površina), sadržaj hlorofila, klijanje semena, prinos i parametri prinosa. Sve tri populacije su poreklom iz područja intenzivne biljne proizvodnje, tako da je krajnji cilj da se na osnovu dobijenih rezultata razvije najoptimalnija strategija kojim bi se ograničilo njegovo dalje širenje i smanjila brojnost populacija na poljima gde je prisutan.

MATERIJAL I METODE

Seme populacija korovskog suncokreta (KS) je prikupljeno tokom 2007. godine sa tri lokaliteta: Surčin 1 (KS-P1), Surčin 2 (KS-P2) i Padinska Skela (KS-P3). Prve dve populacije potiču sa površina gde je u prethodnim godinama bilo intenzivne primene herbicida ALS inhibitora, dok treća populacija vodi poreklo sa površina gde nikada nije bilo primene herbicida. Za ispitivanje fitnesa populacija korovskog suncokreta ogled je izveden na eksperimentalnim površinama Instituta „PKB Agroekonomik“ tokom 2008. i 2009. godine. Na ovim poljima se primenjuju konvencionalne mere obrade zemljišta i nege useva. Zemljište je aluvijalna crnica sa 2,6% organske materije i pH 7,8. Podaci o meteorološkim prilikama pokazuju da je tokom 2008. godine bilo manje padavina u prvoj polovini vegetacione sezone pri čemu je zabeleženo 89,8 mm padavina od setve do 30 juna i veće količina padavina u drugom delu sezone tj. 157 mm je palo kiše od jula do žetve useva. U 2009. godini situacija je bila obrnuta, odnosno u prvom delu vegetacione sezone palo je 146,8 mm kišea u drugom delu sezone 90,6 mm. Međutim, ukupne sume padavina tokom vegetacione sezone se nisu razlikovale: 2008 = 236,80 mm i 2009 = 249,40 mm. S druge strane, kada se izračunaju sume efektivnih temperatura (GDD-growth degree days) proizilazi da između godina nije bilo značajnih razlika u GDD za period april – septembar: u 2009 GDD = $1396,71^{\circ}\text{C}$ ($d^{\circ}\text{C} = \sum [(T_{\text{max}} + T_{\text{min}}) / 2 - T_{\text{base}}]$; $T_{\text{base}} = 10^{\circ}\text{C}$), a u 2008. godini GDD = $1388,60^{\circ}\text{C}$.

Ogled je postavljen po potpuno slučajnom blok dizajnu sa četiri ponavljanja. Veličina eksperimentalne parcele je bila 5 x 4,2m. Od ispitivanih populacija KS proizveden je rasad i kada su biljke bile u fazi prvog pravog lista (oko 10 dana od setve) biljke su rasade ne na standardnoj gustini gajenja širokoredih ratarskih useva (70 x 24 cm). Prvih sedam dana po rasađivanju biljke su zalivane. Visina biljaka, sveža masa, lisna površina i relativni sadržaj hlorofila su mereni pet puta u toku vegetacije i to prvo (I) merenje je rađeno u fazi 4 lista korovskog suncokreta i naredna merenja su rađena na svakih 15 dana (II-V), tako da je poslednje merenje bilo u fazi punog cvetanja biljaka, odnosno kad je bio završen rast. Visina biljaka i sveža masa su mereni odmah na polju, a lisna površina je određena skeniranjem listova, a zatim preračunavanjem procentualnog udela crne površine (površina listova) u odnosu na ukupnu (poznatu) površinu slike u programu Adobe Photoshop 7.0. Relativni sadržaj hlorofila (RSH) je izračunat indirektno, na osnovu očitavanja intenziteta zelene boje listova. Merenje intenziteta zelene boje listova, kao indirektnog postupka za određivanje sadržaja hlorofila *in situ*, rađeno je sa Minolta SPAD-502 hlorofilmetrom. Relativni sadržaj hlorofila u listu je procenjen na osnovu izmerene transmitovane svetlosti crvenog i infracrvenog dela spektra (Gratani, 1992). Merenja su rađena na fiziološki najaktivnijim listovima, na 4 biljke po eksperimentalnoj parceli u 2 očitavanja na jednom listu (između ruba i glavnog lisnog nerva lisne ploče). Na osnovu „n” očitanih SPAD vrednosti i laboratorijski utvrđenog sadržaja hlorofila (metoda ekstrakcije sa acetonom i očitavanje na spektrofotometru), u istim uzorcima, napravljene su standardne krive na osnovu kojih su očitane SPAD vrednosti prevedene u relativni sadržaj hlorofila.

Za utvrđivanje prinosa i parametara prinosa (broj glavica po biljci, prečnik glavica, broj semena po biljci) KS populacija korišćena su dva centralna reda iz svake eksperimentalne parcele. Posle žetve prikupljeno seme je čuvano na sobnoj temperaturi u mraku do ispitivanja njegove klijavosti. Po 30 semena (10 semena x 3 ponavljanja) svake populacije je postavljano u Petri kutije u koje je dodato po 5 ml destilovane vode i držano u inkubatoru za klijanje na temperaturi od 25°C. Procenat klijanja, dužina i težina klijanaca je utvrđena 7 dana nakon postavljanja ogleda. Ceo eksperiment je ponovljen dva puta.

Za analizu podataka korišćena je analiza varijanse (ANOVA) u programskom paketu STATISTIKA 5.0.

REZULTATI I DISKUSIJA

S obzirom da se sume efektivnih temperatura između godina nisu značajno razlikovale ($GDD_{2008} = 1388,60^{\circ}C$; $GDD_{2009} = 1396,71^{\circ}C$) kao ni sume padavina (2008 = 236,80 mm i 2009 = 249,40 mm) za period april-septembar izmerene vrednosti vegetativnih parametara, relativnog sadržaja hlorofila, prinosa i parametara prinosa KS su analizirane kao prosci iz dve sezone pri proceni fitnesa populacija korovskog suncokreta KS-P1, KS-P2 i KS-P3. Statističkom analizom je potvrđeno da se vrednosti za većinu merenih parametara između godina nisu statistički značajno razlikovale (Tabela 1).

Tabela 1: Uticaj godine na merene parametre fitnesa populacija korovskog suncokreta

Parametri	KS-P1	KS-P2	KS-P3
Visina biljaka	0,001671ns	0,000680ns	0,001021ns
Sveža masa	0,000806ns	0,000183ns	0,001008ns
RSH	10,105100**	0,886056ns	0,030689ns
% klijanja	3,998698ns	0,541229ns	1,942690ns
Dužina klijanaca	0,001225ns	13,500000*	12,100000*
M asa klijanaca	4,646071ns	2,500000ns	54,000000**
Br. glavica po biljci	0,079549ns	0,009179ns	0,005339ns
Prečnik glavica	2,749428ns	0,434363ns	0,000623ns
Br. semena po biljci	134,5440**	113, 2106**	127, 2968**

** - $p < 0.01$; * - $p < 0.05$; ns- $p > 0.05$

Generalno, biljke KS-P1 populacije (populacija koja potiče sa površina sa intenzivnom primenom herbicida ALS inhibitora) su po visini (od faze 4. lista do faze punog cvetanja) bile superiornije u odnosu na druge dve populacije KS (Tabela 2). To je definitivno potvrđeno u poslednjem merenju, kada je završen rast biljaka, i na osnovu kog su se populacije rangirale po sledećem nizu: KS-P1 (241,00±19,68 cm) > KS-P3 (228,13±7,56 cm) > KS-P2 (219,75±13,84 cm).

U pogledu sveže mase i lisne površine obe populacije KS, koje potiču sa površina sa intenzivnom primenom herbicida ALS inhibitora, su bile dominantnije u odnosu na populaciju koja potiče sa površina bez primene herbicida. Takođe, i na osnovu sveže mase i lisne površine KS-P1 populacija je pokazala superiornost, na osnovu poslednjeg merenja ovih parametara, tako da su se populacije rangirale po sledećem nizu: KS-P1 > KS-P2 > KS-P3 (Tabela 2).

Međutim, u odnosu na relativni sadržaj hlorofila (izračunat indirektno preko standardne krive i očitanih SPAD vrednosti) u listovima, ispitivane populacije KS se nisu jasno izdiferencirale tokom cele sezone, počev od faze 4. lista, pa do punog cvetanja (završetak rasta biljaka) (Tabela 3). Takođe, dobijene razlike u RSH između populacija nisu bile statistički značajne ($p > 0,05$).

U pogledu klijavosti semena sve tri populacije KS su imale slabu klijavost, što je verovatno rezultat postignute fizičke, ali ne i fiziološke zrelosti semena, kije nije prošlo kroz fazu dormantnosti (Connor and Hall, 1997). Generalno, u odnosu na utvrđene vrednosti parametara

Tabela 2: Vegetativni parametri populacija korovskog suncokreta (prosek±SD)

Ocene	Vegetativni parametri	KS-P1	KS-P2	KS-P3
I	Visina biljaka (cm)	7,74±1,04	7,28±1,03	7,71±0,62
	Sveža masa (g)	12,00±0,49	12,00±0,29	12,00±0,32
	Lisna površina (cm ²)	28,50±4,38	28,11±5,69	34,53±4,66
II	Visina biljaka (cm)	27,04±3,90	28,83±4,76	25,67±1,89
	Sveža masa (g)	104,46±6,34	88,29±5,16	71,04±10,26
	Lisna površina (cm ²)	1316,46±87,28	1500,02±166,11	736,50±32,49
III	Visina biljaka (cm)	92,92±8,76	78,88±9,28	79,71±3,97
	Sveža masa (g)	830,79±80,89	719,83±56,58	679,21±37,12
	Lisna površina (cm ²)	7195,21±108,29	6528,47±208,82	6505,74±178,20
IV	Visina biljaka (cm)	241,00±28,56	216,00±12,55	245,38±7,56
	Sveža masa (g)	2433,50±241,82	2125,13±82,44	1993,50±97,91
	Lisna površina (cm ²)	8800,60±320,35	8301,07±119,26	7225,26±118,62
V	Visina biljaka (cm)	241,00±19,68	219,75±13,84	228,13±7,56
	Sveža masa (g)	2433,25±170,49	2163,00±74,10	1944,13±65,01
	Lisna površina (cm ²)	9925,60±387,98	8448,55±121,38	3576,86±120,71

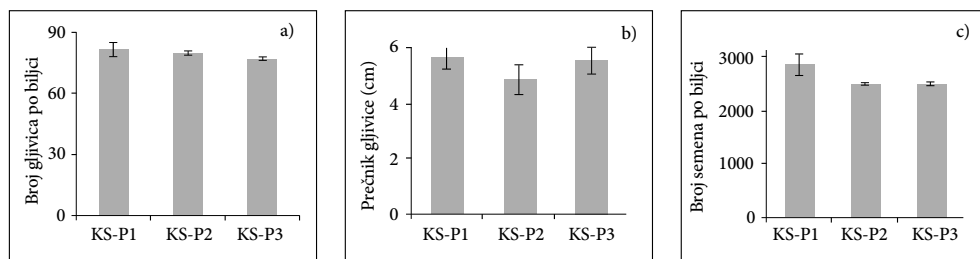
kljanja (% kljanja, dužina i masa kljanaca) populacija KS-P2 se pokazala superiornijom u odnosu na druge dve populacije korovskog suncokreta (Tabela 4), međutim, utvrđene razlike nisu bile statistički značajne ($p > 0,05$). Dakle, i na osnovu kljavosti semena, može se dati blaga prednost u pogledu fitnesa populacijama KS koje potiču sa površina gde su herbicidi primenjivani duži niz godina (KS-P1 i KS-P2) u odnosu na populaciju koja potiče sa površina gde nikada nije bilo primene herbicida (KS-P3).

Prinos (broj semena po biljci) i parametri prinosa (broj glavica po biljci, prečnik glavice) populacija KS su prikazani na grafiku 1. Dobijeni podaci potvrđuju prethodnu konstataciju izvedenu na osnovu vegetativnih parametara, kao indikatora fitnesa populacija KS, a to znači da je populacija KS-P1 ostvarila najveću produkciju semena po biljci ($2864,96 \pm 194,03$) u poređenju sa druge dve populacije, tj. KS-P2 ($2498,92 \pm 15,34$) i KS-P3 ($2510,16 \pm 28,98$) (Grafik 1c). Produkovana količini semena po biljci se statistički značajno razlikovala između KS-P1 i druge dve populacije KS ($p < 0005$ i $p < 0,01$), dok između KS-P2 i KS-P3 nije bilo značajnih razlika ($p > 0,05$). Sličan odnos je potvrđen i na nivou prečnika glavica, dok se populacije KS po broju glavica nisu značajnije razlikovale (Grafik 1a,b).

Tabela 3: Relativni sadržaj hlorofila kod populacija korovskog suncokreta

Parametri	KS-P1	KS-P2	KS-P3
% kljanja	6,50±1,75	8,75±2,30	5,75±0,85
Dužina kljanaca (cm)	2,50±1,73	7,45±1,66	1,42±0,52
Ma sa kljanaca (g)	0,23±0,02	0,27±0,11	0,22±0,03

Različiti agroekološki uslovi kao i genetički diverzitet unutar jedinki iste korovske vrste mogu značajno uticati na fitness i invazivnost vrste. Međutim, slični, odnosno isti agroekološki uslovi, mogu različito uticati na preživljavanje i reprodukciju različitih populacija iste vrste (Mercer et al., 2006). U našim istraživanjima, tri populacije KS koje su se razvijale u istim uslovima, a različitog su porekla, su ispoljile manje ili veće međusobne razlike u pogledu parametara ekološkog fitnessa. Potvrđene su značajne, odnosno izvesne razlike u vegetativnim parametrima (visina, sveža masa i površina listova), parametrima kljanja semena, prinosu i parametrima prinosa, između populacija KS-P1, KS-P2 (vode poreklo sa površina sa intenzivnom primenom herbicida) i KS-P3 (vodi poreklo sa površina gde nikada nije bilo primene herbicida). Generalno, kod populacije KS-P1, redovno, svi mereni parametri (osim RSH) su bili sa većim vrednostima, što ukazuje na bolji fitness ove populacije u odnosu na KS-P2 i KS-P3 populaciju. S obzirom, da su vegetativni parametri fitnessa KS-P1 populacije bili bolji od populacije KS-P2, a obe potiču iz sličnih staništa (površina sa redovom primenom herbicida ALS inhibitora), dobijene razlike se mogu dovesti u vezu sa nejednakim transferom gena (u okviru jedinki iste vrste) kao ključnim činiocem koji definiše genetičku strukturu populacije na užem području, dok različiti sredinski faktori (biotički i/ili abiotički) imaju veći uticaj na genetičku strukturu populacije na širem području (Willis and Whittaker, 2002).

**Grafik 1:** Generativna produkcija populacija korovskog suncokreta: a) broj gljivica po biljci, b) prečnik gljivice (cm), c) broj semena po biljci

U odnosu na prinos i parametre prinosa populacija KS-P1, koja potiče sa površina sa redovnom primenom herbicida, je ostvarila bolju plodnost (broj glavica po biljci, broj semena po biljci, prečnik glavica) koja je za 12%, odnosno 13% bila veća u odnosu na druge dve populacije KS. Marshall i saradnici(2001) su konstatovali da rezistentne populacije KS pokazuju veću superiornost u vegetativnim, nego u generativnim parametrima fitnesa, a što je dobar preduslov za uspešnu invazivnost, a što je praktično relevantno i u slučaju naših populacija KS.

Takođe, može se konstatovati, da razlike u fitnessu između populacija KS koje imaju različito poreklo mogu biti rezultat genetičkog polimorfizma koji ne mora da proističe iz razvoja rezistentnosti na herbicide. Osim toga, kao što su potvrdili Connor i Hall (1997) seme rezistentnih i osetljivih populacija KS ima izraženu dormantnost, što se može dovesti u vezu sa slabom klijavošću semena sve tri populacije KS koje su ispitivane u ovom radu.

Na kraju može se zaključiti da populacije KS sa boljim fitnessom (vegetativnim i generativnim parametrima), a u našem slučaju to su populacije koje vode poreklo sa površina sa intenzivnom primenom herbicida (KS-P1 i KS-P2), poseduju izraženiji genetički polimorfizam, koji im omogućava veću i uspešniju invazivnost. Osim toga, populacije KS na našim prostorima kao i u regionima gde se one javljaju u većoj brojnosti, mogu biti posebno veliki problem u gajenju suncokreta usled genetičke sličnosti koja omogućuje protok gena sa gajenih biljaka na KS kao i sa KS na gajene biljke što neminovno vodi ka još većoj genetičkoj divergentnosti, pa i razvoju rezistentnosti na herbicide pogotovo u područjima gde se gaje hibridi suncokreta tolerantni na herbicide.

ZAHVALNICA

Publikovanje ovih rezultata podržali su projekti III 46008 i EU FP7-REGPOT-AREA.

LITERATURA

- Benécsné Bárdi, G., Hartman, F., Radvány, B., Szentey, L.:** Veszélyes 48 -Veszélyes. nehezen irtható gyomnövények és az ellenük való védekezés. Mezőföldi Agroforum Kft. Szekszárd, 2005.
- Boža, P.** (1979): Dve nove adventivne biljke roda *Helianthus* u flori Novog Sada. Zbornik za prirodne nauke Matice srpske, 56, 65 -71, 1979.
- Burke, J. M., Tang, S., Knapp, S. J., Rieseberg, L. H.:** Genetic analysis of sunflower domestication. *Genetics* 161, 1257-1267, 2002.
- Connor, J. D., Hall, A.:** Sunflower physiology. In: Schneiter, A. A. (ed.), *Sunflower Technology and Production*. Agronomy Monograph 35, Madison, WI: ASA/CSSA/SSA, pp. 67-113, 1997.
- Deines, S.R., Dille, J.A., Blinka, E.L., Regehr, D.L., Staggenborg, S.A.:** Common sunflower (*Helianthus annuus*) and shattercane (*Sorghum bicolor*) interference in corn. *Weed Science*, 52, 976-983, 2004.
- Gratani, L.:** A non-destructive method to determine chlorophyll content of leaves. *Photosynthetica*, 26, 469-473, 1992.

- Hvarleva, T., Hristova, M., Bakalova, A., Hristov, M., Atanasov, I., Atanasov, A.:** CMS lines for evaluation of pollen flow in sunflower relevance for transgene flow mitigation. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23, 1309-1315, 2009.
- Marshall, M. W., Al-Khatib, K., Loughin, T.:** Gene flow, growth, and competitiveness of imazethapyr-resistant common sunflower. *Weed Science*, 49, 14-21, 2001.
- Mercer, K. L., Wyse, D. L., Shaw, R. G.:** Effects of competition on the fitness of wild and crop-wild hybrid sunflower from a diversity of wild populations and crop lines. *Evolution*, 60, 2044-2055, 2006.
- Muller, M. E., Delieux, F., Fernandez Martinez, J. M., Garric, B., Lecomte, V., Anglade, G., Leflon, M., Motard, C., Segura, R.:** Occurrence, distribution and distinctive morphological traits of weedy *Helianthus annuus* L. populations in Spain and France. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56, 869-877, 2009.
- Novák, R., Dancza, I., Szentey, L., Karamán, J.:** Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete – Ötödik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007-2008). Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium kiadványa. Budapest, 2009.
- Poverene, M., Cantamutto, M.:** A comparative study of invasive *Helianthus annuus* populations in their natural habitats of Argentina and Spain. *Helia*, 33, 63-74, 2010.
- Poverene, M., Cantamutto, M. A., Carrera, A., Ureta, S., Alvarez, D., Alonso Roldan, V., Presotto, A., Gutierrez, A., Luis, S., Hernandez, A.:** Wild sunflower research in Argentina. *Helia*, 29, 65-76, 2006.
- Radjenović, B.:** Divlji suncokret - *Helianthus annuus* –non-arableis-venzeljir. B. Nova korovska biljka na poljima Kosova. *Fragmenta herbologica Jugoslavica*, 96, 23-28, 1978.
- Rieseberg, L.H., Kim, S.-C., Randell, R.A., Whitney, K.D., Gross, B.L., Lexer, C., Clay, K.:** Hybridization and the colonization of novel habitats by annual Sunflowers. *Genetica*, 129, 149–165, 2007.
- Stanković-Kalezić, R., Kojić, M., Vrbničanin, S., Rađivojević, LJ.:** *Helianthus annuus* – a new important element of the ruderal and agrestal flora in Serbia's region of Southern Banat. *Helia*, 30, 37-42, 2007.
- Ureta, S., Cantamutto, M., Carrera, A., Delucchi, C., Poverene, M.:** Natural hybrids between cultivated and wild sunflowers in Argentina. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55, 1267-1277, 2008.
- Vischi, M., Cagiotti, M. E., Cenci, C. A., Seiler, G. J., Olivieri, A. M.:** Dispersal of wild sunflower by seed and persistent basal stalks in some areas of central Italy. *Helia*, 45, 89-94, 2006.
- Vrbničanin, S., Karadžić, B., Dajić Stevanović, Z. (2004):** Adventivne i invazivne korovske vrste na području Srbije. *Acta biologica Jugoslavica*, series G: *Acta herbologica*, 13, 1-13, 2004.
- Vrbničanin, S., Malidža, G., Stefanović, L., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Jovanović-Radovanov, K., Marišavljević, D., Pavlović, D., Gavrić, M.:** Distribucija nekih ekonomski štetnih, invazivnih i karantinskih korovskih vrsta na području Srbije. III deo: Prostorna distribucija i zastupljenost osam korovskih vrsta na području Srbije. *Biljni lekar*, XXXVII (1), 21-30, 2009.
- Willis, K.J., Whittaker, R.J.:** Species diversity – scale matters. *Science*, 295, 1245–1248, 2002.

Fitness assessment of weedy sunflower populations (*Helianthus annuus* L.)

SUMMARY

Three weedy sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations (WS-P1 and WS-P2 –originated from sites where herbicide ALS inhibitors used many years; WS-P3- was obtained from a site where herbicides was never used) were studied for ecological fitness assessment. Vegetative parameters (plant height, fresh weight, leaf area), relative chlorophyll content, fecundity and percentage of germination, length and weight

of seedlings in field/control conditions were recorded during two years. The most frequently WS-P1 and WS-P2 populations were of better ecological fitness than the WS-P3 population. Based on the results it was found that populations of WS which originated from sites where herbicides permanent used are with better ecological fitness in compare with population which originated from a site where herbicides was never used it was connect with genetic diversity and polymorphism which could promote the invasiveness of these weedy sunflower populations in landscape.

Key words: *Helianthus annuus* L., weedy sunflower, population, fitness