

LEK. SIROV.	God. XXXIII	Broj 33	Str. 95 – 106	Beograd 2013.
LEK. SIROV.	Vol. XXXIII	No. 33	PP. 95 – 106	Belgrade 2013.

Originalni naučni rad – Original scientific paper *Rukopis primljen: 9.12.2013.*
UDC: 632.93:665.528.279.41; 632.93:665.528.292.94 *Prihvaćen za publikovanje: 27.12.2013.*

UTICAJ ETARSKIH ULJA NA KLIJANJE KOROVSKJE VRSTE *Ambrosia artemisiifolia* L.

Sandra Đorđević¹, Tatjana Marković², Sava Vrbničanin¹, Dragana Božić¹

¹ Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11000 Beograd, Srbija

² Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Tadeuša Koščuška 1, 11000 Beograd, Srbija

IZVOD

Ambrosia artemisiifolia L. je korovska i alergena vrsta iz grupe invanzivnih korova, veoma je frekventna i prisutna na našim prostorima. Upotrebe etarskih ulja u kontroli korova privlači veliku pažnju istraživača, i mnogi od njih su već istakli sposobnost ulja i/ili njihovih pojedinačnih komponenti da odlože klijanje semena nekih korovskih vrsta ili ga u potpunosti inhibiraju.

U ovom radu, prikazani su rezultati ispitivanja uticaja etarskih ulja na seme ambrozije *in vitro*, a koja su sprovedena korišćenjem dve različite metode, u kojima je procenat klijalih semena utvrđivan nakon 7 dana. Pri naklijavanju semena u rastvorima ulja u Petri šoljama (500 µl u 100 ml destilovane vode), postignuta je veoma značajna inhibicija klijanja, i to u slučaju ulja *A. graveolens* i *S. officinalis* 100% i 97%, respektivno, dok je ulje *S. montana* ispoljilo nešto slabiji inhibitorski efekat (86%). Etarska ulja *A. graveolens* i *S. officinalis* su i u slučaju primene razmazivanjem kapi (25 µl) na poklopce Petri posuda inhibirala klijanje semena ambrozije 100% i 95%, respektivno, dok je ulje *S. montana* i kod ove metode ispoljilo najslabiji inhibitorski efekat (52%).

Cilj istraživanja prikazanog u ovom radu je bio da se utvrdi da li primena etarskih ulja *A. graveolens*, *S. officinalis* i *S. montana* u vidu rastvora ili isparenja, imaju uticaja, i u kojoj meri su oni značajni, za klijanje semena korovske vrste *A. artemisiifolia* L.

Ključne reči: *A. artemisiifolia*, etarska ulja, *A. graveolens*, *S. officinalis*, *S. montana*, seme, aktivnost.

UVOD

Ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) je korovska i alergena vrsta koja pripada grupi invazivnih korova, intenzivnog i brzog širenja, koje je otpočelo još pre više od 150 godina. U poslednjih sedam decenija, ambrozija se raširila u velikom broju istočnoevropskih zemalja i danas predstavlja izuzetno frekventnu i veoma prisutnu korovsku vrstu, ne samo na ruderalnim staništima, već i u fitocenozama gajenih biljaka, u kojima nanosi ogromne štete. Pored ekonomskih šteta koje biljka nanosi poljoprivrednoj proizvodnji, polen ambrozije je jedan od najznačajnijih i najjačih alergena, i zauzima važno mesto među uzrocima alergijskih bolesti kojima se stanovništvo u većini zemalja u poslednje vreme sve više i sve češće suočava [1].

Pojedina istraživanja su već istakla mogućnost korišćenja etarskih ulja, izlovanih iz aromatičnih biljaka, u suzbijanju korova [2], a neka su već i dokumentovala da pojedina ulja inhibiraju ili odlažu klijanje semena, i inhibiraju rast ponika mnogih korova [3]. Prednost u korišćenju ovih prirodnih jedinjenja je njihovo brzo razlaganje u životnoj sredini, mogućnost primene u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji [2], kao i to da se na njih neće razvijati rezistentnost ili da će se možda i razvijati ali znatno sporije, te da bi se s' tim u vezi, etarska ulja mogla uspešno koristiti u sistemu integralne zaštite bilja [4].

Cilj istraživanja u ovom radu je da se utvrdi da li primena odabranih etarskih ulja, odnosno različiti modeli njihove primene, imaju uticaja, i u kojoj meri su oni značajni, za klijanje semena korovske vrste *A. artemisiifolia* L.

MATERIJAL I METODE

Poreklo etarskih ulja

Etarsko ulje ploda *Anethum graveolens* L. nabavljeno je iz Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, Srbija. Etarsko ulje nadzemnog dela *Salvia officinalis* L. je kupljeno od "MP Ljekobilje" dok je ulje nadzemnog dela *Satureja montana* L. kupljeno od "Elmard.o.o.", Trebinje, Bosna i Hercegovina. Do početka, kao i tokom trajanja ovog istraživanja, ova etarska ulja su propisno čuvana [5].

Analiza sastava etarskih ulja

Kvalitativna i kvantitativna analiza sastava uzoraka tri ispitivana etarska ulja, vršena je gasnohromatografski uz korišćenje dva tipa detektora.

Za potrebe klasične analitičke gasnohromatografske analize (GC-FID), rađeno je na Agilent Technologies gasnom hromatografu, model 7890A, opremljenom split-splitless injektorom povezanim sa HP-5 kolonom (30 m x 0.32 mm, debljine filma 0.25 µm) i plameno-jonizujućim detektorom (FID). Kao noseći

gas korišćen je vodonik (1 ml/min/210°C). Temperatura automatskog injektora (ASL) iznosila je 250°C, detektora 280°C, dok je temperatura kolone menjana u linearnom režimu temperaturnog programiranja od 40-260°C (4°/min).

Isti analitički uslovi korišćeni su i za potrebe GC/MS analize, rađene na HP G 1800C Series II GCD analitičkom sistemu, s tim što je tu rađeno sa HP-5MS kolonom (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) i što je kao noseći gas korišćen helijum. Temperatura transfer linije iznosila je 260°C. Maseni spektri snimani su u EI režimu (70 eV), u opsegu m/z 40-400.

U oba slučaja, rastvori etarskih ulja u etanolu (ca. 1%) su injektirani autosamplerom (1 µl u split-režimu 1:30). Identifikacija pojedinačnih komponenata vršena je masenospektrometrijski i preko Kovačevih indeksa, uz korišćenje različitih baza masenih spektara (NIST/Wiley), različitih načina pretrage (PBM/NIST/AMDIS) i raspoloživih literaturnih podataka [6]. Za kvantifikacione svrhe, kao osnova su uzeti procenti površina pikova dobijeni integracijom sa odgovarajućih hromatograma (GC/FID).

Semenski materijal

Za ispitivanje uticaja etarskih ulja na klijanje semena korovske vrste *A. artemisiifolia* L., korišćeno je seme pomenute biljne vrste koje je na propisan način čuvano u kolekciji Katedre za pesticide, Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu, Beograd. Seme je prikupljeno u jesen 2010. godine, na lokalitetu Beograd.

Ispitivanje uticaja etarskih ulja na klijanje semena ambrozije

Naklijavanje semena u rastvoru etarskog ulja. U Petri kutije, na filter papir je postavljeno po 30 semena ambrozije, nakon čega je dodato po 2 ml rastvora ispitivanog etarskog ulja. Petri kutije su potom bile obmotane parafilmom i smeštene u inkubator na temperaturu od 25°C. Sedam dana nakon tretmana očitavan je broj klijalih semena. Ogled je bio postavljen u tri serije, pri čemu je svaki tretman bio zastupljen sa tri 3 Petri kutije.

Naklijavanje semena pod uticajem isparenja etarskog ulja. U Petri kutije postavljeno je 30 semena ambrozije na filter papir i dodato po 2 ml destilovane vode, a na poklopac Petri kutije je razmazivana kap (25 µl) ispitivanog etarskog ulja. Petri kutije su potom obmotane parafilmom i smeštene u inkubator na temperaturu od 25°C. Sedam dana nakon tretmana očitavan je broj klijalih semena. Ogled je bio postavljen u dve serije, pri čemu je svaki tretman bio zastupljen sa tri 3 Petri kutije.

Statistička obrada podataka

Rezultati istraživanja su statistički obrađeni primenom analize varijanse (ANOVA) i t-testa, u programskom paketu STATISTIKA 5.0.

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav etarskih ulja

Analiza hemijskog sastava tri etarska ulja korišćena u eksperimentu, prikazana su u tabelama 1, 2 i 3.

U etarskom ulju ploda *Anethum graveolens*, identifikovano je ukupno 16 komponenti. Glavne komponente ovog ulja, oksigenovani monoterpen, d-karvon, i monoterpenski ugljovodonici, d-limonen i, α -felandren, zajedno sačinjavaju 86,4% ukupnog sastava ulja. Dominaciju ove tri komponente u ulju *A. graveolens* sa našeg podneblja, potvrdila su i ranija istraživanja [7].

Tabela 1. Hemijski sastav etarskog ulja ploda *Anethum graveolens* L.

Table 1. Chemical composition of essential oil from *Anethum graveolens* L. fruits.

RI	Komponente	%
919	Triciklen	0.1
924	α -Tujen	0.6
985	Mircen	0.4
996	α -Felandren	14.2
1017	<i>para</i> -Cimen	2.0
1021	d-Limonen	32.0
1146	Menton	0.4
1156	<i>iso</i> -Menton	0.2
1166	<i>neo</i> -Mentol	0.3
1176	Dill etar	6.7
1189	<i>cis</i> -Dihidrokarvon	1.3
1196	<i>trans</i> -Dihidrokarvon	1.0
1210	<i>iso</i> -Dihidrokarveol	0.1
1223	<i>neoiso</i> -Dihidrokarveol	0.3
1238	d-Karvon	40.2
1470	Dauca-5,8-dien	0.2
<i>Suma identifikovanih komponenti</i>		<i>100.0</i>

Od ukupno 30 identifikovanih komponenti etarskog ulja *Satureja montana* koje je korišćeno u našem ekperimentu, najzastupljenija komponenta je monoterpenski fenol, timol (44,6%), a koji zajedno sa ostale 3 dominantne komponente, *para*-cimenom, γ -terpinenom i karvakrolom, predstavlja 68,9% celokupnog sastava ulja. Naše ulje se razlikuje od ulja *S. montana* koje vodi poreklo iz centralnog dela Hrvatske (Dalmacija) a u kome dominira monoterpenski fenol karvakrol [8], i po svom hemijskom profilu ono se više uklapa u hemijski profil pomenute biljne vrste koja potiče sa prirodnih staništa Crne Gore [9], mada

je sadržaj timola u našem uzorku, koje inače vodi poreklo iz organske proizvodnje u Hercegovini, značajno viši.

Tabela 2. Hemijski sastav etarskog ulja nadzemnog dela *Satureja montana* L.
Table 2. Chemical composition of essential oil from the arial parts of *Satureja montana* L.

RI	Komponente	%
923	α -Tujen	0.6
928	α -Pinen	1.9
942	α -Kamfen	0.9
971	β -Pinen	1.4
989	Mircen	1.3
1001	α -Felandren	0.2
1013	α -Terpinen	1.8
1022	<i>para</i> -Cimen	13.4
1025	<i>para</i> -Mentha-1(7),8-dien	0.9
1027	1,8-Cineol	0.5
1037	<i>cis</i> - β -Ocimen	0.2
1055	γ -Terpinen	4.7
1067	<i>trans</i> -Sabinenhidrataacetat	0.4
1101	Linalol	2.5
1165	Borneol	2.8
1176	Terpinen-4-ol	2.1
1193	α -Terpineol	0.6
1233	Timol, metiletar	1.9
1243	Karvakrol,metiletar	1.1
1306	Timol	44.6
1313	Karvakrol	6.2
1354	Timolacetat	0.6
1415	<i>trans</i> -Kariofilen	3.7
1434	Aromadendren	0.2
1449	α -Humulen	0.2
1482	β -Selinen	0.2
1491	Viridifloren	0.3
1506	β -Bisabolen	3.7
1520	δ -Kadinen	0.4
1580	Kariofilenoksid	0.7
<i>Suma identifikovanih komponenti</i>		<i>99.9</i>

U etarskom ulju nadzemnog dela biljne vrste *Salvia officinalis*, identifikovano je ukupno 25 komponenti, među kojima je su najzasupljeniji bili oksigenovani monoterpeni, α -tujon, kamfor, 1,8-cineol, β -tujon, i monoterpenski ugljovodonici, α -pinen i kamfen, zajedno sačinjavajući 83,6% celokupnog sastava ulja. Uzorak etarskog ulja koji je korišćen u našem eksperimentu, po svom hemijskom profilu uklapa se u međunarodni ISO standard koji propisuje njegov kvalitet na osnovu opsega variranja nekoliko karakterističnih komponenti [10].

Tabela 3. Hemijski sastav etarskog ulja nadzemnog dela *Salvia officinalis* L.

Table 3. Chemical composition of essential oil from arial parts of *Salvia officinalis* L.

RI	Komponente	%
861	cis-Salven	0.6
868	trans-Salven	0.1
917	Triciklen	0.2
929	α -Pinen	8.6
943	Kamfen	7.3
971	β -Pinen	1.2
990	Mircen	0.8
1014	α -Terpinen	0.2
1022	<i>para</i> -Cimen	1.1
1025	Limonen	2.1
1027	1,8-Cineol	10.1
1056	γ -Terpinen	0.4
1086	Terpinolene	0.4
1104	α -Tujon	32.7
1114	β -Tujon	7.7
1141	Kamfor	17.2
1165	3-Tujanol	0.1
1165	Borneol	2.4
1177	Terpinen-4-ol	0.4
1283	Bornilacetat	1.2
1292	<i>trans</i> -Sabinilacetat	0.1
1415	<i>trans</i> -Kariofilen	0.9
1449	α -Humulen	3.5
1511	γ -Kadinen	0.1
1590	Globulol	0.6
<i>Suma identifikovanih komponenti</i>		<i>100.0</i>

Uticaj etarskih ulja na klijanje semena ambrozije

Rezultati ispitivanja uticaja etarskih ulja primenjenih u obliku rastvora, prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Uticaj rastvora etarskih ulja na klijanje semena *A. artemisiifolia*.

Table 4. Influence of essential oils solutions on germination of *A. artemisiifolia* seeds.

Mereni parametar	Tretmani (prosek ± sd)			
	Kontrola	Etarska ulja		
		<i>A. graveolens</i>	<i>S. montana</i>	<i>S. officinalis</i>
Broj klijalih semena	7.22 ± 1.86	0 ± 0	1 ± 1	0.22 ± 0.67
Inhibicija u odnosuna kontrolu (%)		100	86,15	96,95

Od ukupnog broja semena ambrozije postavljenih na naklijavanje na filter papiru u Petri kutijama, u svim tretmanima je postignuta najbolja klijavost u kontroli (24,07%). Ovaj podatak ukazuje da rastvori etarskih ulja korišćeni u našem eksperimentu ispoljavaju inhibitorno delovanje na klijanje semena ambrozije. Ova tvrdnja je potkrepljena evidentiranjem visoko značajnih razlika ($P < 0,01$) između kontrole i svih tretmana u kojima su korišćeni rastvori etarskih ulja (Tabela 5).

Tabela 5. Značajnost razlika u klijanju semena *A. artemisiifolia* između različitih etarskih ulja primenjenih u obliku rastvora.

Table 5. The significance of differences in germination of *A. artemisiifolia* seeds, between essential oils applied in solutions.

t-test	Kontrola	<i>A. graveolens</i>	<i>S. montana</i>
<i>A. graveolens</i>	0,000000**		
<i>S. montana</i>	0,000000**	0,008479**	
<i>S. officinalis</i>	0,000000**	0,332195 ^{nz}	0,070026 ^{nz}

^{nz} (razlika nije statistički značajna, $P > 0,05$)

** (statistički veoma značajna razlika, $P < 0,01$)

U varijantama sa primenom 2 ml rastvora ulja, kod sva tri etarska ulja klijavost semena ambrozije je bila ili znatno slabija u odnosu na kontrolu ili do klijanja nije došlo. U tretmanu sa uljem *A. graveolens* klijanje je inhibirano 100%. Dosta visok stepen inhibicije zabeležen je i u tretmanu sa uljem *S. officinalis* (skoro 97%), što ide u prilog tvrdnjama drugih istraživača da bi se, zbog efikasnosti, ono

moglo primenjivati kao bioherbicid, u kontroli korova u organskoj poljoprivrednoj proizvodnji [11].

Iako je ostvarilo dosta visok procenat inhibicije u odnosu na kontrolu (preko 86%), efikasnost ulja *S. montana* je u poređenju sa druga dva ulja bila generalno najslabija. Ipak, pri međusobnom poređenju tretmana sa različitim uljima statistički visoka značajnost razlika u klijanju semena ambrozije utvrđena je jedino između tretmana sa uljima *S. montana* i *A. graveolens* (Tabela 5).

Rezultati ispitivanja uticaja isparljivih frakcija etarskih ulja, koja su primenjena razmazivanjem kapi na poklopac Petri kutije, prikazani su u tabeli 6.

Tabela 6. Uticaj isparenja etarskih ulja na klijanje semena *A. artemisiifolia*.

Table 6. Influence of essential oil vapours on germination of *A. artemisiifolia* seeds.

Mereni parametar	Tretmani (prosek ± sd)			
	Kontrola	Etarska ulja		
		<i>A. graveolens</i>	<i>S. montana</i>	<i>S. officinalis</i>
Brojkljalih semena	7.17 ± 1.48	0 ± 0	3.5 ± 1.97	0.33 ± 0.52
Inhibicija u odnosu na kontrolu (%)		100	51,52	95,43

U kontrolnim tretmanima je postignuta najbolja klijavost semena ambrozije (u proseku 23,90%), što ukazuje da isparljive frakcije etarskih ulja takođe deluju inhibitorno na klijanje semena ambrozije. Ova tvrdnja je dokazana evidentiranjem statistički visoko značajnih razlika ($P < 0,01$) između kontrole i svih tretmana u kojima je ispitivan uticaj isparenja etarskih ulja na klijanje semena ambrozije (Tabela 7).

Tabela 7. Značajnost razlika u klijanju semena *A. artemisiifolia* između tretmana sa isparenjima različitih etarskih ulja.

Table 7. The significance of differences in germination of *A. artemisiifolia* seeds, between essential oils applied as vapours.

t-Test	Kontrola	<i>A. graveolens</i>	<i>S. montana</i>
<i>A. graveolens</i>	0,000000**		
<i>S. montana</i>	0,004488**	0,001464**	
<i>S. officinalis</i>	0,000001**	0,144928 ^{nz}	0,003486**

^{nz} (razlika nije statistički značajna, $P > 0,05$)

** (statistički veoma značajna razlika, $P < 0,01$)

I kod ove metode etarsko ulje *A. graveolens* je 100% inhibiralo klijanja semena ambrozije, dok su ulja *S. officinalis* i *S. montana* inhibirala klijanje sa preko 95% i preko 51%, respektivno (Tabela 6). Opet je ulje *S. montana* ispoljilo generalno najslabije inhibitorno delovanje na klijanje od sva tri ulja, i to je statistički potvrđeno visoko značajnim razlikama u poređenju sa uljima *A. graveolens* i *S. officinalis* (Tabela 7).

Bez obzira na korišćenu metodu, etarsko ulje *A. graveolens*, je u oba *in vitro* tremana ispoljilo 100% inhibitorno delovanje na klijanje semena ambrozije. Razlog ovome može biti dosta visok sadržaj monoterpenskog ugljovodonika, limonena, koji je u literaturi već prikazivan ili kao dominantnih sastojak ulja sa herbicidnim delovanjem na korove [12] ili je, testirana zasebno, ova komponenta u potpunosti inhibirala klijanje semena korova [13]. Pored limonena, u literaturi je opisano i značajno inhibitorno delovanje monoterpenskog ketona, karvona (najdominantnije komponente našeg ulja), na klijanje semena nekih drugih korovskih vrsta, koje je, u poređenju sa limonenom, ispoljilo mnogo snažije inhibitorno dejstvo [14]. S tim u vezi, rezultati naših istraživanja podržavaju hipotezu da se, etarska ulja koja u visokom procentu sadrže pomenute dva monoterpena, karvon i limonen, mogu smatrati interesantnim izvorima bioherbicidne aktivnosti.

Slično je i sa uljem *S. officinalis*, u kome pored α -tujona dominira još nekoliko oksigenovanih monoterpena, ali i monoterpenskih ugljovodonika koji bi se mogli smatrati zaslužnim za visoku inhibitornu aktivnost (preko 95%) ispoljenu u oba *in vitro* tremana. S tim u vezi, i ovo se ulje može smatrati veoma perspektivnim u smislu nastavka istraživanja vezanih za njegova bioherbicidna svojstva.

Ulje *S. montana*, u kome dominira monoterpenski fenol timol (44,6%), ispoljilo je u oba *in vitro* tretmana najslabiji procenat inhibicije u poređenju sa druga dva ispitivana ulja. Oprečni podaci u literaturi vezani za efikasnost timola i inhibiciju klijanja semena različitih korova [14,15] ukazuju na moguću selektivnu herbicidnu prirodu ove komponente vezano za specifičnost semena različitih korovskih vrsta.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je seme populacije *A. artemisiifolia* bilo veoma osetljivo na primenu ispitivanih etarskih ulja. Pri naklijavanju semena u rastvorima etarskih ulja u Petri šoljama, postignuta je veoma značajna inhibicija klijanja, i to u slučaju ulja *A. graveolens* i *S. officinalis* 100% i 97%, respektivno, dok je ulje *S. montana* ispoljilo nešto slabiji inhibitorni efekat (86%). Etarska ulja *A. graveolens* i *S. officinalis* su i u slučaju primene razmazivanjem kapi inhibirala klijanja semena ambrozije 100 % i 95%,

respektivno, dok je ulje *S. montana* i kod ove metode ispoljilo najslabiji inhibicioni efekat (52%).

Naša istraživanja potvrđuju hipotezu ranijih istraživanja da etarska ulja sa visokim sadržajem monoterpenkih ugljovodonika ispoljavaju fitotoksičan efekat na semena korova [13,15]; iz pomenute grupe komponenti, u visokom procentu u našim uljima bili su prisutni limonen, para-cimen α -felandren, α -pinen, kamfen, i γ -terpinen. Pored monoterpenkih ugljovodonika, naša istraživanja podržavaju i hipotezu drugih autora, koji su ispitivali delovanje etarskih ulja i njihovih izolovanih komponenti na klijavost semena korova, da pored monoterpenkih ugljovodonika, značajnu ulogu u efikasnosti ispoljavaju i oksigenovani monoterpeni [14,15,16]; u našim uljima, to su od glavnih komponenti bili karvon, timol α - i β -tujon, kamfor, 1,8-cineol i karvakrol.

Rezultati naših istraživanja afirmišu primenu monoterpenoidne frakcije etarskih ulja kao bioherbicida. Oni svakako ohrabruju na nastavak istraživanja efikasnosti ispitivanih etarskih ulja za suzbijanje invazivne korovske vrste *A. artemisiifolia*, ali i na proširivanje istraživanja na druge korovske i gajene vrste, a sve u cilju razvoja novih bioherbicida na bazi etarskih ulja koji bi se mogli uspešno koristiti i u sistemu integralne zaštite bilja.

ZAHVALNICA

Autori zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije na podršci i finansiranju u okviru projekta III46008.

LITERATURA

1. V. Janjić, Lj. Radivojević, V. Jovanović (2011): Ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – štetna korovsko-ruderalna i alergena biljka na teritoriji grada Beograda, *Acta biologica Iugoslavica - serija G: Acta herbologica*, vol. 20(2): 57-66.
2. E. Campiglia, R. Mancinelli, A. Cavalieri, F. Caporali (2007): Use of Essential Oils of Cinnamon, Lavender and Peppermint for Weed Control, *Ital. J. Agron. / Riv. Agron* 2: 171-175.
3. D. F. Vincenzo (2012): Monoterpenoids in Plant-Plant Interactions, *Current Bioactive Compounds*, vol. 8(1): 2.
4. K. Opende, W. Suresh, G. S. Dhaliwal (2008): Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints, *Biopestic. Int.*, 4(1): 63–84.
5. T. Marković (2011): „Etarska ulja i njihova bezbedna primena“, Institut za proučavanje lekovitog bilja "dr Josif Pančić", Beograd, 1-288.

6. Adams R.P., 2009. Identification of Essential Oil Compounds by Gas Chromatography and Mass Spectrometry, fourth ed. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL, USA.
7. R. Jevđović, G. Todorović, T. Marković, M. Kostić, I. Sivčev, S. Stanković (2012): Effect of fertilization on yield, seed quality and content of essential oil of anise (*Pimpinella anisum* L.) and dill (*Anethum graveolens* L.). Proceedings of 7th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Subotica, Serbia, pg. 428-434.
8. Skočibuašić M., Bezić N. (2004): Chemical Composition and Antimicrobial Variability of *Satureja montana* L. Essential Oils Produced During Ontogenesis, *J. Essent. Oil Res.*, vol 16, 387-391.
9. Damjanović-Vratica B., Perović A., Šuković D., Perović S. (2011): Effect of vegetation cycle on chemical content and antibacterial activity of *Satureja montana* L., *Arch. Biol. Sci.*, vol. 63(4): 1173-1179.
10. ISO 9909:1997 Oil of Dalmatian sage (*Savlia officinalis* L.)
11. I. Uremis, M. Arslan, M. K. Sangun (2009): Herbicidal activity of essential oils on the germination of some problem weeds, *Asian Journal of Chemistry*, vol. 21(4): 3199-3210.
12. I. Amri, L. Hamrouni, M. Hanana, B. Jamoussi (2012): Chemical composition and herbicidal effects of *Pistacia lentiscus* L. essential oil against weeds, *Int. J. Med. Arom. Plants*, vol. 2(4): 558-565.
13. I. Amri, Gargouri, L. Hamrouni, M. Hanana, T. Fezzani, B. Jamoussi (2012): Chemical composition, phytotoxic and antifungal activities of *Pinus pinea* essential oil, *J Pest Sci*, doi [10.1007/s10340-012-0419-0](https://doi.org/10.1007/s10340-012-0419-0).
14. L. de Martino, E. Mancini, L. F. R. de Almeida, V. de Feo (2010): The antigerminative activity of twenty-seven monoterpenes, *Molecules* 15:6630-37.
15. Kordali S, Cakir A, Ozer H, Cakmakci R, Kesdek M, Mete E (2008): Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresour Technol*, 99(18):8788-95.

EFFECT OF ESSENTIAL OILS ON SEEDS OF THE WEED SPECIES *Ambrosia artemisiifolia* L.

Sandra Đorđević¹, Tatjana Marković², Sava Vrbničanin¹, Dragana Božić¹

¹ Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Republic of Serbia

² Institute for Medicinal Plant Research „Dr Josif Pančić“, Tadeuša Koščuška 1, 11000 Belgrade, Republic of Serbia.

SUMMARY

Ambrosia artemisiifolia L. is an allergen species that belongs to the group of invasive weeds, and is very frequent and present in our region. The use of essential oils in the control of weeds attracts great attention of researchers. Many of them have already pointed out the ability of some oils and/or their individual components to delay seed germination of various weeds or completely inhibit it. In this paper, we present results of the efficacy of three essential oils on *A. artemisiifolia* seeds; the trials were carried out using two different *in vitro* methods, in which the percentage of seed germination was measured 7th day. In testings with seeds soaked in essential oil solution, in Petri dishes (500 µl in 100 ml of distilled water), a significant inhibition of germination was observed in the case *A. graveolens* and *S. officinalis* oil (100 % and 97 % , respectively), while the oil of *S. montana* demonstrated slightly weaker inhibitory effect (86 %). When essential oils were applied in form of a vapour (an oil droplet of 25 µl applied on the inner side of Petri dish lids), *A. graveolens* and *S. officinalis* oils inhibited the seed germination 100 % and 95 % , respectively , while the oil of *S. montana* again demonstrated the weakest inhibitory effect (52 %).

The aim of the presented research was to determine whether the application of the essential oils of *A. graveolens*, *S. officinalis* and *S. montana* in form of a solution or vapor, affects, and to what extent they are important for germination of seeds of the weed species *A. artemisiifolia* L.

Key words: *A. artemisiifolia*, essential oils, *A. graveolens*, *S. officinalis*, *S. montana*, seeds, activity.