

Uticaj viline kosice (*Cuscuta campestris* Yunck.) na anatomske osobine lucerke

Marija Sarić-Krsmanović¹, Dragana Božić², Ljiljana Radivojević¹, Jelena Gajić Umiljendić¹

¹ Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Banatska 31b, Beograd

² Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Beograd

e-mail: marijasaric.msaric@gmail.com

REZIME

Uticaj viline kosice na anatomske osobine lucerke ispitivan je u kontrolisanim uslovima. Praćene su sledeće varijante: - nezaražene biljke lucerke - kontrola; zaražene biljke lucerke i zaražene biljke lucerke tretirane propizamidom. Propizamid je primenjen u količinama od 3000 i 4000 g a.i. ha⁻¹. Mereni su sledeći anatomske parametri: 1) list - debljina epidermskih ćelija lica i naličja lista, debljina parenhimskog i sunderastog tkiva, debljina mezofila i prečnik ćelija omotača provodnih snopića; 2) stablo - debljina epidermisa, debljina primarne kore stabla, prečnik stabla i prečnik centralnog cilindra. Vilina kosica je kod zaraženih i herbicidom netretiranih biljaka lucerke prouzrokovala značajnu redukciju merenih anatomske parametara stabla (34-51%) i lista (27-51%) u odnosu na nezaražene biljke, dok su u tretmanima sa primenom propizamida na zarazene biljke vrednosti merenih anatomske parametara stabla i lista bile značajno veće nego kod zaraženih-netretiranih biljaka.

Ključne reči: vilina kosica, lucerka, anatomske parametri, propizamid.

UVOD

Cuscuta campestris Yunck se smatra najrasprostranjenijom vrstom roda *Cuscuta* širom sveta. Iako se njenom postojbinom smatra Severna Amerika, ova vrsta je kosmpolitska i veoma rasprostranjena u Južnoj Americi, Evropi, Aziji, Africi i Australiji (Holm et al., 1997). Rod *Cuscuta* obuhvata jednogodišnje, ređe višegodišnje nezelenelne biljke čije je stablo končasto, uvijajuće, redukovanih listova umesto kojih se mogu javiti ljuspasti izraštaji. *C. campestris* kao obligatni parazit stablove ishrane nema razvijen koren, već se pomoću haustorija vezuje za druge biljke. Pomoću haustorija kojima prodiru u tkivo domaćina parazitske biljke ostvaruju vrlo blizak kontakt

sa provodnim tkivom domaćina u cilju usvajanja vode, organskih i mineralnih materija. Transfer rastvora iz domaćina u parazitsku biljku se odvija na račun razlika u vodnom potencijalu ćelijskog soka domaćina i parazita. Parazitske cvetnice imaju uvek viši negativan osmotski potencijal ćelijskog soka koji im omogućava usvajanje organskih materija od domaćina, odnosno floemi provodnog tkiva parazita i domaćina se nadovezuju i na taj način se stvara „fiziološki most” između vaskularnih tkiva parazitske biljke i domaćina (Hibberd and Jeschke, 2001). Kod viline kosice, iako ona zadržava funkcionalan fotosintetički aparat u prstenu ćelija oko vaskularnog tkiva (Hibberd et al., 1998; Hibberd and Jeschke, 2001) količina stvorenih organskih materija je isuviše mala da obezbedi biljci opstanak, tako da 99% ugljenika ipak dolazi od domaćina (Jeschke et al., 1994). Smatra se da holoparaziti koriste pre svega produkte floema, ali da pružaju haustorije i do ksilema da bi se snabdeli neophodnim elementima poput kalcijuma koga nema dovoljno u floemu. Za vilinu kosicu, međutim, postoje podaci da ona iz floema domaćina ne dobija samo organske već i mineralne materije kao što su azot, magnezijum i kalcijum, iako njih ima mnogo više u ksilemu nego u floemu (Hibberd and Jeschke, 2001). Sve ovo dovodi do iscrpljivanja biljke domaćina, pa biljke napadnute vilinom kosicom postaju slabe, njihova bujnost opada, a rast plodova i donošenje semena se u znatnoj meri redukuju (Wolswinkel, 1974). Takođe, biljke imaju izmenjen habitus, dolazi do promena u sadržaju pigmenata i procesa fluorescencije (Sarić-Krsmanović et al., 2018), kao i do anatomskih promena (Sarić-Krsmanović et al., 2018a, 2019), a nastala oštećenja mogu da dovedu i do potpune destrukcije biljaka. Najveće štete vilina kosica pravi kada se u velikim infestacijama javi na tek zasnovanim višegodišnjim leguminozama (luceristima, detelinistima), koje ujedno spadaju u najčešće parazitirane useve od strane ove parazitske cvetnice (Dawson et al., 1994). Štete koje nastaju u ovim usevima ogledaju se prvenstveno u smanjenju prinosa zelene biomase, od 50% pa naviše, kao i u značajno smanjenoj produkciji semena kod semenske lucerke (Cudney et al., 1992). Mishra (2009) je zabeležio redukciju prinosa oko 60% u lucerki zaraženoj *C. campestris* na teritoriji Čilea.

Veći broj istraživanja je potvrdio da vrste roda *Cuscuta* mogu da se kače za različite delove biljke domaćina, pored stabla koje je primarno mesto prodora parazita, to su najčešće lisna peteljka a potom i list (Alkhesraji et al., 2000; Frost et al., 2003; Fathoulla and Duhoky, 2008). Razlike u mestu i načinu vezivanja parazita za domaćina nisu samo posledica različite vrste roda *Cuscuta*. Naprotiv, vrlo često je mehanizam vezivanja od strane iste vrste *Cuscuta* spp. različit kod različitih domaćina. Naime, prisustvo fizičkih (Perez et al., 2005) i fizioloških barijera (Aziz et al., 1999) od strane biljke domaćina mogu imati veliki uticaj na način vezivanja *Cuscuta* spp. za biljku domaćina. Smatra se da uzrok ovome mogu biti razlike u građi (debljini) epidermskih ćelija domaćina, kao i prisustva kutikule i voskova koji se izlučuju na površinu epidermisa stabla, a kod većeg broja korovskih biljaka ove materije su prisutne na i površini epidermisa lista. Njihovo prisustvo je naročito izraženo kod travnih vrsta, što se smatra jednim od uzroka još uvek nezabeleženih domaćina viline kosice iz ove familije. Građa epidermskih ćelija uslovljava od strane parazita formiranje jednog ili više adhezivnih diskova (apresorijuma) na mestu vezivanja (Vaughn, 2002, 2003). Takođe, različiti načini zaražavanja mogu biti i posledica različite metaboličke aktivnosti domaćina (Frost et al., 2003).

Ne postoji jedinstvena tehnologija za suzbijanje ove parazitske cvetnice (Joel et al., 2007; Parker, 2009). Da bi se razvile strategije za kontrolu rasta parazitskih cvetnica i ograničilo njihovo širenje na obradivim površinama, važno je saznati više o ovoj grupi štetnih organizama, proučavajući njihovo životni ciklus, rast i razvoj. Stoga su ciljevi ovog istraživanja bili: (1) da se ispituju efekti viline kosice na anatomsku građu netretiranih biljaka lucerke i (2) da se testiraju efekti viline kosice na anatomsku građu lucerke koja je tretirana propizamidom.

MATERIJAL I METODE

Biljni materijal. Biljke su gajene iz semena na otvorenom polju u plastičnim saksijama prečnika 17 cm u mešavini komercijalnog supstrata (Flora Gard TKS1, Germany) i zemlje iz polja (koja je uzeta sa lokaliteta za koji se zna da duži vremenski period nije bio tretiran herbicidima, Tabela 1), pri čemu je u svakoj saksiji nakon proređivanja bilo oko 20 biljaka lucerke. Istovremeno sa semenom lucerke je posejano i seme viline kosice, koje je prethodno tretirano koncentrovanom sumpornom kiselinom kako bi se obezbedila klijavost. Biljke su zalivane svakog dana, da bi se održavala vlažnost zemljišta. Primena herbicida za suzbijanje viline kosice je obavljena prskalicom za tankoslojnu hromatografiju pod pritiskom od 1-2 bar-a kada su biljke lucerke bile visine 10-12 cm, pri čemu je vilina kosica bila vezana za domaćina. U ogled su bile uključene sledeće varijante: zaražene biljke lucerke (Z); nezaražene biljke lucerke (N) i zaražene biljke koje su tretirane propizamidom (Kerb 50-WP) u količinama od 3000 g a.i. ha⁻¹ (T₁) i 4000 g a.i. ha⁻¹ (T₂).

Tabela 1. Opšte hemijske karakteristike zemljišta korišćenog u ogledu
Table 1. General chemical characteristics of the soil used in the experiment

Mešavina zemlje iz polja i supstrata Mixture of soil from fields and substrates									
pH	pH	Humus	Ukupan N	C/N	NH ₄	NO ₃	NH ₄ +NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
H ₂ O	1M KCl	%	%	/	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/100g	mg/100g
7,07	6,41	11,53	0,343	19,5:1	10,5	31,5	42,0	10,8	29,0

Anatomski parametri. Za izradu trajnih preparata za svetlosnu mikroskopiju uzorci listova i stabla lucerke su uzeti u šest faza: (pre primene herbicida) i 1, 7, 21, 28 i 35 dana nakon primene herbicida (DNPH). Pri svakom uzorkovanju je uzeto po 10 listova sa tri sprata (donji, srednji i gornji sprat listova) iz svakog od tretmana, kao i po 10 delova stabla veličine 1 cm na mestu vezivanja viline kosice. Do izrade preparata uzorci su čuvani u 50% etanolu. Mikroskopski preparati su pripremljeni standardnom parafinskom metodom (Ruzin, 1999). Sečenje ukalupljenog materijala je rađeno na mikrotomu LEICA SM 2000 R, a dobijeni preseći debljine 5-15 μm su bojeni histološkim bojama toluidne blue, safranin i alcian blue. Sa trajnih

preparata su mereni sledeći parametri: debljina epidermskih ćelija lica i naličja lista, debljina mezofila, debljina palisadnog i sunderastog tkiva i prečnik ćelija omotača provodnih snopića; a kod stabla: debljina ćelija epidermisa, debljina primarne kore, debljina centralnog cilindra i prečnik stabla.

Analiza preparata je rađena na svetlosnom mikroskopu LEICA DMLS, fotografisanje sa digitalnom kamerom LEICA DC 300, a merenje je obavljeno primenom softverskog paketa LEICA IM 1000. Svi paramerti su mereni u 30 ponavljanja.

Statistička analiza. Dobijeni podaci su statistički obrađeni u softverskom paketu STATISTIKA *8.0. Za poređenje srednjih vrednosti korišćena je dvofaktorijalna analiza varijanse, pri čemu je u varijantama kada su F vrednosti bile statistički značajne ($P < 0,05$) poređenje tretmana za merene parametre rađeno pomoću LSD testa.

REZULTATI I DISKUSIJA

C. campestris, osim na morfološke osobine, parametre prinosa, fiziološke i biohemijske karakteristike biljaka, može značajno uticati i na anatomsku građu biljaka domaćina. Uticaj viline kosice na različite parametre, naročito na prinos je bio predmet istraživanja većeg broja autora (Dawson et al., 1994; Vaughn, 2002; Farah and Al-Abdulsalam, 2004). Nasuprot ovome, uticaj ove parazitske cvetnice na anatomsku građu prvenstveno gajenih biljaka predstavlja prilično neistraženu oblast. U našim istraživanjima je potvrđeno da ova parazitska cvetnica ispoljava značajan uticaj na većinu analiziranih parametara anatomske građe stabla ($F = 14,073$; $P = 0,000000$). Statistički značajna razlika kod zaraženih-netretiranih biljaka ($P < 0,05$) zabeležena je 35 DNPH kod svih merenih parametara stabla lucerke. Redukcija merenih parametara kod zaraženih-netretiranih biljaka je iznosila od 34% do 51% u odnosu na nezaražene biljke. Najveća redukcija je zabeležena kod primarne kore stabla (51%), a najmanja kod centralnog cilindra stabla (34%), dok je redukcija debljine epidermisa i prečnika stabla iznosila 35% (Tabela 2). Nasuprot ovome, u tretmanima sa herbicidom redukcija parametara nije bila statistički značajna, i iznosila je od 1% za prečnik stabla do 8% za centralni cilindar stabla u tretmanu T_2 (4000 g a.i. ha⁻¹), dok je u tretmanu T_1 (3000 g a.i. ha⁻¹) bila od 8% za debljinu epidermisa i primarnu koru stabla do 9% za centralni cilindar i prečnik stabla (Tabela 2).

Naši rezultati ukazuju na to da vilina kosica značajno utiče i na anatomske osobine lista lucerke ($F = 4,61$; $P = 0,000001$), pri čemu su se prečnik ćelija omotača provodnih snopića i epidermis lica lista izdvojili kao manje osetljivi u odnosu na ostale parametre. Statistički značajna razlika kod zaraženih-netretiranih biljaka ($P < 0,05$) zabeležena je 35 DNPH kod svih merenih parametara lista. Nasuprot ovome, statistički značajne razlike nisu zabeležene između spratova listova, pa se prikazani rezultati odnose na zbirne podatke za sva tri sprata. Vilina kosica je najviše uticala na smanjenje debljine mezofila lista, naročito sunderastog tkiva (51%), a najmanje na debljinu epidermisa lica lista (27%). Smanjenje debljine palisadnog tkiva, debljine epidermisa naličja lista i ćelija omotača provodnih snopića je iznosilo 47%, 38% i 29% (Tabela 3). Ovi rezultati su slični podacima koje su dobili Sarić-Krsmanović i sar.

(2018) za listove šećerne repe, gde je vilina kosica dovela do smanjenja debljine palisadnog i sunderastog tkiva, što je direktno uticalo na debljinu mezofila lista biljaka zaraženih vilinom kosicom u odnosu na nezaražene biljke. Usled ovakvog delovanja parazita na biljku domaćina dolazi do smanjenja ukupne količine fotoasimilacionog tkiva, što može imati kao posledicu smanjenu konkurentsku sposobnost zaražene biljke kao i smanjenu sposobnost obrazovanja plodova i semena zbog gubitka velikog dela asimiliranih materija (Hibberd and Jeschke, 2001).

Tabela 2. Uticaj viline kosice na anatomske parametre stabla netretiranih i herbicidom-tretiranih biljaka lucerke
Table 2. The impact of field dodder on the anatomical parameters of stem of untreated and herbicide-treated alfalfa plants

Parametar	Tretman	Dani nakon primene herbicida Days after herbicide application					
		0	7	14	21	28	35
Debljina epidermisa stabla	N	16,1±4,0	17,5±5,3	17,5±2,9	17,8±5,8	18,6±4,2	20,3±4,2 a
	Z	15,5±3,7	14,5±4,2	14,3±2,8	13,9±2,2	13,5±3,1	13,2±4,2 b
	T ₁	-	15,2 ± 2,4	14,5 ± 2,3	16,6 ± 2,7	17,4 ± 4,5	18,7 ± 3,2 c
	T ₂	-	15,6 ± 2,6	14,8 ± 3,9	17,7 ± 3,6	17,9 ± 5,2	19,2 ± 3,9 a
Debljina primarne kore stabla	N	62,6±18,7	66,1±9,2	70,5±19,7	74,4±24,2	73,9±13,7	81,9±15,4 a
	Z	59,1±14,6	55,3±13,7	53,0±1,4	52,4±12,6	52,1±12,2	39,9±9,4 b
	T ₁	-	56,3 ± 15,2	57,4 ± 16,7	63,6 ± 22,5	68,2±10,2	75,2 ± 15,3 c
	T ₂	-	56,9 ± 21,9	58,1 ± 13,5	64,8 ± 21,2	72,8 ± 14,1	77,3± 11,1 a
Prečnik centralnog cilindra stabla	N	947,8±83,418	1043,3±237,8	1074,4±212,1	1138,6±209,7	1213,6±191,7	1227,5±244,4 a
	Z	1017,2±182,4	977,9±172,2	952,3±166,4	950,4±90,8	948,1±81,1	814,9±92,7 b
	T ₁	-	980,5 ± 107,2	989,0 ± 101,3	1082,0 ± 103,9	1185,8± 93,9	1121,6 ± 91,3 c
	T ₂	-	982,1 ± 109,2	996,5 ± 102,5	1096,7 ± 105,3	1192,1 ± 95,4	1123,0± 109,6 c
Prečnik stabla	N	1154,1±104,7	1252,5±353,3	1240,2±236,4	1285,8±209,8	1343,1±195,6	1414,6±261,6 a
	Z	1211,4±254,6	1159,2±150,2	1121,2±110,9	1085,7±171,9	1040,4±72,5	911,6±114,5 b
	T ₁	-	1164,2 ± 95,4	1179 ± 238,1	1190,4 ± 285,8	1243,4 ± 138,2	1290,6 ± 149,4 c
	T ₂	-	1170,4 ± 306,3	1181 ± 259,1	1227,7 ± 256,9	1340,7 ± 259,3	1398,3 ± 175,9 a

N - nezaražene biljke lucerke, Z - netretirane biljke lucerke, T₁ - tretirane biljke lucerke sa propizamidom 3000 g a.i. ha⁻¹, T₂ - tretirane biljke lucerke sa propizamidom 4000 g a.i. ha⁻¹, a, b - LSD test, P < 0,05

Tabela 3. Uticaj viline kosice na anatomske parametre lista netretiranih i herbicidom-tretiranih biljaka lucerke
Table 3. The impact of field dodder on the anatomical parameters of leaf of untreated and herbicide-treated alfalfa plants

		Dani nakon primene herbicida / Days after herbicide application					
Parametar	Tretman	0	7	14	21	28	35
Debljina epidermisa lista	N	15,49±5,28	15,6±2,8	17,0±3,8	17,7±4,6	19,0±3,6	19,2±2,8 a
	Z	14,44±4,57	15,3±3,8	14,2±4,1	14,1±2,4	14,1±2,7	14,0±4,3 b
	T ₁	-	16,6 ± 4	17,2 ± 3,7	17,4 ± 2,5	17,9 ± 3	18,5 ± 3,5 a
	T ₂	-	16,8 ± 4,1	17,9 ± 3,1	18,2 ± 3,4	18,5 ± 3,4	18,8 ± 3,8 a
Debljina palisadnog tkiva	N	45,5±7,9	54,7±13,7	54,8±9,2	54,4±15,5	55,4±21,8	66,7±14,1 a
	Z	45,1±10,1	44,5±9,8	44,1±7,1	43,1±7,9	42,7±9,4	35,1±10,7 b
	T ₁	-	46,7 ± 10,4	49,2 ± 7,9	52,0 ± 7,8	57,0 ± 10,3	60,2 ± 13,0 c
	T ₂	-	47,9 ± 11,6	51,1 ± 7,7	57,7 ± 6,8	60,9 ± 8,2	62,3 ± 10,6 c
Debljina susednog tkiva	N	47,5±10,6	50,1±15,6	52,5±8,9	52,2±16,9	54,5±11,2	66,6±15,0 a
	Z	46,5±10,8	45,8±10,7	44,6±10,3	43,0±8,1	41,4±16,8	32,8±9,1 b
	T ₁	-	46,9 ± 11,8	49,5 ± 9,9	51,8 ± 7	56,9 ± 8,7	59,9 ± 7,3 c
	T ₂	-	47,9 ± 10,7	51,4 ± 11,8	54,5 ± 7,3	58,6 ± 10,2	61,9 ± 8,5 c
Debljina mezofila	N	14,00±4,50	14,1±3,7	14,8±3,4	15,3±4,1	15,7±3,6	16,7±6,2 a
	Z	13,64±3,87	13,5±3,1	13,5±4,8	13,3±4,3	13,2±3,5	8,2±3,5 b
	T ₁	-	13,8 ± 3,9	14,7 ± 3,8	15,0 ± 3,6	15,5 ± 3,1	15,9 ± 2,8 a
	T ₂	-	14,1 ± 5,1	14,9 ± 4,1	15,4 ± 3,6	15,8 ± 2,8	16,1 ± 3,9 a
Debljina epidermisa nalicija lista	N	93,5±22,5	106,1±28,4	106,7±18,8	105,5±34,4	111,0±22,6	112,1±28,7 a
	Z	91,5±15,6	90,6±17,4	88,8±13,8	87,5±14,6	85,8±24,8	69,2±21,1 b
	T ₁	-	90,9 ± 20	93,0 ± 15,5	94,9 ± 12,2	96,0 ± 18,2	101,5 ± 14,2 c
	T ₂	-	91,7 ± 21,3	94,8 ± 14,7	96,1 ± 13	98,9 ± 17,5	104,6 ± 16,9 c
Prečnik ćelija omotača provodnih snopića	N	12,3±4,8	12,6±2,8	13,1±4,4	13,3±2,6	13,6±4,6	13,9±4,1 a
	Z	11,6±3,1	11,8±3,3	10,1±2,7	10,0±2,6	9,3±2,7	9,8±2,3 b
	T ₁	-	12,7 ± 4,1	12,9 ± 2,7	13,1 ± 2,3	13,2 ± 2,9	13,4 ± 4,1 a
	T ₂	-	12,8 ± 4,6	13,0 ± 3,9	13,2 ± 3,8	13,4 ± 3,0	13,6 ± 1,6 a

N - nezaražene biljke lucerke, Z - netretirane biljke lucerke, T₁ - tretirane biljke lucerke sa propizamidom 3000 g a.i. ha⁻¹, T₂ - tretirane biljke lucerke sa propizamidom 4000 g a.i. ha⁻¹, a, b - LSD test, P < 0,05

Najuspešnije suzbijanje viline kosice podrazumeva sistematski pristup integrisane zaštite koji kao takav može doprineti efikasnom suzbijanju ove parazitske cvetnice, počev od monitoringa viline kosice kako u usevima, tako i na ruderalnim površinama. Pored toga, adekvatnom rotacijom useva koja podrazumeva gajenje biljaka koje nisu podobni domaćini viline kosice, primenom svih preventivnih i mehaničkih mera uklanjanja, korišćenjem tolerantnih sorti i bioloških agenasa i primenom herbicida kada se taj problem ne može rešiti drugim putem. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju su pokazali da je propizamid adekvatan herbicid za kontrolu viline kosice u usevu lucerke u fazi rane i manje infestacije. Ovo istraživanje je sprovedeno u laboratorijskim uslovima, međutim, rezultati mogu poslužiti kao smernica da se proizvođačima pomogne u odabiru najkritičnijih momenata za adekvatnu primenu herbicida u borbi protiv ove invazivne parazitske cvetnice, posebno imajući u vidu da ova vrsta uzrokuje velike gubitke u našoj zemlji, kao i u mnogim zemljama širom sveta.

ZAHVALNICA

Istraživanja su realizovana u okviru projekata III 46008 i TR 31043 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Alkhesraji, T. O., Aziz, F. M., Mahdi, N. B.: Graniferous tracheary elements in *Orobanchaceae*. Dyala Journal of Science Research and Education, 1, 190-205, 2000.
- Aziz, M. A., Alkhesraji, T. O., AL-Hammawandi, F. S.: Anatomical study of the relationship between *Orobanche aegyptiae* and flax. Journal of Education Collage, special volume, 1, 1999 .
- Cudney, D. W., Orloff, S. B., Reints, J. S.: An integrated weed management for the control of dodder (*Cuscuta indecora*) in alfalfa (*Medicago sativa*). Weed Technology, 6, 603–606, 1992.
- Dawson, J. H., Musselman, L. J., Wolswinkel, P., Dorr, I.: Biology and control of *Cuscuta*. Rev. Weed Science, 6, 265-317, 1994.
- Fathoulla, C. N., Duhoky, M. M. S.: Biological and anatomical study of different *Cuscuta* species (Kurdistan 1st Conference on Biological Sciences). Journal of Dohuk University, 11, 22–39, 2008.
- Frost, A., Lopez-Gutiérrez, J. C., Purrington, C. B.: Fitness of *Cuscuta salina* (*Convolvulaceae*) parasitizing *Beta vulgaris* (*Chenopodiaceae*) grown under different salinity regimes. American Journal of Botany, 90, 1032–1037, 2003.
- Hibberd, J. M., Bungard, R. A., Press, M. C., Jeschke, W. D., Scholes, J. D., Quick, W. P.: Localization of photosynthetic metabolism in the parasitic angiosperm *Cuscuta reflexa*. Planta, 205, 506–513, 1998.
- Hibberd, J. M., Jeschke, W. D.: Solute flux into parasitic plants. Journal of Experimental Botany, 52, 2043–2049, 2001.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J. V., Herberger, J. P.: World Weeds: Natural Histories and Distribution. John Wiley, New York, 1997.
- Jeschke, W. D., Bäuml, P., Rath, N., Czygan, F. C., Proksch, P.: Modeling of the flows and partitioning of carbon and nitrogen in the holoparasite *Cuscuta reflexa* Roxb. and its host *Lupinus albus* L. II. Flows between host and parasite and within the parasitized host. Journal of Experimental Botany, 45, 801–812, 1994.

- Jeschke, W. D., Hilpert, A.: Sink-stimulated photosynthesis and sink-dependent increase in nitrate uptake: nitrogen and carbon relations of the parasitic association *Cuscuta reflexa*-*Ricinus communis*. *Plant Cell and Environment*, 20, 47–56, 1997.
- Joel, D. M., Hershenhorn, J., Eizenberg, H., Aly, R., Ejeta, G., Rich, P. J., Ransom, J. K., Sauerborn, J., Rubiales, D.: Biology and management of weedy root parasites. *Horticultural Reviews*, 33, 267–349, 2007.
- Mishra, J. S.: Biology and management of *Cuscuta* species. *Indian Journal of Weed Science*, 41, 1–11, 2009.
- Parker, C.: Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science*, 65, 453–459, 2009.
- Perez-De Luque, A., Rubiales, D., Cubera, I., Press, C., Scholes, J., Yoneyama, K., Takeuchi, Y., Plakhine, D., Joel, M.: Interaction between *Orobanche crenata* and its host legumes: Unsuccessful haustorial penetration and necrosis of the developing parasite. *Annals of Botany*, 95, 935–942, 2005.
- Ruzin, S. E.: *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford University Press, New York, USA, 1999.
- Sarić-Krsmanović, M. M., Božić, D. M., Radivojević, Lj. M., Gajić Umiljendić, J. S., Vrbničanin, S. P.: Effect of *Cuscuta campestris* parasitism on the physiological and anatomical changes in untreated and herbicide-treated sugar beet. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 52, 812–816, 2017.
- Sarić-Krsmanović, M., Božić, D., Radivojević, Lj., Gajić Umiljendić, J., Vrbničanin, S.: Response of alfalfa and sugar beet to field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) parasitism: physiological and anatomical approach. *Canadian Journal of Plant Science*, 99 (2), 199–209, 2019.
- Sarić-Krsmanović, M., Božić, D., Radivojević, Lj., Gajić Umiljendić, J., Vrbničanin, S.: Impact of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on chlorophyll fluorescence and chlorophyll content of alfalfa and sugar beet plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 65, 726–731, 2018.
- Vaughn, K. C.: Attachment of the parasitic weed dodders to the host. *Protoplasma*, 219, 227–237, 2002.
- Vaughn, K. C.: Dodder hyphae invade the host: a structural and immunocytochemical characterization. *Protoplasma*, 220, 189–200, 2003.
- Wolswinkel, P., Ammerlaan, A., Peters, H. F. C.: Phloem unloading of amino acids at the site of attachment of *Cuscuta europaea*. *Plant Physiology* 75, 13–20, 1984.

Effect of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on the anatomical parameters of alfalfa

SUMMARY

The effects of field dodder on the anatomical changes in alfalfa plants were examined under controlled conditions. Experiment included the following variants: non-infested alfalfa plants (control); infested alfalfa plants (untreated) and infested plants treated with propizamyde. Propizamyde application rates were 3000 g a.i. ha⁻¹ and 4000 g a.i. ha⁻¹. The following anatomical parameters were analysed: 1) stem - thickness of epidermis and cortex, diameter of stem and central cylinder; 2) leaf - thickness of adaxial and abaxial epidermis, thickness of parenchyma and spongy tissue, thickness of mesophyll and the diameter of the bundle sheath cells. Plants infested by field dodder had lower values of the majority of anatomical parameters, compared to non-infested plants. Reductions in the last assessment ranged from 34% to 51% for stem and 27% - 51% for leaf. Anatomical parameters of alfalfa stems and leaves had significantly higher values in non-infested plants and infested plants treated with propizamyde.

Keywords: field dodder, alfalfa, anatomical parameters, propizamyde.