

## ***PSEUDOMONAS MARGINALIS*-PROUZROKOVAČ TRULEŽI KORENA CELERA I PAŠTRNAKA**

VELJKO GAVRILOVIĆ<sup>1</sup>, SVETLANA MILIJAŠEVIĆ<sup>2</sup>, MOMČILO ARSENJEVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

<sup>2</sup>Institut Srbija-Centar za pesticide, Zemun

<sup>3</sup>Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Poslednjih godina na pijacama je uočena učestala pojava truleži korena celera i paštrnaka. Laboratorijskom analizom obolelih biljka prikupljenih iz različitih lokaliteta, ispostavilo se da su navedene promene, ispoljene u vidu truleži posledica dejstva fitopatogenih bakterija. U cilju identifikacije izolovanih bakterija proučene su njihove patogene i biohemijsko– fiziološke odlike.

Dobijeni rezultati ukazuju da trulež korena celera i paštrnaka prikupljenih sa pijaca u Beogradu, Zemunu i Šapcu prouzrokuje bakterija *Pseudomonas marginalis*, patogen širokog kruga domaćina koji parazitira brojne zeljaste biljke različitih familija i rodova.

*Ključne reči:* celer, paštrnak, trulež korena, patogenost, biohemijske odlike, *Pseudomonas marginalis*.

### **UVOD**

Celer i paštrnak se odlikuju visokom hranljivom vrednošću zbog čega se njihov koren široko koristi u ljudskoj ishrani. I pored toga radi se o biljnim vrstama malo zastupljenim u našoj povrtarskoj proizvodnji. Međutim, zahtevi tržišta nameću sve intenzivnije gajenje ovog povrća te se i površine pod celerom i paštrnakom u poslednje vreme značajno povećavaju.

Poslednjih godina međutim, sve češće se uočava pojava truleži korena celera i paštrnaka, koja značajno može umanjiti prinos korena ovih biljka tokom skladištenja. S obzirom da simptomi truleži mogu biti prouzrokovani prisustvom različitih parazitskih organizama pristupili smo laboratorijskim ispitivanjima sa ciljem identifikacije prouzročivača bolesti.

Simptomi ispoljeni u vidu truleži korena celera i pašrnaka prikupljenih na pijacama, podsećaju na infekciju fitopatogenim bakterijama, prouzrokovanih vlažne truleži biljaka. Ovakve promene na ugljenim hidratima bogatim delovima raznih biljaka mogu prouzrokovati bakterije rodova *Erwinia* i *Pseudomonas*. U okviru poslednje spomenutog roda dve vrste: *P. marginalis* i *P. viridiflava* se odlikuju izraženom pektolitičkom aktivnošću i mogu prouzrokovati trulež biljnih organa (Arsenijević; 1992, 1997).

Zbog toga su i naša istraživanja išla u pravcu izolacije fitopatogenih bakterija i njihovoj identifikaciji proučavanjem patogenih i bakterioloških odlika izolovanih sojeva.

## MATERIJAL I METODE

Uzorci obolelog korena celera i pašrnaka prikupljeni su na pijacama u Beogradu, Zemunu i Šapcu. Nakon njihovog dopremanja u laboratoriju najpre su ispirani pod mlazom tekuće vode, da bi se sa površine korena uklonile čestice zemlje koje bi mogle otežati izolovanje patogena.

### Izolovanje patogena

Vršeno je iz macerata sačinjenog gnječenjem biljnih fragmenata, uzetih na prelazu obolelog i zdravog tkiva, u sterilisanom keramičkom avanu. Kap tako pripremljenog macerata nanošena je metodom razmaza bakteriološkom petljom na mesopeptonsku podlogu obogaćenu saharozom (NAS). Posle 2 dana razvoja u termostatu, pojedinačne kolonije se nanošene na zakošenu mesopeptonsku podlogu kojoj je dodato 2 % glicerola radi dobijanja čistih kultura i njihovom održavanju u kolekciji.

Prilikom izolovanja bakterije prikupljeno je više sojeva bakterija ali su za dalja proučavanja izabrano njih šest: po tri sa celera i pašrnaka. Ka o kontrolni izolati tokom ovih istraživanja korišćeni su identifikovani sojevi *Pseudomonas marginalis* (Pm-3), *Erwinia carotovora* (Kr-14) poreklom sa krompira i *Pseudomonas syringae* (K-108) poreklom sa kajsije.

### Patogene odlike

Patogenost proučavanih sojeva proverena je veštačkom inokulacijom kriški celera, peršuna, pašrnaka, mrkve, rotkve i krompira. U cilju provere patogenosti takođe su inokulisani, ubodom pomoću bakteriološke igle i nesazreli plodovi paprike i paradajza, lukovice crnog luka, kao i biljke suncokreta inokulisane u stablo (Arsenijević, 1997; Obradović, 1999). Pri ovim testovima inokulacije

korišćena je suspenzija bakterija koncentracije  $10^8$  cfu/ml. Patogenost izolovanih sojeva je proverena i infiltracijom lista duvana korišćenjem suspenzije bakterija koncentracije  $10^7$  cfu/ml.

### **Bakteriološke odlike sojeva**

Razlikovanje po Gramu je utvrđeno pomoću testa sa 3% KOH (Suslow et al., 1982); stvaranje fluorescentnog pigmenta je proučeno na King-ovoj podlozi B. Od biohemijско fizioloških odlika značajnih za proučavanje ovih vrsta bakterija proučene su : metabolizam glukoze, stvaranje levana, aktivnost oksidaze, pektinaze, arginin dehidrolaze i katalaze, hidroliza želatina, skroba i estra oleinske kiseline (Tween 80), redukcija nitrata, stvaranje indola i vodonik sulfida, metabolizam ugljenih hidrata (Arsenijević, 1997; Schaad et al. 2001; Lelliott and Stead 1987).

## **REZULTATI**

### **Simptomi**

Simptomi bolesti ispoljavaju se u vidu truleži korena celera i paštrnaka, koja najpre zahvata tkivo oko lisne rozete, a potom se širi u unutrašnjost korena. Spolja posmatrano koren zadržava svoj oblik i konzistenciju. Obolelo tkivo je razmekšano postaje mrke boje , po čemu se jasno razlikuje od zdravog tkiva korena koje zadržava svoju beličastu boju.

### **Izolovanje patogena**

Patogen je uspešno izolovan korišćenjem mesopeptonske podloge obogaćene s 5 % saharoze. Posle 2 dana razvoja u termostatu pri  $25^{\circ}\text{C}$ , na podlozi se uočavaju brojne kolonije bakterija levan tipa: sjajne su, glatke, izrazito ispupčene, ravnih ivica. Bledožute su boje, prečnika 2-3 mm.

### **Patogenost**

Proučavani sojevi poreklom sa celera i paštrnaka prouzrokuju trulež inokuliranih kriški celera, paštrnaka, peršuna, mrkve i krompira. Trulež zahvata čitave kriške već 24 časa od inokulacije. Identične promene na inokuliranim kriškama ovih biljaka prouzrokuju i kontrolni sojevi *Pseudomonas marginalis* (Pm-3) i *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* (Kr-14). Na kontrolnim kriškama tretiranim vodom ne zapažaju se znaci truleži. Negativan rezultat zabeležen je pri testu inokulacije kriški rotkve.

Kontrolni soj *Pseudomonas marginalis* (Pm-3) takođe ne prouzrokuje trulež tkiva rotkve, dok identifikovani soj *E.c. ssp. carotovora* na kriškama rotkve prouzrokuje trulež samo oko “bunarčića” u koje je dodavana suspenzija bakterija.

Izolati sa celera i paštrnaka, kao i kontrolni sojevi Pm-3 (*Pseudomonas marginalis*) i Kr-14 (*Erwinia carotovora ssp. carotovora*) prouzrokuju trulež inokulisanih, nesazrelih plodova paradajza i paprike. Već posle 24 časa oko mesta inokulacije zapažaju se vlažne pege koje ukazuju na prisutnost truleži tkiva plodova paradajza i paprike. Trulež koju na inokulisanim delovima biljka prouzrokuju izolati sa celera i paštrnaka je slabijeg intenziteta od truleži prouzrokovane kontrolnim sojem Kr-14 (*Erwinia carotovora ssp. carotovora*)

Negativan rezultat prilikom provere patogenosti sojeva sa celera i paštrnaka zabeležen je pri testovima inokulacije lukovica crnog luka i stabla suncokreta, što važi i za identifikovani soj *Pseudomonas marginalis*. Kontrolni soj Kr-14 (*Erwinia carotovora ssp. carotovora*), međutim prouzrokuje trulež lukovica crnog luka kao i potpuno razmekšavanje tkiva stabla suncokreta što dovodi do propadanja čitavih biljaka.

Proučavani sojevi kao i kontrolni soj Pm-3 ne prouzrokuju hipersenzitivnu reakciju (HR) duvana, za razliku od kontrolnog soja K-108 (*Pseudomonas syringae*), koji pozitivno reaguje pri ovom testu.

### Bakteriološke odlike

Proučavajući bakteriološke odlike sojeva bakterija poreklom sa celera i peršuna

primećena je njihova izrazita uniformnost. Svi su Gram negativni, stvaraju fluorescentni pigment na King-ovoj podlozi B i glukozu metabolišu isključivo u aerobnim uslovima (oksidativno) (tab. 1). Pošto se ovakvim karakteristikama odlikuju bakterije roda *Pseudomonas*, dalja njihova identifikacija izvršena je na osnovu LOPAT testova. Tako proćavani sojevi stvaraju levan (L), oksidazu (O), pektinazu (P), arginindehidrolazu (A) i kao što je već spomenuto, ne prouzrokuju HR duvana (T) (tab. 1).

Na osnovu rezultata iz tabele 1 može se uočiti da proučavani sojevi iz celera i paštrnaka redukuju nitrate, hidrolizuju želatin i estar oleinske kiseline (Tween 80) i stvaraju katalazu. Negativan rezultat zabeležen je pri testovima stvaranja indola i sumpor vodonika i hidrolize skroba. Kiselinu stvaraju iz glukoze, fruktoze, saharoze, manitola, sorbitola ali ne i iz laktoze.

**Tabela 1** – Bakteriološke odlike proučavanih sojeva poreklom iz celera i paštrnaka

**Table 1** – Bacteriological properties of investigated strains originated from celery and parsnip

Test – Test	Izolati sa – Strains from			
	celera celery	paštrnaka parsnip	Pm-3 <sup>a</sup>	K-108 <sup>b</sup>
Razlikovanje po Gramu-Gram stain	– <sup>c</sup>	-	-	-
Fluorescencija-Fluorescence	+ <sup>d</sup>	+	+	+
O/F test-O/F test	O	O	O	O
Levan-Levan	+	+	+	+
Oksidaza-Oxidase	+	+	+	-
Pektinaza-Pectinase	+	+	+	-
Arginin dehidrolaza-Arginine dihydrolase	+	+	+	-
HR duvana-Tobacco HR	-	-	-	+
Katalaza-Catalase	+	+	+	nt <sup>e</sup>
Želatin-Gelatin	+	+	+	nt
Redukcija nitrata– Nitrate reduction	+	+	+	nt
Tween 80	+	+	+	nt
Indol-Indole	-	-	-	nt
Sumpor vodonik-Hydrogen sulphur	-	-	-	nt
Skrob-Starch	-	-	-	nt
Korišćenje – Utilization of				
Glukoze-glucose	+	+	+	nt
Fructose-fructose	+	+	+	nt
Saharoze-sucrose	+	+	+	nt
Manitola-mannitol	+	+	+	nt
Sorbitola-sorbitole	+	+	+	nt
Laktoze-lactose	-	-	-	nt

a Pm-3 = kontrolni soj *Pseudomonas marginalis* – check strain of *Pseudomonas marginalis*

b K-108 = kontrolni soj *Pseudomonas syringae* poreklo sa kajsije – check strain of *Pseudomonas syringae* originating from apricot

c – = negativan rezultat – negativ result

d + = pozitivan rezultat – positive result

e nt = nije testirano = not tested

## DISKUSIJA

Učestalom pojavom i štetama koje nanose povrtarskim kulturama, fitopatogene bakterije prouzrokovajući vlažne truleži sve više privlače pažnju fitobakteriologa usled čega su postale predmet intenzivnih proučavanja (Arsenijević, 1992, 1997; Obradović, 1999).

Simptomi truleži korena celera i paštrnaka zapaženi poslednjih godina u nas podsećaju na promene bakterijske prirode pa se pristupilo laboratorijskim istraživanjima sa ciljem identifikacije prouzrokovaca bolesti. Tim pre što ovakve simptome, kao što je već spomenuto mogu prouzrokovati bakterije različitih rodova ali i različite vrste bakterija koje pripadaju istom rodu.

Standardnim metodom izolacije sa lakoćom je dobijeno više sojeva bakterija koje stvaraju levan na mesopeptonskoj podlozi obogaćenoj saharozom (NAS), a što je značajna odlika prilikom identifikacije brojnih fitopatogenih bakterija. Zbog toga se ova podloga, zajedno sa King-ovom podlogom B može smatrati diferencijalnom za prouzrokovaoče bakterijske vlažne truleži biljaka.

Proučavajući sojeve bakterije, izolovane iz obolelog korena celera i paštrnaka ispostavilo se da svi poseduju zajedničke karakteristike, odnosno da pripadaju jednoj bakteriji. Razlike se uočavaju samo u odnosu na odlike nekih kontrolnih sojeva (*Erwinia carotovora* i *Pseudomonas syringae*).

Rezultati LOPAT testova (tab.1) ukazuju da proučavani sojevi pripadaju grupi IV roda *Pseudomonas*, odnosno vrsti *Pseudomonas marginalis* (Lelliott et al, 1966), Arsenijević, 1997). Identično se pri ovim testovima ponaša i kontrolni soj ove bakterije Pm-3.

Izražena uniformnost u pogledu ostalih biohemijsko-fizioloških odlika (tab.1) takođe karakteriše proučavane sojeve, kao i kontrolni soj *Pseudomonas marginalis* (Pm-3). Rezultatu ovi testova su u punoj saglasnosti sa podacima iz literature (Arsenijević, 1997; Bradbury, 1986)

Na osnovu rezultata testova patogenosti i bakterioloških odlika, ali i podataka iz literature, zaključeno je da patološke promene na korenu celera i paštrnaka, ispoljene u vidu truleži prouzrokuje *P. marginalis* pv. *marginalis* (Arsenijević, 1997; Bradbury, 1986).

Ranije je postojao poseban takson *Pseudomonas marginalis* pv. *pastinacea* čiji su sojevi izolovani iz paštrnaka, koji se prema svojim bakteriološkim odlikama razlikuju od *P. marginalis* pv. *marginalis*. (Arsenijević, 1997). Kasnije je ova teorija napuštena, pošto je brojnim proučavanjima utvrđeno da se sojevi poreklom sa paštrnaka ne razlikuju značajnije u pogledu biohemijskih odlika sojeva *P. marginalis* poreklom sa drugih domaćina (Lelliott, 1966, loc.cit. Arsenijević, 1997; Hunter and Cigna 1981). Tokom naših istraživanja takođe nisu utvrđene razlike među izolatima poreklom iz celera i paštrnaka u pogledu patogenih i

biohemijskih odlika. Međutim, postojanje patogenog varijeteta *pastinacea* je danas ponovo aktualno (Schaad et al., 2001)

Kao prouzrokovatelj truleži korena celera u nas opisana je i bakterija *Erwinia carotovora* (Gavrilović et al., 2001). *E. carotovora* i *P. marginalis* prouzrokuju simptome truleži koje se ipak međusobno razlikuju. Prvo spomenuta za razliku od *P. marginalis* dovodi do potpune dezorganizacije tkiva korena, koji se veoma brzo pretvara u kašastu masu, što je praćeno širenjem neprijatnog mirisa. Ali i pored svega toga o prouzrokovatelju vlažne truleži biljka konačan sud mora se dati na osnovu rezultata laboratorijskih testova

*P. marginalis* je patogen širokog kruga domaćina koji obuhvata zeljaste biljke, prouzrokujući na njima simptome truleži, plamenjače i pegavosti (Arsenijević, 1997; Bradbury, 1986). Kao parazit celera opisan je u Italiji (Arsenijević, 1997) a Köhn, (1973) ovu bakteriju detaljno opisuje kao patogena zelene salate, prisutnog u celom svetu.

Kao parazit brokolija (*Brassica oleracea* var. *italica*) *P. marginalis* je detaljno proučena u Australiji, pri čemu autori navode i izvesna odstupanja proučavanih izolata u pogledu njihovih odlika u odnosu na tipske sojeve ove bakterije (Wimalajeewa et al., 1987). *P. marginalis* je identifikovan i kao patogen *Dieffenbachia amoena* u Italiji prouzrokujući lisnu pegavost i plamenjaču ove ukrasne biljke. (Scortichini, 1994). Ova bakterije je opisana i kao prouzrokovatelj vlažne truleži plodova paprike koju u niskom procentu zajedno sa *Erwinia atro-septica* prouzrokuju u SAD (Arsenijević, 1997). U nas je opisana kao patogen salate (Obradović, 1999) prouzrokujući nekrozu oboda lišća ove povrtarske biljke.

O ekonomskom značaju ove bakterije još ne možemo dati konačan sud. Imajući u vidu širok krug domaćina ove bakterije, koji uključuje i brojne ekonomski značajne povrtarske biljke, smatramo da bi on trebala biti predmet daljih istraživanja, naročito sa stanovišta njenih epidemioloških odlika i mogućnostima suzbijanja bakterije. Za sada se u suzbijanju ove bakterije daje primat agrotehničkim merama (Arsenijević, 1997). Mišljenja smo da bi plodored koji uključuje gajenje biljaka izvan kruga domaćina ove bakterije moglo dati zadovoljavajuće rezultate.

**LITERATURA**

- Arsenijević, M. (1992): Fitopatogene bakterije. Naučna knjiga, Beograd, 89-90.
- Arsenijević, M. (1997): Bakterioze biljaka. S– Print, Novi Sad, 576 pp.
- Bradbury, J. F. (1986): Guide to Plant Pathogenic Bacteria. CAB International Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 139-140.
- Braun – Kiewnick, A., Sands, D.C.: (2001) *Pseudomonas*. In: Schaad, N.W., Jones J.B., Chun, W (Eds): Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Third Edition. APS Press, St. Paul, Minnesota
- Gavrilović, V., Obradović, A., Arsenijević, M. (2001): Bacterial Soft Rot of Carrot, Parsley and Celery. In : S.H. de Boer (ed) Plant Pathogenic Bacteria, Kluwer Academic Publishers, Netherland, 269-271.
- Hunter, I. E., Cigna, J.A. (1981): Bacterial blight incited in Parsnip by *Pseudomonas marginalis* and *Pseudomonas viridiflava*. Phytopathology 71: 1238-1241.
- Köhn, S. (1973): *Pseudomonas marginalis* (Brown) Stevens als Errger einer Bakteriose on Kopfsalat i Deutschland. Phytopath Z. 78:187-191
- Lelliott, R.A., Stead, D.E. (1987): Methods for the diagnosis of bacterial disease of plants. British Society for Plant Pathology. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh. pp. 200
- Lelliott, R.A., Billing, Eve, Hayward, A.C. (1966): A determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic *Pseudomonads*. J.Appl. Bact. 29: 470-489.
- Obradović, A. (1999): Identifikacija bakterija rodova *Pseudomonas* i *Erwinia* patogena salate i karfiola. Zaštita bilja : 9-60, Beograd.
- Scortichini, M. (1994): Leaf spot and blight of *Diffenbachia amoena* caused by *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis*. Plant Pathology 43: 941-943, England.
- Suslow, T.V., Schroth, M.N., Isaka, M. (1982): Application of a rapid method for Gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. Phytopathology 72: 917-918.
- Wimalajeewa, D. L. S., Hallam N.D.; Hayward, A.C., Price, T.V. (1987): Etiology of Head Rot Disease of Broccoli. Aust. J. Agric. Res. 38: 735-42.

(Primljeno: 24.10.2008.)  
(Prihvaćeno: 26.02.2009.)



## ***PSEUDOMONAS MARGINALIS* – CAUSAL AGENT OF CELERY AND PARSNIP ROOT ROT**

VELJKO GAVRILOVIĆ<sup>1</sup>, SVETLANA MILIJAŠEVIĆ<sup>2</sup>, MOMČILO ARSENJEVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade

<sup>2</sup>ARI Serbia, Center for Pesticide Science

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad

### **SUMMARY**

The results about pathogenic, and bacteriological properties of bacterial strains isolated from rotted celery and parsnips root are given in this paper.

Investigated strains showed high level of pathogenicity to artificially inoculated slices of celery, parsnip, parsley, carrot and potato and inoculated immature pepper and tomato fruits.

Negative results were recorded in pathogenicity test on artificially inoculated radish slices, onion bulbs as well as sunflower stems.

Bacterial strains are Gram negative, aerobe and produce green fluorescent pigment on King medium B.

According to LOPAT tests they form levan on nutrient media containing 5% sucrose (NAS), produce oxidase, arginine dihydrolase and pectinase. They do not induce HR in tobacco.

Positive results also recorded in following tests: gelatine and Tween 80 hydrolysis, catalase activity, nitrate reduction. They utilize glucose, fructose, sucrose, mannitol, sorbitole but not lactose. Negative results were recorded in following tests: starch hydrolysis, indole and hydrogen sulphide production.

According the results obtained it is concluded that investigated strains belong to the same bacterium identified as *Pseudomonas marginalis* (Brown) Stevens 1925.

*Key words:* celery, parsnip, root rot, pathogenicity, biochemical properties, *Pseudomonas marginalis*

(Received: 24.10.2008.)

(Accepted: 26.02.2009.)



## DETERMINACIJA VIRUSA OBIČNOG MOZAIKA PASULJA U VOJVODINI

DRAGANA PETROVIĆ<sup>1</sup>, FERENC BAGI<sup>2</sup>, MIRJANA MILOŠEVIĆ<sup>3</sup>, MIRJANA VASIĆ<sup>1</sup>, MAJA  
IGNJATOV<sup>1</sup>, MILKA VUJAKOVIĆ<sup>1</sup>, ZORICA NIKOLIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

<sup>2</sup>Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

<sup>3</sup>Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede  
Republike Srbije, Beograd

Tokom 2006. godine prikupljeno je 262 uzorka, sa 22 lokaliteta, koji su grupisani po tipu simptoma: simptom tipa A: tamno zeleno obrublivanje nerava; simptom tipa B: mozaik u vidu hlorotičnih i zelenih površina, sa blagom naboranošću; simptom tipa C: mozaik u vidu zelenih i žućkastih različenih površina i simptom tipa D: tamno zelena klobučavost listova.

Serološka identifikacija virusa izvršena je DAS ELISA testom uz korišćenje komercijalnog seta antiseruma virusa BCMV, kompanije LOEWE Biochemica GmbH, Nemačka. BCMV konstatovan je u 35% testiranih biljaka. Najveći broj zaraženih biljaka zabeležena je u Čonoplji (66%) a najčešći tip simptoma bio je tip simptoma B.

Odabrani izolati testirani su RT-PCR metodom. Svaki uzorak testiran je sa četiri seta BCMV specifičnih prajmera. PCR reakcijom, dobijanjem specifičnih fragmenata određenih baznih parova potvrdila se determinacija virusa BCMV, kao i pripadnost ovog virusa familiji *Potyviriidae*. Sa setom prajmera specifičnim za sojeve *Russian* i NL-3D dokazalo se da determinisani virusi ne pripadaju pomenutim sojevima.

*Ključne reči:* virus običnog mozaika pasulja, ELISA test, RT-PCR.

### UVOD

Virus običnog mozaika pasulja pripada rodu *Potyvirus*, familiji *Potyviriidae*. Rasprostranjen je širom sveta, kao patogen pasulja, na kome izaziva simptome na listovima, u vidu deformacija, bledog zelenila sa tamnim površinama duž nerava. Virus se održava i prenosi zaraženim semenom a intenzitet ovakvog

prenošenja je vrlo visok i iznosi do 80% (Mijatović i sar., 2007). Takođe, prenosi se i mehaničkom inokulacijom, polenom i vašima. Vaši koje predstavljaju glavne vektore virusa pripadaju porodici *Aphididae*, među kojima su najznačajnije vrste: *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis craccivora*, *A fabae* i *Myzus persicae* (Šutić, 1995).

U otkrivanju i identifikaciji virusa običnog mozaika pasulja, serološka metoda ELISA (Sáiz i sar., 1995, Ruiz i sar., 1998, Chiumia i Msuku, 2001, Gilbertson i sar., 2002), kao i molekularne metode (Xu i Hampton, 1996, Sáiz i sar., 1995, Chen i sar., 2001, Larsen i sar., 2005), su našle svoju primenu u svetu, a ovim radom i kod nas.

## MATERIJAL I METOD

### Prikupljanje uzoraka

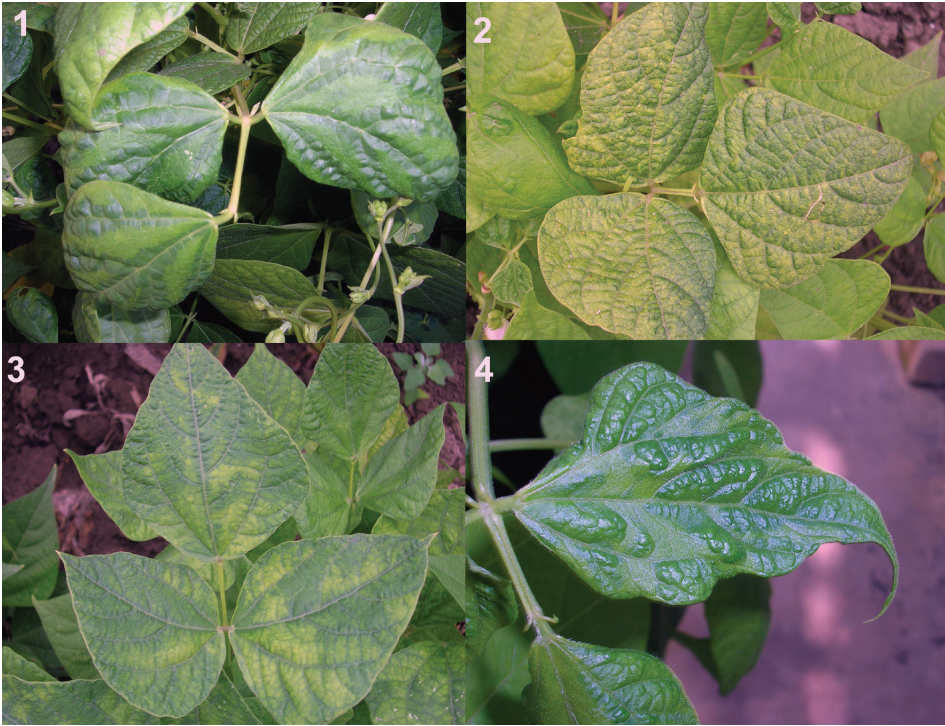
Uzorci listova pasulja koji su po simptomima ukazivali na virusnu prirodu oboljenja prikupljeni su sa različitih lokaliteta na području Vojvodine tokom 2006. godine. Prikupljeno je 262 uzoraka iz 22 lokaliteta tokom juna i jula meseca. U zavisnosti od tipa simptoma, listovi su podeljeni u četiri grupe: tamno zeleno obrubljivanje nerava (tip simptoma A) (sl.1), mozaik u vidu hlorotičnih i zelenih površina, sa blagom naboranošću (tip simptoma B) (sl. 2), mozaik u vidu zelenih i žućkastih razlivenih površina (tip simptoma C) (sl. 3) i tamno zelena klobučavost listova (tip simptoma D) (sl. 4).

### Analiza prikupljenih uzoraka putem ELISA testa (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*)

Analize su radjene na polistirenskim pločama sa 96 mikrotitarskih bazena (Nunc-96), primenom komercijalnog seta antiseruma virusa BCMV, kompanije LOEWE Biochemica GmbH, Nemačka. Set antiseruma sastoji se od IgG antitela, konjugovanog IgG antitela sa enzimom fosfatazom, pozitivne i negativne kontrole. Rezultati ELISA testa očitavani su na Multiskan Ascent automatskom čitaču, na talasnoj dužini od 405 nm. DAS ELISA test je izveden prema standardnom protokolu za ovu serološku metodu (Clark i Adams, 1977), a prema uputstvu proizvođača antitela.

### Detekcija BCMV RT-PCR metodom

Odabrani izolati: izolat 37 (Zrenjanin), izolat 50 (Titel), izolat 262 (Kovilj) testirani su metodom reverzne transkripcije i lančane reakcije polimeraze (RT-PCR – *Reverse Transcription and Polymerase Chain Reaction*). Svaki uzorak testiran je



**Sl. 1-4** – Virus običnog mozaika pasulja. Tip simptoma A (Sl. 1); tip simptoma B (Sl. 2); tip simptoma C (Sl. 3) i tip simptoma D (Sl. 4);

**Fig. 1-4** – Bean common mosaic virus. Symptom type A (Fig. 1); symptom type B (Fig. 2); symptom type C (Fig. 3) and symptom type D (Fig. 4);

sa četiri seta BCMV specifičnih prajmera: Dbcmv i Ubcmv (Xu i Hampton, 1996); X i Y (Chen i sar., 2001); RU1f i RU1r; NL3Df i NL3Dr (Larsen i sar., 2005).

#### *Ekstrakcija ukupnih RNK*

Za ekstrakciju ukupnih RNK korišćen je RNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN, SAD) koji je pogodan za izolaciju RNK iz male količine početnog biljnog materijala. Ekstrakcija je urađena po proceduri koju preporučuje proizvođač.

#### *Reverzna transkripcija i lančana reakcija polimeraze (RT-PCR)*

Reverzna transkripcija i lančana reakcija polimeraze su urađene korišćenjem OneStep RT-PCR Kit-a (QIAGEN, SAD) kojim se ove reakcije izvode jedna za drugom u istoj PCR tubici. Sprovedene su četiri RT-PCR reakcije sa setovima

prajmera koji umnožavaju fragmente cDNK od 1456, 1700, 710 i 714 bp locirane na različitim delovima genoma BCMV (tab. 1), RT-PCR reakcije odigravale su se po odgovarajućem programu (tab.2).

**Tabela 1** – Sekvence korišćenih prajmera sa veličinom baznih parova.

**Table 1** – Used sequence for a primer with the size of base pairs

Prajmer Primer	Sekvenca 5'-3' Sequence 5'-3'	Veličina baznih Base pair size
Dbcmv	ACCACGCTGCAGCTAAAGAGAACA	1456
Ubcmv	AATCTAGATGATATCATACTCTCTA	
X	GTTTTCCCAGTCACGATTTTTTTTTTTTTTTT	1700
Y	GGNAAYAAAYAGYGGNCARCC	
RU1f	CACCGTGCCACTTGTATG	710
RU1r	GCCGATGTATTCTCTG	
NL3Df	CCATTGCTGCTGAGATTC	714
NL3Dr	AGTTCACCGTGAGATGTC	

**Tabela 2** – Programi po kojima su rađene RT-PCR reakcije.

**Table 2** – Programs are made by RT-PCR reactions.

	Dbcmv, Ubcmv	X, Y	RU1f, RU1r, NL3Df, NL3Dr
Reverzna transkripcija Reverse transcription	30 min 50°C	30 min 50°C	0 min 50°C
Početni korak aktivacije Initial PCR activation step	15 min 95°C	15 min 95°C	15min 95°C
Ciklusi Reaction cycles	35	30	30
Denaturacija Denaturation	1 min 94°C	30 s 94°C	30 s 94°C
Vezivanje prajmera Annealing	1 min 37°C	1 min 47°C	30 s 58°C
Ekstenzija Extension	1 min 72°C	2 min 72°C	30 s 72°C
Finalna ekstenzija Final extension	10 min 72°C	10 min 72°C	7 min 72°C

*Analiza PCR proizvoda*

PCR produkti su analizirani elektroforezom u 5% poliakrilamidnom gelu na 150 V tokom 2,5 sata i bojenjem srebro-nitratom po metodi Schumacher i sar. (1986). Uzorci su pripremljeni od 3 $\mu$ l boje (10x DNA Gel Loading Buffer, Eppendorf, Nemačka) i 10  $\mu$ l PCR proizvoda. Pri svakoj elektroforezi korišćen je marker 100 bp DNA Ladder (Ge Healthcare, SAD).

Umnoženi fragmenti cDNK su nakon bojenja posmatrani na transiluminatoru (Hoefler Macrovue transilluminator, Amersham Biosciences, SAD).

**REZULTATI****Rezultati serološke identifikacije virusa putem ELISA testa**

Rezultati testiranja biljaka pasulja iz različitih lokaliteta Vojvodine u 2006, ukazuju da je pomenuti virus bio prisutan u većini lokaliteta, i to ukupno u 35% od ukupnog broja uzoraka sa simptomima oboljenja. Od ukupno 22 lokaliteta BCMV nije konstatovan u 6, i to u: Žablju, Bačkom Brestovcu, Gajdobri, Bečeju, Bačkom Gradištu i Sremskoj Mitrovici. U lokalitetima u kojima je dokazano prisustvo ovog virusa, moglo se zapaziti da je bio prisutan u velikom broju uzoraka u odnosu na prikupljeni broj. Najveći broj zaraženih biljaka pomenutim virusom konstatovan je u Čonoplji, kod 19 uzoraka (66%) od ukupno 29 prikupljenih iz tog lokaliteta, kao i u Kovilju gde je utvrđeno 18 biljaka (90%) zaraženih virusom BCMV od ukupno 20 prikupljenih uzoraka. Što se tiče ostalih lokaliteta broj zaraženih uzoraka ovim virusom bio je nešto manji, kao na primer u oglednom polju na Rimskim Šančevima gde je od ukupno 35 prikupljenih uzoraka bilo zaraženo 9 biljaka, dok je u Žarkovcu od ukupno 12 prikupljenih uzoraka konstatovano prisustvo virusa BCMV na 8 biljaka. U Titelu je od ukupno 8 ispitivanih uzoraka na 6 je konstatovano prisustvo ovog virusa. U ostalim lokalitetima broj zaraženih biljaka virusom BCMV bio je znatno manji (tab.3).

Od ukupnog broja zaraženih biljaka virusim običnog mozaka pasulja, najveći procenat su uzorci sa tipom simptoma B (36%), zatim sa tipom simptoma C (35%), tipom simptoma A (29%), dok uzorci sa tipom simptoma D nisu bili zaraženi BCMV.

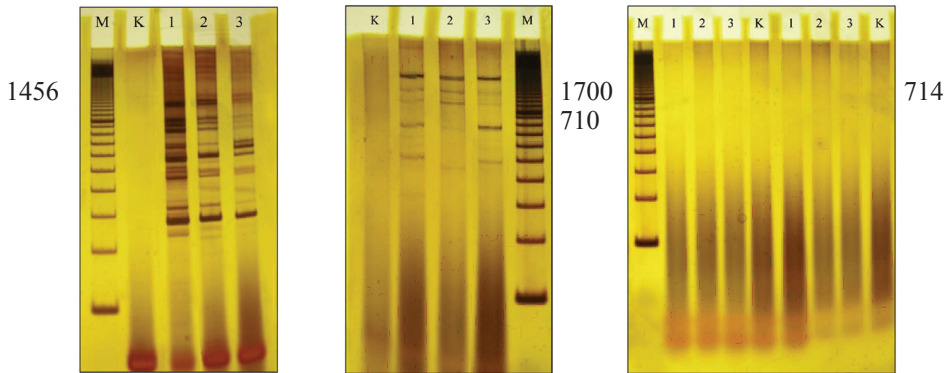
**Tabela 3** – Zastupljenost BCMV u ispitivanim lokalitetima.**Table 3** – Presence and distribution of BCMV in the investigated localities.

Lokalitet Location	Broj uzoraka No of samples	Zaražene biljake – Infected plants Broj – Number	%
Rimski Šančevi	35	9	26
Žabalj	8	0	0
Kać	10	4	40
Đurđevo	9	3	33
Bački Brestovac	15	0	0
Stepanovićevo	10	1	10
Čičovi	7	2	29
Crvenka	13	3	23
Kovilj	20	18	90
Čonoplja	29	19	66
Lalić	12	3	25
Gajdobra	6	0	0
Bački Jarak	15	3	20
Bečej	5	0	0
Bačko Gradište	6	0	0
Zrenjanin	10	4	40
Kikinda	9	6	66
Titel	8	6	75
Pančevo	5	1	20
Indija	11	1	9
Žarkovac	12	8	67
Sremska Mitrovica	7	0	0
Ukupno – Total	262	91	35

### Rezultati PCR reakcije

PCR reakcijom prajmera Dbcmv i Ubcmv dobijen je specifični fragment od 1456 bp što potvrđuje prisustvo BCMV u testiranim uzorcima (sl. 5). U PCR reakciji prajmera X i Y dobijen je fragment od 1700 bp (sl. 6). Korišćenjem prajmera RU1f, RU1r i NL-3Dr, NL-3Df nije dobijena pozitivna reakcija testiranih uzoraka (sl. 7), što ukazuje da ispitivani izolati ne pripadaju *Russian* i NL-3D soju.





**Sl. 5-7** – Molekularna reakcija izolata BCMV sa parom prajmera Dbcmv/Ubcmv (M = marker, K = negativna kontrola, 1 = uzorak 37, 2 = uzorak 50, 3 = uzorak 262) (Sl. 5); Molekularna reakcija izolata BCMV sa parom prajmera X/Y (M = marker, K = negativna kontrola, 1 = uzorak 37, 2 = uzorak 50, 3 = uzorak 262) (Sl. 6) i Elektroforetska analiza PCR proizvoda u reakcijama sa prajmerima RU1f i RU1r (1, 2, 3) i NL-3Dr i NL-3Df (1', 2' i 3') (M = marker, K = negativna kontrola, 1 i 1' = uzorak 37, 2 i 2' = uzorak 50, 3 i 3' = uzorak 262) (Sl. 7)

**Fig. 5-7** – Molecular reactions of BCMV isolates with primer pairs Dbcmv/Ubcmv (M = marker, K = negative control, 1 = sample 37, 2 = sample 50, 3 = sample 262) (Fig. 5); Molecular reactions of BCMV isolates with primer pairs X/Y (M = marker, K = negative control, 1 = sample 37, 2 = sample 50, 3 = sample 262) (Fig. 6) and Electrophoretic analysis of PCR products in reaction with primers RU1f i RU1r and NL-3Dr i NL-3Df (M = marker, K = negative control, 1 and 1' = sample 37, 2 and 2' = sample 50, 3 and 3' = sample 262) (Fig. 7)

## DISKUSIJA

Analiza dobijenih rezultata iz prikupljenih uzoraka pokazuje da od ukupno prikupljenih 262 uzoraka listova pasulja, u 91 uzoraka (35%) je utvrđen BCMV. Upoređujući naše rezultate ispitivanja sa rezultatima istraživanja nekih autora, može se zaključiti da postoji podudarnost u dobijenim rezultatima. Sáiz i sar., 1995. godine su ispitivanjem prisustva virusa pasulja iz 11 regiona Španije, u periodu od 1989 do 1993. godine, zaključili da je BCMV dominantniji od ostalih virusa na pasulju, od ukupnog broja testiranih biljaka BCMV bio je zastupljen u 56%. Takođe, Ruiz i sar., su 1998. godine vršili ispitivanja prisustva istog virusa u tri regiona Baskije u Španiji, gde je utvrđeno da ispitivani virus nije bio prisutan samo u jednom lokalitetu dok u ostalim jeste i to u visokom procentu, što nam takođe govori o visokoj rasprostranjenosti ispitivanih virusa.

Rezultati RT-PCR reakcija potvrđuju rezultate ELISA testa i pokazuju da se ova metoda može uspešno primeniti u detekciji BCMV. Krišćenjem specifičnih

prajmera dokazano je da virusi prisutni u ispitivanim uzorcima pripadaju familiji *Potyviridae* (Chen, i sar., 2001) i vrsti BCMV (Xu i Hampton, 1996). Korišćenjem soj specifičnih prajmera dokazano je da naši izolati ne pripadaju navedenim sojevima (Larsen i sar., 2005) i ukazuju na znatnu genetsku varijabilnost izolata BCMV u ciljanom regionu genoma.

## LITERATURA

- Chen, J., Chen, J., Adams, M. J. (2001): A universal PCR primer to detect members of the *Potyviridae* and its use to examine the taxonomic status of several members of the family. *Archives of Virology*, 146: 757-766.
- Chiumia, L. and Msuku, W. A. (2001): Status of common Bean mosaic virus in common beans in Malawi. *Bean Seed Workshop*, Arusha, Tanzania January 12-14.
- Clark A. X, Adams M. J. (1977): Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34: 475-483.
- Gilbertson, R. L., Guzman, P., Rojas, M., Crnov, R., Mkandawire, A. (2002): Detection of bean-infecting viruses in California with an emphasis on the crsp-facilitated work. *Bean Seed Workshop*, Arusha, Tanzania, January 12-14.
- Larsen, C. R., Milkas, N. P., Druffel, L. K., Wayatt, D. S. (2005): NL-3 K Strain Is a Stable and Naturally Occurring Interspecific Recombinant Derived from *Bean common mosaic necrosis virus* and *Bean common mosaic virus*. *Phytopathology*, 95: 1037-1042.
- Mijatović, M., Obradović, A., Ivanović, M. (2007): *Zaštita povrća*. AgroMivas, Smederevska Palanka, Beograd.
- Ruiz, D. G., San Roman, D. P., Legorburu, F. J. (1998): *Bean common* (BCMV) and *Bean common mosaic necrosis* (BCMNV) potyvirus in relation to bean landraces in the basque country. *Prod. Prot. Veg.* Vol. 13 (1-2).
- Sáiz, M., Blas, C., Carazo, G., Fresno, J., Romero, J. and Castro, S. (1995): Incidence and characterization of *Bean common mosaic virus* isolates in Spanish bean fields. *Plant Disease*, 79: 79-81.
- Schumacher, J., Meyer, N., Riesner, D., Wiedemann, H. L. (1986): Diagnostic procedure for detection of viroids and viruses with circular RNAs by return-gel electrophoresis. *Journal of Phytopathology*, 115: 332-343.
- Šutić, D. (1995): *Viroze biljaka*, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd, 175-176.
- Xu, L. and Hampton, R. O. (1996): Molecular detection of *Bean common mosaic* and *Bean common mosaic necrosis potyviruses* and pathogroups. *Archives of Virology*, 141: 1961-1977.

(Primljeno: 27.11.2008.)

(Prihvaćeno: 26.02.2009.)

## DETERMINATION OF BEAN COMMON MOSAIC VIRUS FOUND IN VOJVODINA REGION

DRAGANA PETROVIĆ<sup>1</sup>, FERENC BAGI<sup>2</sup>, MIRJANA MILOŠEVIĆ<sup>3</sup>, MIRJANA VASIĆ<sup>1</sup>,  
MAJA IGNJATOV<sup>1</sup>, MILKA VUJAKOVIĆ<sup>1</sup>, ZORICA NIKOLIĆ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

<sup>3</sup>Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, Belgrade, Serbia

### SUMMARY

Our investigation was aimed towards determination of the presence and distribution of economically the most harmful bean virus in Vojvodina in 2006 (*Bean common mosaic virus*). Some 262 samples from Vojvodina grouped according to symptom types were collected during 2006: type A symptom: dark green nerves edgings; type B symptom: mosaic in the form of chlorotic and green areas slightly wrinkled; type C symptom mosaic in the form of green and yellowish smeared areas, and type D symptom: dark green cap shaped leaves.

Viruses were identified using DAS ELISA test according to the instructions given by the antiserum producer (LOEWE Biochemica GmbH, Germany). On the basis of the obtained results it was concluded that BCMV virus was found in 35% of tested plants. The greatest plant infection was found in Čonoplja (66%), and the most common symptom type was B.

Chosen bean leaf samples were tested using method of reverse transcription and polymerase chain reaction (RT – Reverse Transcription and Polymerase Chain Reaction). Four sets of BCMV specific primers were used for each sample testing. Determination of BCMV virus as a member of *Potyviridae* family was confirmed by PCR reaction, and by obtaining specific fragments of certain basic pairs. Set of primers specific for *Russian* and NL-3D strains were used to prove that determined viruses did not belong to the above mentioned strains.

*Key words:* bean common mosaic virus, ELISA test, RT-PCR.

(Received: 27.11.2008.)

(Accepted: 26.02.2009.)



## ŠTETNI INSEKTI NA ULJANOJ REPICI U SRBIJI

PREDRAG MILOVANOVIĆ  
«Hemiks», Velika Plana

Istraživanja vrsta insekata koje napadaju ozimu uljanu repicu u Srbiji zasnovana su na sledećim pretpostavkama: štetni insekti napadaju useve ozime uljane repice od setve do berbe; oskudni su literaturni podaci o ovim štetočinama u Srbiji; zbog toga postoji potreba za više informacija o najvažnijim insektima u našim klimatskim uslovima kako bi se primenila adekvatna strategija zaštite useva.

Pojava i brojnost populacija vrsta insekata štetnih prema ozimoj uljanoj repici u Srbiji sprovedena je u Podunavskom, Južnobanatskom i Braničevskom okrugu u periodu 1994.-1996. godine, korišćenjem Merikovih posuda, kečera i vizuelnim osmatranjem. Svi eksperimenti su sprovedeni na odstojanju od najmanje 50 m od ivica parcele.

Tokom perioda ispitivanja detektovano je devet vrsta insekata, od kojih je sedam pripadalo redu Coleoptera i po jedan redovima Hymenoptera i Diptera. Iz reda Coleoptera detektovane su sledeće vrste: *Meligethes aeneus* Fabr. (fam. Nitidulidae), *Ceuthorrhynchus picitarsis* Gyll., *C. quadridens* Panz. i *C. assimilis* Payk. (fam. Curculionidae), *Phyllotreta nigripes* Fabr., *Ph. atra* Fabr. i *Psylliodes chrysocephala* L. (fam. Chrysomelidae). Iz redova Hymenoptera and Diptera ustanovljene su *Athalia rosae* L. (fam. Tenthredinidae) i *Dasyneura brassicae* Winn. (fam. Cecidomyiidae).

Rezultati su pokazali da na ispitivanim lokalitetima ozima uljana repica nije bila značajno napadnuta sa ekonomski značajnim insektaskim vrstama.

*Ključne reči:* uljana repica, insekti, *Athalia rosae*, *Psylliodes chrysocephala*, *Ceuthorrhynchus picitarsis*, *C. quadridens*, *C. assimilis*, *Meligethes aeneus*, *Phyllotreta nigripes*, *Ph. atra*, *Dasyneura brassicae*

### UVOD

Uljana repica je važna uljana kultura. Procenjuje se da je preko 26 miliona ha pod ovom kulturom u svetu, a 3.000-5.000 ha u Srbiji u poslednjoj deceniji. Seme uljane repice sadrži 40-48% ulja i 18-25% proteina. Ulje iz semena uljane

repice, spada u grupu polusuvih ulja sa jednim brojem 95-120, a upotrebljava se za ishranu, kao rafinisano, kao i u tehničke svrhe (u industriji deterdženata, boja, tekstila, kože, u štamparstvu) i kao dodatak gorivima i mazivima. Pre pronalaska mineralnih ulja i električne energije, ovo ulje je korišćeno za osvetljenje.

Uljane pogače i sačma, koji ostaju nakon ekstrakcije ulja iz semena sadrže u proseku oko 28% sirovih, odnosno 23% iskoristivih proteina, oko 8% sirove masti, 0,9% sirovih vlakana, 22% neazotne i ekstraktivne materije („NET“) i vrlo su vredna koncentrovana hraniva. Međutim, u sačmi i pogačama se nalaze i štetne materije pod zajedničkim nazivom glukozinolati, koje enzim mirozinaza hidrolizira u materije otrovne za stoku. Sadržaj ovih materija bio je veći od 400 mmol/gr odmašćene sačme. Oplemenjivanjem su dobijene nove sorte uljane repice, tzv. „00“, koje imaju vrlo nizak sadržaj glukozinolata (ispod 15 mmol/gr) koji se smatra bezopasnim po zdravlje stoke.

Repica je, takođe, veoma važan predusev u plodoredu. Rano napušta tlo pa omogućava pravovremenu i kvalitetnu obradu zemljišta za sledeći usev. Slama se može koristiti kao gorivo ili za prostirku. Korisna je i kao medonosna biljka, sa prinom meda do 50 kg/ha (Focke et al., 1998).

Mogućnost da se ulje uljane repice samostalno ili u kupaži sa drugim fosilnim gorivima koristi za rad motora sa unutrašnjim sagorevanjem, pored mnogih drugih upotrebnih vrednosti, daje ovoj kulturi izuzetnu perspektivu.

Umereno-kontinentalna klima u Srbiji omogućava skoro optimalne uslove za rast i razvoj repice. Međutim, ovakvi klimatski uslovi pogoduju i razvoju štetnih insekata, tako da se neki od njih javljaju u brojnosti većoj od praga ekonomske štetnosti. Tokom vegetacije, u svim fenofazama razvoja, uljana repica je izložena napadu brojnih vrsta insekata iz redova Homoptera, Thysanoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera i Hymenoptera. Najbrojnije su vrste iz reda Coleoptera, sa ukupnom zastupljenošću od 42% (Northwood, Verrier, 1986).

Pored brojnih polifagnih štetočina, čiji značaj nije zanemarljiv, uljanu repicu prvenstveno oštećuju oligofagne vrste koje su trofički vezane za biljke iz familije Brassicaceae.

Štetna entomofauna ozime uljane repice ja najviše je proučavana na području Zapadnog Palearktika, gde ova biljke ima veliki značaj u biljnoj proizvodnji. Tako se u državama ovog regiona posebno ističe 18 vrsta inekata, od kojih se kao stalne ekonomski značajne vrste navode *Meligethes aeneus*, *Ceuthorrhynchus assimilis*, *Psylliodes chrysocephala* i *Dasyneura brassicae* (Bromand, 1988). Osim njih povremeno su prisutne i štetne vrste *Athalia rosae*, *C. picitarsis*, *Brevicoryne brassicae*, *Phyllotreta spp.* i *Thrips angusticeps*.

Najštetniji insekti su oni koji oštećuju generativne organe, kao što su *M. aeneus*, *C. assimilis* i *D. brassicae* (Hugest, Evans, 1999). Usev uljane repice je stalno izložen napadu štetočina iz roda *Ceuthorrhynchus* i poslednjih godina

njihov značaj je u porastu. Najzastupljenije vrste iz ovog roda su *C. assimilis*, *C. picitarsis*, *C. quadridens*, *C. napi* i *C. pleurostigma* (Batinica, 1973, Maceljčki, 1984, Danon, 1984). U manjoj brojnosti prisutne su i vrste *C. rapae*, *C. sulcicollis* i *C. erysimi* (Batinica, 1973).

I pored svih mera zaštite protiv insekata koje se preduzimaju u uljanoj repici, danas se smatra kao prihvatljivi gubici do 5% u prinosu zrna. Kod nas nisu retke parcele gde usled izostanka ili zakasnele primene mera zaštite gubici u prinosu od štetočina, u prvom redu od repičine lisne ose ili repičinog sjajnika dostižu i do 80% (Maceljčki, 1983). U okviru svetske proizvodnje repice, razne štetočine smanjuju potencijalne prinose za 13%, u Evropi za 15%, a u Mađarskoj za 15-20% (Cramer, cit. Čamprag, 2000).

Najznačajnija štetna vrsta insekata, na području Evrope je *Meligethes aeneus* F. (Winfield, 1992). Ukupni gubici koje ozimnoj uljanoj repici nanosi repičin sjajnik u Engleskoj redovno dostižu preko 25%, a štete su i veće u godinama kada hladno vreme tokom proleća uspori i produži cvetanje ili kada neadekvatna i nepotpuna agrotehnika ne omogući kompletnu ili delimičnu regeneraciju useva (Braun, Riehm, 1975). U Francuskoj se ova vrsta redovno suzbija na oko 55% zasejanih površina (Messeliere, 1982). Takođe, značajne ekonomske štete u Francuskoj i Engleskoj izaziva *C. assimilis*, koji zajedno sa *Dasineura brassicae* može umanjiti prinos semena i do 50% (Jourdeuil, Williams, 1978). U Engleskoj *Ps. chrysocephala* prouzrokuje konstatno smanjivanje prinosa koje se procenjuje i do 0,34 t/ha, dok je u Danskoj ova vrsta retko prisutna (Lamb, 1989). Štete koje uljanoj repici nanose *Ph. crucifera* Goeze. i *Ph. striolata* F., na području Severne Amerike procenjuju se na preko \$300 mil. godišnje (Knodel, 2002).

U periodu 1948-1961. godina, površine zasejane uljanom repicom u SFRJ kretale su se od 10.000 do 20.000 ha. Ipak, tih godina je uljana repica požnjevena sa polovine zasejanih površina (Maceljčki, 1955). Tokom 1953/54. godine od ukupno zasejanih 15.167 ha na području SFRJ, požnjeveno je svega 4.820 ha ili 32%, dok je na području Hrvatske uljana repica požnjevena sa svega 12% površina (Dodig, 1955). Osnovni uzroci su bili jak napad repičine lisne ose u jesen, kao i masovna pojava repičinog sjajnika i rutave bube tokom proleća naredne godine. Oštećenja uljane repice u Slavoniji (Hrvatska) tokom 1954. godine, od repičinog sjajnika, prouzrokovala su smanjenje prinosa i do 90% (Maceljčki, 1955).

Za područje Srbije nema mnogo podataka o štetnoj entomofauni ozime uljane repice. O štetnosti pojedinih vrsta, posebno *Meligethes aeneus* i *Athalia rosae*, nalazimo podatke u radovima malog broja istraživača (Stanković, 1972; Čamprag, 2000; Mirić i sar., 2004).

Navodi se da je *C. picitarsis*, čije se larve razvijaju u peteljčama, stablu i korenu, tokom 1961. godine u Vojvodini naneo velike štete (Stanković, 1972), a da

je *Tropinota hirta* u 1953. godini uništila i do 70% prinosa na nekim područjima Srema (Kolektiv autora, 1962).

Proučavajući faunu buvača na uljanoj repici u Srbiji, utvrđene su vrste iz roda *Phyllotreta* i to: *Phyllotreta atra*, *Ph. nigripes*, *Ph. cruciferae*, *Ph. diademata*, *Ph. aerea*, *Ph. undulata*, *Ph. vittula*, *Ph. procera*, *Ph. nodicornis* (Nonveiller, 1960). Osim navedenih vrsta, na parcelama pod uljanom repicom utvrđeno je i prisustvo i štetnost *Ps. chrysocephala* (Nonveiller, 1960).

Štetočine uljane repice nisu bile predmet opsežnih istraživanja u Srbiji, tako da se može reći, uz retke izuzetke, da je ova tema prilično skromno obrađena. Problemom štetnosti repičinog sjajnika u Srbiji bavili su se Petrović i sar. (1986) i Sekulić i Kereši (1996).

S obzirom da su podaci u domaćoj literaturi o štetočinama uljane repice relativno oskudni, kao i na činjenicu da su stepen oštećenja domaćina i gubici u prinosu direktno uslovljeni brojnošću populacije insekata, kao i podudarnošću osetljivih fenofaza u razviću useva i pojave štetočina, u ovom radu dali smo trogodišnje rezultate praćenja njene pojave na nekoliko plantaža uljane repice u pet lokaliteta.

## MATERIJAL I METODE

Pojave i brojnost štetočina na ozimnoj uljanoj repici praćena je na većim proizvodnim površinama u Podunavskom (Godominsko polje, Mala Krsna i Osipaonica), Južnobanatskom (Skorenovac, Pločica i Mramorak) i Braničevskom (Požarevac i Veliko Gradište) okrugu tokom vegetacionih 1993/94., 1994/95. i 1995/96. godina.

Prisustvo štetnih vrsta insekata i njihova brojnost utvrđivana je kombinovanjem metode Merikovih sudova (Moericke, 1951), košenja entomološkim kečerom i vizuelnim pregledom biljaka. Sva istraživanja su obavljena na udaljenosti od najmanje 50 m od ivice parcele.

Merikove lovne posude žute boje korišćene su za praćenje prisustva i dinamike leta štetnih vrsta insekata. Na svakoj parceli postavljano je po tri lovne posude od momenta setve u jesen do početka zime, i od kretanja vegetacije u proleće do žetve. U početku vegetacije postavljene su na površinu zemljišta, a sa porastom biljaka podizane su do nivoa istih. Pražnjenje lovnih posuda vršeno je svakih 15 dana, a sadržina je nakon filtriranja kroz gusta sita konzervirana u 75% etilalkoholu.

Metod košenja entomološkim kečerom korišćen je za sakupljanje insekata i njihovu kvalitativnu i kvantitativnu analizu. Na ispitivanim proizvodnim površinama, svakih 15 dana vršeno je sakupljanje primenom 100 zamaha kečerom, odnosno na 4 ravnomerno raspoređena mesta po dijagonali parcele po 25 zamaha.



Vizuelnim pregledom biljaka utvrđivano je prisustvo štetnih vrsta i njihova brojnost. U periodu od nicanja uljane repice pa sve do žetve, svakih 15 dana je na svakoj parceli, u okviru 4 probne površine, pregledano po 25 biljaka.

Tokom razvoja ozima uljana repica prolazi kroz mnogobrojne fenofaze. Fenološke faze razvoja uljane repice se, prema Gennatasu (1976), označavaju slovima i brojevima. One su veoma značajne, jer pojedine vrste štetočina, napadaju uljanu repicu samo u određenoj fenofazi razvoja.

U laboratoriji Poljoprivrednog fakulteta vršena je obrada sakupljenih insekata, odnosno razvrstavanje, fiksiranje, preparovanje i izrada zbirke. Determinacija do nivoa vrste vršena je pomoću tablice za determinaciju i poređenjem sa zbirom na Fakultetu.

Dobijeni rezultati su statistički analizirani testom za međusobno poređenje (Dankanov test) i LSD testom (Snedecor i Cochran, 1971).

## REZULTATI

### Analiza meteoroloških podataka u periodu istraživanja

Klima Srbije se može opisati kao umereno-kontinentalna sa manje ili više izraženim lokalnim karakteristikama. Prostorna raspodela parametara klime uslovljena je geografskim položajem, reljefom i lokalnim uticajem kao rezultatom kombinacije reljefa, raspodele vazdušnog pritiska većih razmera, ekspozicijom terena, prisustvom rečnih sistema, vegetacijom, urbanizacijom itd. Prosečna godišnja temperatura vazduha za period 1981-1991. godine za područja sa nadmorskom visinom do 300 metara iznosi 12.1°C. Apsolutni maksimumi temperatura u ovom periodu izmereni su u julu, i kreću se u intervalu od 37.1°C do 42.3°C. Apsolutne minimalne temperature registrovane su u januaru, u opsegu od -30.7°C do -21.0°C.

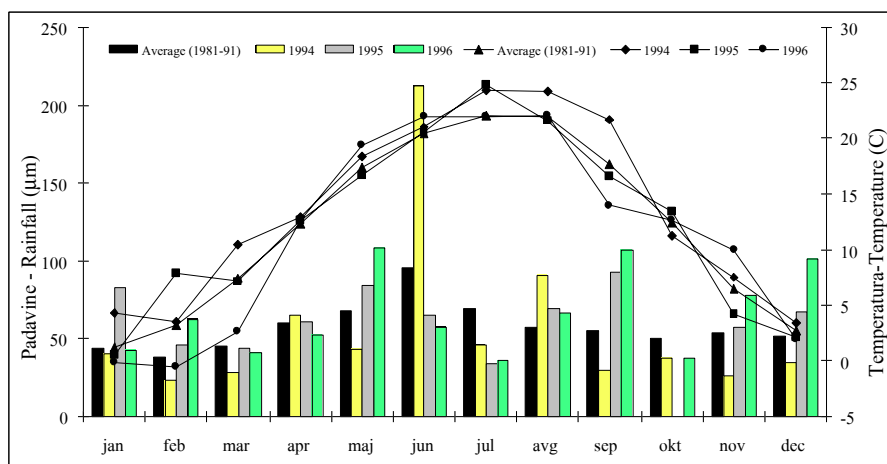
Godišnje sume padavina u proseku rastu sa porastom nadmorske visine. U nižim predelima godišnja visina padavina kreće se u intervalu od 540 do 820 mm vodenog taloga. Najkišovitiiji mesec je juni, kada u proseku padne 12 do 13% od ukupne godišnje sume padavina. Najmanje padavina imaju februar i oktobar. Pojava snežnog pokrivača karakteristična je za hladniji deo godine od novembra do marta, a najveći broj dana sa snežnim pokrivačem je januar.

Prosečna srednja temperatura vazduha za period istraživanja, 1994-1996. god., od 12,5°C i suma padavina od 722 mm vodenog taloga/m<sup>2</sup> ukazuju na to da je usev uljane repice tokom svog razvoja uglavnom imao povoljne uslove.

Godišnja vrednost srednje temperature za 1994. godinu iznosi 13,6°C, a suma godišnjih padavina 675,8 mm/m<sup>2</sup>, što je na nivou višegodišnjeg proseka. Jesenji meseci (VIII, IX, X) su bili relativno topliji od višegodišnjeg proseka,

što je uz obilne padavine tokom avgusta od 90,5 mm/m<sup>2</sup> predstavljalo gotovo idealne uslove za nicanje i rast uljane repice. Padavine tokom ostalih meseci bile su manje za 10-20 lit od proseka (Graf.1).

Prosečna vrednost temperature za 1995. godinu iznosi 12,4°C, što je nivou višegodišnjeg proseka. Suma padavina je u okviru višegodišnjeg proseka i iznosi 701,2 mm/m<sup>2</sup>. Padavine tokom maja su bile iznad proseka (83,6 lit), dok su u junu i julu bili ispod proseka. Obilne septembarske kiše omogućile su uspešno nicanje uljane repice, ali je veliki deficit vlage tokom oktobra izazvao njeno proređivanje, posebno kod nekvalitetne obrade zemljišta i kasne setve (Graf.1).



**Graf. 1** – Suma mesečnih padavina i prosečne mesečne temperature i višegodišnji prosek (1981-1991) padavina i mesečnih temperatura u ispitivanim lokalitetima tokom 1994-1996. godine

**Graph. 1** – The sum of month rainfall and average month temperatures and 10 years average (1981-1991) of rainfall and temperature in investigated lokalities in 1994-1996.

Srednja godišnja temperatura 1996. godine bila je nešto niža od višegodišnjeg proseka i iznosila je 11,5°C, a suma padavina veća za 100 lit od proseka i iznosila je 788,8 mm/m<sup>2</sup>. Niske temperature tokom februara i marta uslovile su kasnije kretanje prolećnog dela vegetacije uljane repice. Tokom maja palo je duplo više kiše od proseka (108 lit), dok su padavine u junu i julu bile ispod proseka (Graf.1).

Tokom trogodišnjih istraživanja determinisano devet štetnih vrsta insekata na ozimjoj uljanoj repici u lokalitetima Podunavskog, Južnobanatskog i Braničevskog okruga primenom različitih metoda lovljenja i sakupljanja. Sedam vrsta pripadalo je redu Coleoptera (*Meligethes aeneus* Fabr. /fam. Nitidulidae/, *Ceuthorrhynchus picitarsis* Gyll., *C. quadridens* Panz., *C. assimilis* Payk. /fam. Curculionidae/,

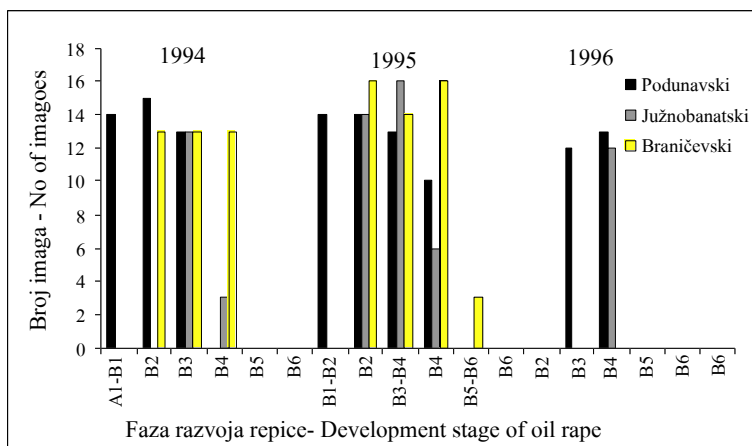
*Phyllotreta nigripes* Fabr., *Ph. atra* Fabr. i *Psylliodes chrysocephala* L. /fam. Chrysomelidae/), a po jedna vrsta redova Hymenoptera (*Athalia rosae* L. /fam. Tenthredinidae/) i Diptera (*Dasyneura brassicae* Winn. /fam. Cecidomyiidae/). Navedene vrste lovljene su i sakupljane tokom različitih fenofaza razvoja ozime uljane repice, te su prema periodu njihove štetnosti grupisane u vrste koje su štetne u jesenjem periodu vegetacije i one koje su štetne u prolećnom delu vegetacije.

### Štetne vrste insekata u jesenjem periodu vegetacije

U jesenjem periodu, kada se uljana repica nalazila u početnim fenofazama razvoja (fenofaze A-B<sub>6</sub>) sakupljane su sledeće štetne vrste insekata: repičina lisna osa (*A. rosae*), repičin crvenoglavi buvač (*Ps. chrysocephala*) i crni repičin rilaš (*C. picitarsis*).

#### *Athalia rosae* L.-repičina lisna osa

Prisustvo i brojnost imaga repičine lisne ose utvrđivana je pomoću Merikovih sudova postavljenih u usevu uljene repice od početka septembra do kraja decembra. Ova je vrsta u svim lokalitetima i godinama istraživanja, osim u 1996. godini na području Braničevskog okruga (Graf. 2).



**Graf. 2** – Prosečna brojnost imaga *Athalia rosae* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 2** – Average number of imagoes of *Athalia rosae* collected in Moericke bottles in 1994-1996

U 1994. godini repičina lisna osa je bila aktivna tokom oktobra i prve polovine novembra, odnosno u fenofazama razvoja A-B<sub>1</sub> do B<sub>3</sub>-B<sub>4</sub>. Prva imaga sakupljena su 1.10. u Podunavskom i Južnobanatskom okrugu, a 15.10. u Braničevskom okrugu. Let imaga trajao je do kraja oktobra, 30.10., u Podunavskom i Braničevskom okrugu, a do polovine novembra, 15.11., u Južnobanatskom okrugu. Prosečna brojnost imaga se kretala od 10-15, pri čemu je najveća bila u Južnobanatskom a najmanja u Braničevskom okrugu (Graf. 2).

U 1995. godini brojnost repičine lisne ose, u celini, je bila najmanja u poređenju sa ostalim godinama istraživanja. Let imaga trajao je od polovine oktobra, kada je repica bila u fenofazi razvoja dva prava lista (B<sub>2</sub>), do polovine novembra, odnosno do fenofaze razvoja četiri prava lista (B<sub>4</sub>). Kasnija pojava imaga tokom 1995. godina bila je uslovljena izuzetno obilnim padavinama tokom avgusta i septembra, koje su odložile setvu. Prosečan broj sakupljenih imaga iznosio je od 0,33 do 16. I u ovoj godini najveća brojnost imaga registrovana je u Južnobanatskom a najmanja u Braničevskom okrugu (Graf. 2).

U 1996. godini, repičina lisna osa je utvrđena u Podunavskom i Južnobanatskom okrugu, dok je u Braničevskom okrugu nije bilo. Kao i u predhoj godini, let je otpočeo polovinom oktobra i trajao je do kraja novembra. Prosečna brojnost imaga kretala se od 3 do 16, pri čemu je najveća bila u Južnobanatskom okrugu gde je i let trajao najduže (Graf. 2).

Ukupno posmatrano, u svim lokalitetima i godinama istraživanja, repičina lisna osa je u jesenjem periodu vegetacije uljane repice bila zastupljena u niskoj prosečnoj brojnosti, što se odrazilo i na malu brojnost larvi koje nisu nanele ekonomski značajne štete.

#### *Psylliodes chrysocephala L.-repičin crvenoglavi buvač*

Repičin crvenoglavi buvač sakupljan je metodom 100 otkosa kečerom i pomoću Merikovih sudova. Ova vrsta je bila prisutna u usevu uljane repice od prvih faza razvoja (A-B<sub>0</sub>) pa sve do faze razvijenih šest pravih listova (B<sub>6</sub>).

U 1994. godini, prosečna brojnost u 100 otkosa kečerom kretala se od 1 do 4 (Tab. 1), dok je u Merikovim sudovima ona iznosila od 1 do 22 (Graf. 3). Najveći broj insekata ulovljen je u Južnobanatskom okrugu, a najmanji u Braničevskom.

U 1995. godini imago repičinog crvenoglavog buvača bio je prisutan, na usevu uljane repice, od početka oktobra do polovine novembra. Prosečan broj ulovljenih imaga u 100 otkosa kečerom iznosio je od 1 do 3 (Tab.1), i u Merikovim sudovima od 1 do 16 (Graf. 3). Najveća brojnost, i u ovoj godini, bila je u Južnobanatskom, a najmanja u Braničevskom okrugu.

U 1996. godini, prosečna brojnost imaga repičinog crvenoglavog buvača, u 100 otkosa kečerom, iznosila je od 1 do 4 (Tab.1), a u Merikovim sudovima od 1

do 16 (Graf.3). Statističkom analizom utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u brojnosti između Južnobanatskog i Braničevskog okruga.

**Tabela 1** – Prosečna brojnost imaga *Psylliodes chrysocephala* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996. godine<sup>a</sup>.

**Table 1** – Average number of *Psylliodes chrysocephala* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	1 (A-B1)	3 (A-B1)	1 (A-B1)
	4 (B2)	4 (B2)	1 (B2)
	4 (B3)	4 (B3)	2 (B3)
	2 (B4)	1 (B4)	1 (B4)
	0 (B5)	0 (B5)	0 (B5)
	0 (B6)	0 (B6)	0 (B6)
1995	2 (B1-B2)	3 (B1-B2)	1 (B1-B2)
	3 (B2)	3 (B2)	1 (B2)
	3 (B3-B4)	3 (B3-B4)	1 (B3-B4)
	2 (B4)	1 (B4)	1 (B4)
	0 (B5-B6)	0 (B5-B6)	0 (B5-B6)
	0 (B6)	0 (B6)	0 (B6)
1996	2 (B2)	4 (B2)	1 (B2)
	2 (B3)	4 (B3)	1 (B3)
	1 (B4)	2 (B4)	1 (B4)
	1 (B5)	1 (B5)	1 (B5)
	0 (B6)	0 (B6)	0 (B6)
	0 (B6)	0 (B6)	0 (B6)

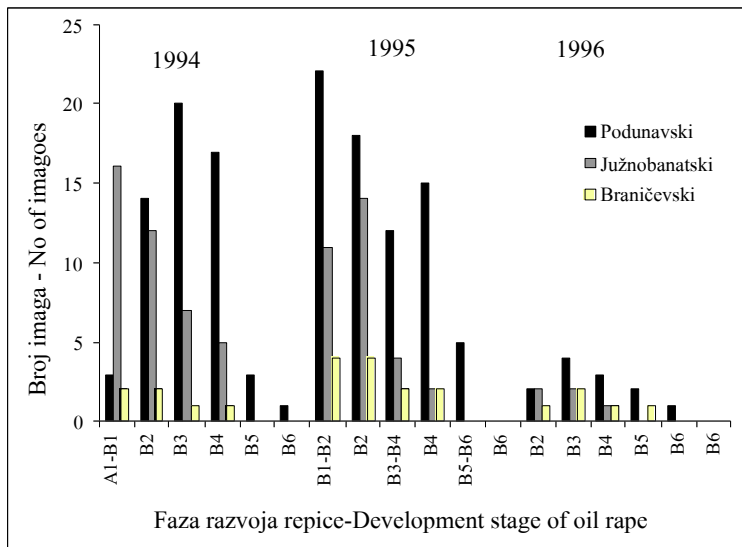
<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 01. , 15. i 30 oktobar, 15. i 30. novembar 15. decembar – Date of collection: 1st,15th and 30th of October, 15th of November and 15th of December

<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)

### *Ceuthorrhynchus piciparsis* Gyll.-crni repičin rilaš

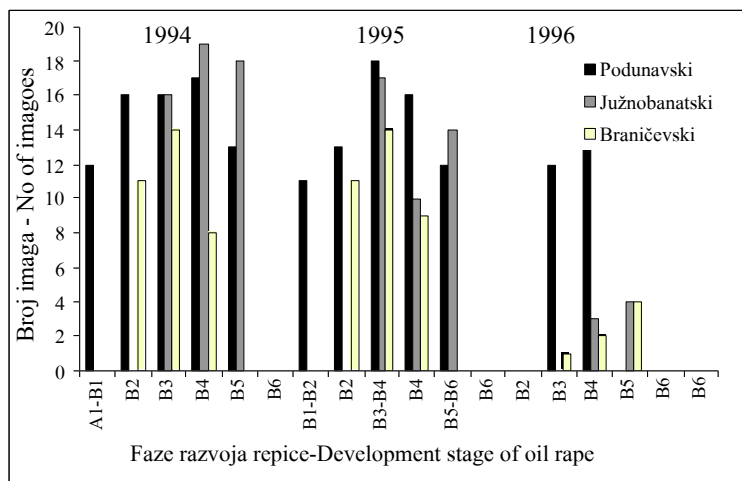
Crni repičin rilaš je, kao štetna vrsta jesenjeg dela vegetacije uljane repice, sakupljan metodom 100 otkosa kečerom i pomoću Merikovih sudova. Dobijene prosečne brojnosti su statistički analizirane Dankan testom.

U 1994. godini prosečna brojnost štetočine, u 100 otkosa kečerom, kretala se od 0,33 do 1,33 (Tab. 2), dok je u Merikovim sudovima ona iznosila od 11 do



**Graf. 3** – Prosečna brojnost imaga *Psylliodes chrysocephala* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 3** – Average number of imagoes of *Psylliodes chrysocephala* collected in Moericke bottles in 1994-1996



**Graf. 4** – Prosečna brojnost imaga *Ceuthorrhynchus picitarsis* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 4** – Average number of imagoes of *Ceuthorrhynchus picitarsis* collected in Moericke bottles in 1994-1996

18 (Graf. 4). Na usevu je bio prisutan u periodu 1.10-30.11. Najveći broj insekata ulovljen je u Južnobanatskom okrugu, a najmanji u Braničevskom okrugu. Statističkom analizom konstatovano je postojanja značajnih statističkih razlika između brojnosti u Podunavskom i Južnobanatskom okrugu, sa jedne strane, i u Braničevskom okrugu sa druge strane.

U 1995. godini, ova štetne vrsta je konstatovana u većoj brojnosti u odnosu na predhodnu godinu, i to od 0,66 do 8 u 100 zamaha kečerom (Tab. 2) i od 3 do 19 u Merikovim sudovima (Graf. 4). Period aktivnosti rilaša bio je od 15.10 za Južnobantski okrug, a od 30.10. za Podunavski i Braničevski okrug, do 30.11. Najveći broj insekata je ulovljen u Južnobantskom, a najmanji u Braničevskom okrugu.

**Tabela 2** – Prosečan broj imaga *Ceuthorrhynchus picitarsis* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996.god.

**Table 2** – Average number of *Ceuthorrhynchus picitarsis* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	0.0 (A-B1)	0.0 (A-B1)	0.0 (A-B1)
	0.3 (B2)	0.3 (B2)	0.3 (B2)
	0.3 (B3)	0.3 (B3)	0.3 (B3)
	1.0 (B4)	1.0 (B4)	0.0 (B4)
	1.0 (B5)	1.3 (B5)	0.0 (B5)
	0.0 (B6)	0.0 (B6)	0.0 (B6)
1995	0.0 (B1-B2)	0.0 (B1-B2)	0.0 (B1-B2)
	0.0 (B2)	0.3 (B2)	0.0 (B2)
	0.7 (B3-B4)	5.0 (B3-B4)	0.7 (B3-B4)
	4.3 (B4)	8.0 (B4)	1.7 (B4)
	3.7 (B5-B6)	6.3 (B5-B6)	0.0 (B5-B6)
	0.0 (B6)	0.0 (B6)	0.0 (B6)
1996	0.0 (B2)	0.3 (B2)	0.0 (B2)
	5.3 (B3)	1.7 (B3)	0.3 (B3)
	8.0 (B4)	7.7 (B4)	0.3 (B4)
	2.7 (B5)	2.7 (B5)	0.0 (B5)
	0.0 (B6)	0.0 (B6)	0.0 (B6)
	0.0 (B6)	0.0 (B6)	0.0 (B6)

<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 01. , 15. i 30 oktobar, 15. i 30. novembar 15. decembar – Date of collection: 1th,15th and 30th of October, 15th of November and 15 th of December

<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)

U 1996. godini prosečna brojnost, u 100 otkosa kečerom, kretala se od 0,33 do 8 (Tab. 2), a u Merikovim sudovima od 1 do 24 (Graf. 4). Najveći broj insekata je i tokom ove godine ulovljen u Južnobanatskom okrugu, a najmanji u Braničevskom okrugu. Aktivnost insekata zabeležena je od 1.10 za Južnobantski okrug, i od 15.10. za Podunavski i Braničevski okrug, do 15.11.

### Štetne vrste insekata u prolećnom periodu vegetacije

Tokom prolećnog dela vegetacije ozime uljane repice, kada se ona nalazi u fenofazama razvoja  $D_1$ - $G_3$  sakupljane su sledeće štetne vrste insekata i to: mali repičin rilaš *C. quadridens* Panz., kupusovi buvači *Phyllotreta atra* Fabr., *Ph. nigripes* Fabr., repičin sjajnik *M. aeneus* Fabr., rilaš kupusove mahune *C. assimilis* Payk. i mušica kupusove mahune *D. brassicae* Winn.

#### *Ceuthorrhynchus quadridens* Panz – mali repičin rilaš

Prisustvo i brojnost imaga malog repičinog rilaša utvrđivano je metodom 100 otkosa kečerom, i postavljanjem Merikovih sudova u usevima uljane repice od kretanja vegetacije u proleće, do žetve. U usevima uljane repice *C. quadridens* je registrovan u svim lokalitetima i godinama istraživanja.

U 1994. godini aktivnost malog repičinog rilaša je praćena od njegove pojave u proleće, 30.3. kada se repica nalazila u fenofazi  $D_1$ - $D_2$ , pa do žetve. Prosečna brojnost u 100 otkosa kečerom iznosila je od 1,0 do 13 (Tab. 3), a u Merikovim sudovima od 11 do 33 (graf. 5). Najveću brojnost rilaš je imao u Južnobantskom a najmanju u Braničevskom okrugu.

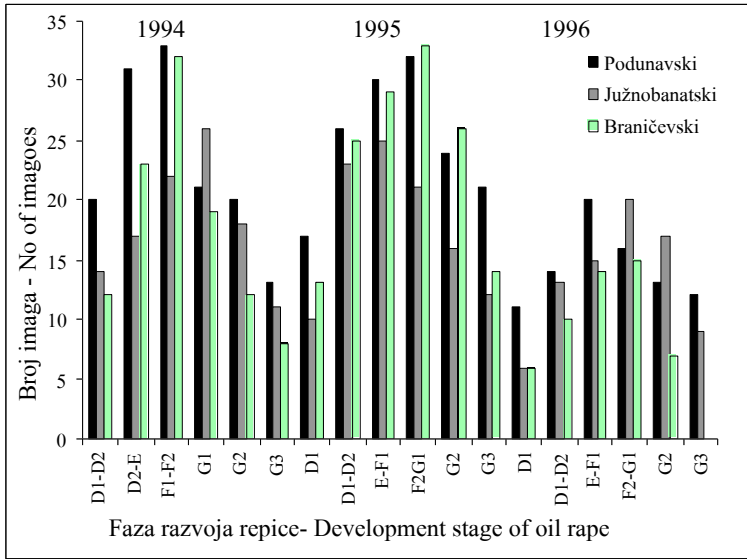
U 1995. godini imago rilaša bio je aktivan od kraja marta do sredine juna. Prosečna brojnost u 100 otkosa kečerom iznosila je od 0,3 do 8,6 (Tab. 3), a u Merikovim sudovima od 6 do 26 (Graf. 5). Najveću brojnost rilaš je imao u Podunavskom okrugu a najmanju u Braničevskom okrugu.

U 1996. godini, brojnost malog repičinog rilaša iznosila je u 100 otkosa kečerom od 0,3 do 7,3 (Tab. 3), a u Merikovim sudovima od 6 do 33 (Graf. 5). Period aktivnosti imaga bio je od 30.3. do 15.6.

#### *Phyllotreta atra* Fabr. – kupusov buvač

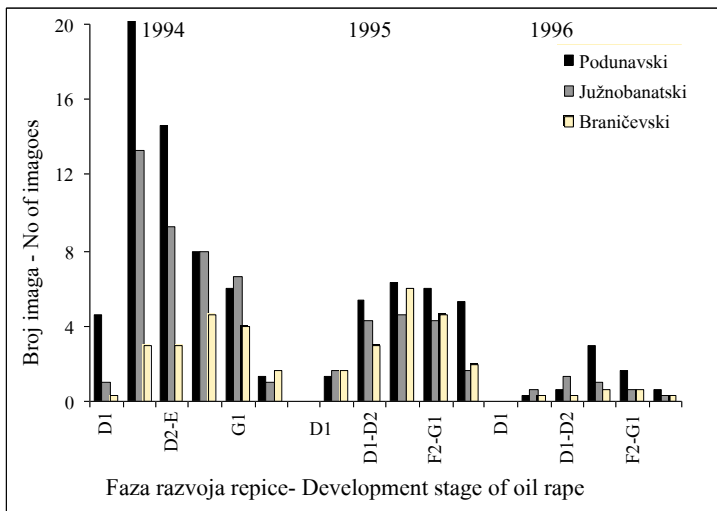
Kupusov buvač je sakupljan metodom 100 otkosa kečerom i pomoću Merikovih sudova. Na usevu uljane repice bio je prisutan od kretanja vegetacije u proleće do žetve.





**Graf. 5** – Prosečna brojnost imaga *Ceuthorrhynchus quadridens* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 5** – Average number of imagoes of *Ceuthorrhynchus quadridens* collected in Moericke bottles in 1994-1996



**Graf. 6** – Prosečna brojnost imaga *Phyllotreta atra* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 6** – Average number of imagoes of *Phyllotreta atra* collected in Moericke bottles in 1994-1996

**Tabela 3** – Prosečan broj imaga *Ceuthorrhynchus quadridens* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996.god.

**Table 3** – Average number of *Ceuthorrhynchus quadridens* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	7.3 (D1-D2)	12.6 (D1-D2)	1.0 (D1-D2)
	10.6 (D2-E)	13.0 (D2-E)	1.3 (D2-E)
	11.3 (F1-F2)	6.3 (F1-F2)	2.0 (F1-F2)
	8.3 (G1)	3.3 (G1)	1.3 (G1)
	8.6 (G2)	2.0 (G2)	1.0 (G2)
	3.3 (G3)	1.3 (G3)	0.3 (G3)
	1995	0.0 (D1)	0.0 (D1)
2.0 (D1)		0.6 (D1)	0.6 (D1)
4.3 (D1-D2)		6.6 (D1-D2)	1.3 (D1-D2)
6.6 (E-F1)		6.6 (E-F1)	2.0 (E-F1)
8.6 (F2-G1)		2.6 (F2-G1)	1.3 (F2-G1)
6.6 (G2)		1.3 (G2)	1.0 (G2)
4.3 (G3)		1.0 (G3)	0.3 (G3)
1996	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	0.6 (D1)	0.3 (D1)	0.3 (D1)
	2.6 (D1-D2)	4.6 (D1-D2)	0.6 (D1-D2)
	5.0 (E-F1)	7.3 (E-F1)	2.0 (E-F1)
	4.6 (F2-G1)	3.0 (F2-G1)	2.3 (F2-G1)
	4.6 (G2)	1.6 (G1-G2)	1.0 (G2)
	3.0 (G3)	1.0 (G3)	0.0 (G3)

<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 15. i 30. mart, 15. i 30. april, 15. i 30. maj i 15. jun – Date of collection: 15th and 30th of March, 15th and 30th Aprile, 15th and 30th of May and 15th of June

<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)

U 1994. godini, prosečna brojnost u 100 otkosa kečerom iznosila je od 0,3 do 14,6 (Tab.4), da bi u Merikovim sudovima ona iznosila 1-231 (Graf. 6). Najveći broj buvača ulovljen je u Južnobanatskom a najmanji u Braničevskom okrugu.

U 1995. godini imago kupusovog buvača bio je aktivan od početka prolećnog dela vegetacije 30.3. pa do žetve. Prosečan broj imaga u 100 otkosa kečerom iznosio je od 1,3 do 6,3 (Tab. 4), a u Merikovim sudovima od 2 do 224 (Graf. 6). Najveću brojnost u ovoj godini buvač je imao u Podunavskom, a najmanju u Braničevskom okrugu.

**Tabela 4** – Prosečan broj imaga *Phyllotreta atra* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996.god.**Table 4** – Average number of *Phyllotreta atra* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	4.6 (D1)	1.0 (D1)	0.3 (D1)
	21.0 (D1-D2)	13.3 (D1-D2)	3.0 (D1-D2)
	14.6 (D2-E)	9.3 (D2-E)	3.0 (D2-E)
	8.0 (F1-F2)	8.0 (F1-F2)	4.6 (F1-F2)
	6.0 (G1)	6.6 (G1)	4.0 (G1)
	1.3 (G2)	1.0 (G2)	1.6 (G2)
1995	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	1.3 (D1)	1.6 (D1)	1.6 (D1)
	5.3 (D1-D2)	4.3 (D1-D2)	3.0 (D1-D2)
	6.6 (E-F1)	4.6 (E-F1)	6.0 (E-F1)
	6.0 (F2-G1)	4.3 (F2-G1)	4.6 (F2-G1)
	5.3 (G2)	1.6 (G2)	2.0 (G2)
1996	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	0.3 (D1)	0.6 (D1)	0.3 (D1)
	0.6 (D1-D2)	1.3 (D1-D2)	0.3 (D1-D2)
	3.0 (E-F1)	1.0 (E-F1)	0.6 (E-F1)
	1.6 (F2-G1)	0.6 (F2-G1)	0.6 (F2-G1)
	0.6 (G2)	0.3 (G1-G2)	0.3 (G2)

<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 15. i 30. mart, 15. i 30. april, 15. i 30. maj – Date of collection: 15th and 30th of March, 15th and 30th Aprile, 15th and 30th of May

<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)

### *Phyllotreta nigripes* Fabr.-kuposov buvač

Kuposov buvač je sakupljan metodom 100 otkosa kečerom i pomoću Merikovih sudova. Na usevu uljane repice bio je prisutan od kretanja vegetacije u proleće do žetve. Na usevu uljane repice ova vrsta je bila prisutna od prvih faza razvoja u proleće do žetve.

U 1994. godini u 100 otkosa kečerom prosečna brojnost se kretala od 0,3 do 4 (Tab. 5), da bi u Merikovim sudovima ona iznosila od 12 do 229 (Graf. 7). Najveći broj insekata je ulovljen u Podunavskom, a najmanji u Braničevskom okrugu.

**Tabela 5** – Prosečan broj imaga *Phyllotreta nigripes* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996.god.

**Table 5** – Average number of *Phyllotreta nigripes* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

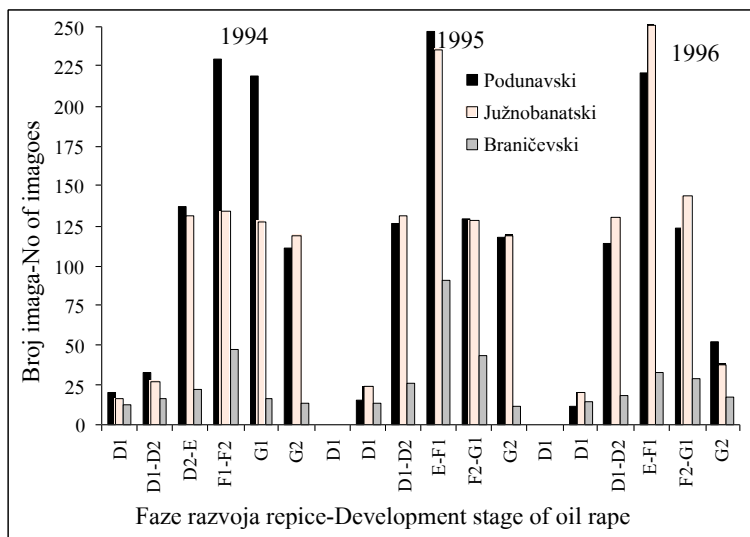
Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	1.3 (D1)	0.6 (D1)	0.3 (D1)
	4.0 (D1-D2)	3.3 (D1-D2)	3.0 (D1-D2)
	2.0 (D2-E)	3.6 (D2-E)	2.6 (D2-E)
	1.6 (F1-F2)	3.3 (F1-F2)	2.0 (F1-F2)
	0.6 (G1)	2.0 (G1)	1.3 (G1)
	0.3 (G2)	0.6 (G2)	1.3 (G2)
	0.0 (G3)	0.3 (G3)	0.6 (G3)
1995	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	0.6 (D1)	2.6 (D1)	0.3 (D1)
	3.0 (D1-D2)	3.3 (D1-D2)	2.3 (D1-D2)
	5.3 (E-F1)	5.0 (E-F1)	4.0 (E-F1)
	3.3 (F2-G1)	5.6 (F2-G1)	3.0 (F2-G1)
	1.6 (G2)	2.6 (G2)	1.6 (G2)
	1.0 (G3)	0.6 (G3)	1.3 (G3)
1996	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	0.3 (D1)	2.0 (D1)	0.3 (D1)
	1.0 (D1-D2)	3.3 (D1-D2)	0.3 (D1-D2)
	3.6 (E-F1)	4.3 (E-F1)	1.0 (E-F1)
	4.3 (F2-G1)	4.3 (F2-G1)	1.6 (F2-G1)
	3.6 (G2)	1.6 (G1-G2)	1.3 (G2)
	1.0 (G3)	1.0 (G3)	0.6 (G3)

<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 15. i 30. mart, 15. i 30. april i 15. maj – Date of collection: 15th and 30th of March, 15th and 30th Aprile, and 15th of May

<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)

U 1995. godini imago kupusovog buvača bio je aktivan u periodu od 30.3. do 15.6. Prosečan broj imaga u 100 otkosa kretao se od 0,3 do 5,3 (Tab. 5), a u Merikovim sudovima od 11 do 247 (Graf. 7).

U 1996. godini, period aktivnosti imaga je bio od 30.3 do 30.5. Prosečna brojnost, u 100 otkosa kečerom iznosila je od 0,3 do 4,3 (Tab. 5), a u Merikovim sudovima od 11 do 251 (Graf. 7).



**Graf. 7** – Prosečna brojnost imaga *Phyllotreta nigripes* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 7** – Average number of imagoes of *Phyllotreta nigripes* collected in Moericke bottles in 1994-1996

### *Meligethes aeneus* Fabr.-repičin sjajnik

Pojava i brojnost repičinog sjajnika na ozimoj uljanoj repici tokom godina istraživanja praćeni su metodom 100 otkosa kečerom, Merikovim sudovima i vizuelnim pregledom useva. Za dalju obradu korišćeni su rezultati iz perioda aktivnosti ove vrste, koji predstavlja period od kretanja vegetacije u proleće pa do žetve.

U 1994. godini period aktivnosti imaga bio je od 15.3., fenofaza razvoja D<sub>1</sub>, do 15.6., fenofaza razvoja G<sub>3</sub>. Prosečna brojnost, u 100 otkosa kečerom iznosila je od 36 do 1307 (Tab. 6), a u Merikovim sudovima od 23 do 3574 (Graf. 8). Vizuelnim pregledom useva konstatovana je prosečna brojnost od 0,45 do 3,5 imaga po cvasti (Graf. 9). Najveću brojnost sjajnik je imao u Južnbanatskom, a najmanju u Braničevskom okrugu.

U 1995. godini, usled hladnog vremena, period aktivnosti imaga repičinog sjajnika otpočeo je tek 15.4. (Tab. 6). Prosečna brojnost imaga, u 100 otkosa kečerom, iznosila je od 10 do 1323 (Tab. 6). Vizuelnim pregledom cvasti sjajnik je utvrđen u prosečnoj brojnosti od 0,5 do 2,8 imaga po cvasti (Graf. 9), a u Merikovim sudovima prosečna brojnost bila je od 91 do 1723 (Graf. 8). Najveću brojnost štetočina je imala u Južnbanatskom, a najmanju u Braničevskom okrugu.

**Tabela 6** – Prosečan broj imaga *Meligethes aeneus* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996.god.

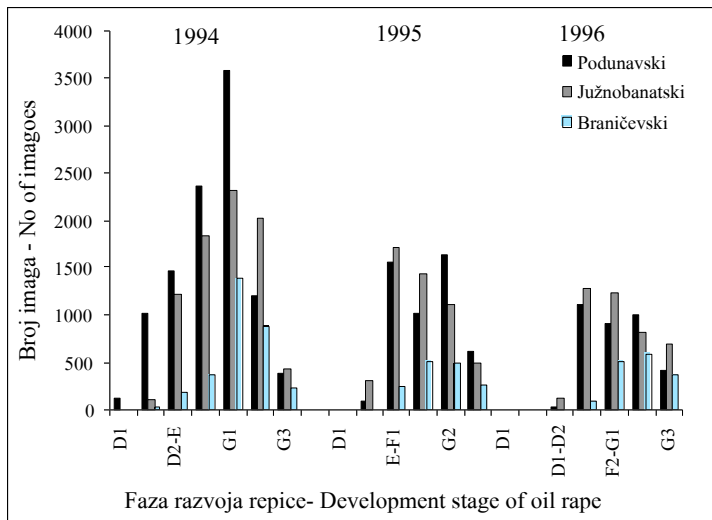
**Table 6** – Average number of *Meligethes aeneus* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	36 (D1)	0 (D1)	0 (D1)
	103 (D1-D2)	306 (D1-D2)	10 (D1-D2)
	143 (D2-E)	1347 (D2-E)	226 (D2-E)
	1066 (F1-F2)	1207 (F1-F2)	506 (F1-F2)
	1010 (G1)	1307 (G1)	683 (G1)
	503 (G2)	267 (G2)	193 (G2)
	237 (G3)	0 (G3)	10 (G3)
	1995	0 (D1)	0 (D1)
0 (D1)		0 (D1)	0 (D1)
10 (D1-D2)		213 (D1-D2)	0 (D1-D2)
390 (E-F1)		507 (E-F1)	193 (E-F1)
1323 (F2-G1)		1207 (F2-G1)	613 (F2-G1)
933 (G2)		1160 (G2)	533 (G2)
573 (G3)		257 (G3)	233 (G3)
1996	0 (D1)	0 (D1)	0 (D1)
	0 (D1)	0 (D1)	0 (D1)
	0 (D1-D2)	0 (D1-D2)	0 (D1-D2)
	280 (E-F1)	397 (E-F1)	180 (E-F1)
	1020 (F2-G1)	1413 (F2-G1)	530 (F2-G1)
	843 (G2)	1486 (G1-G2)	376 (G2)
	190 (G3)	420 (G3)	263 (G3)

<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 15. i 30. mart, 15. i 30. april, 15. i 30. maj i 15. jun – Date of collection: 15th and 30th of March, 15th and 30th April, 15th and 30th of May and 15th of June

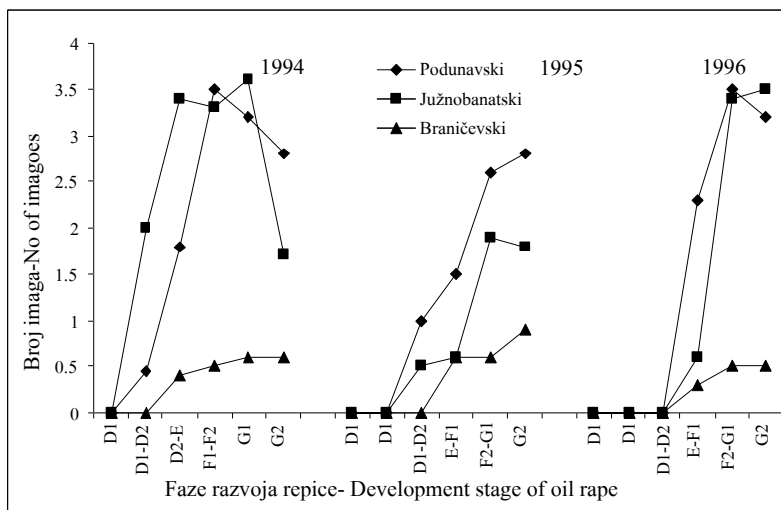
<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)

U 1996. hladno proleće je odložilo pojavu imaga sjajnika na usevu uljane repice. Prvi primerci su konstatovani od 15.4. Prosečna brojnost u 100 otkosa kečerom iznosila je od 263 do 1486 (Tab. 6), a pregledom cvasti od 0,3 do 3,5 (Graf. 9). Sakupljanjem Merikovim sudovima prosečna brojnost bila je od 38 do 1281 (graf. 8). Najveća brojnost insekata bila je ponovo u Južnobantskom, a najmanja u Braničevskom okrugu.



**Graf. 8** – Prosečna brojnost imaga *Meligethes aeneus* sakupljenih u Mericke sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 8** – Average number of imagoes of *Meligethes aeneus* collected in Moericke bottles in 1994-1996



**Graf. 9** – Prosečna brojnost imaga *Meligethes aeneus* utvrđena vizuelnim pregledom cvasti kom 1994-1996. godine.

**Graph. 9** – Average number of imagoes of *Meligethes aeneus* registered by visual monitoring of oil rape flowers in 1994-1996

Poređenjem rezultata dobijenih vizuelnim pregledom cvasti za pojedinačne okruge u godinama istraživanja dobijene su statistički značajne razlike za Južnobanatski okrug između varijante 1 (1994.god.) i varijante 3(1996.god.).

*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.-rilaš kupusove mahune

Brojnost rilaša kupusove mahune na usevu uljane repice tokom godina istraživanja praćen je metodom 100 otkosa kečerom i Merikovim sudovima. Dobijene prosečne brojnosti su statistički analizirane Dankan testom za međusobna upoređivanja.

**Tabela 7** – Prosečan broj imaga *Ceuthorrhynchus assimilis* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996.god.

**Table 7** – Average number of *Ceuthorrhynchus assimilis* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)
	6.6 (D2-E)	23.3 (D2-E)	6.6 (D2-E)
	13.3 (F1-F2)	36.6 (F1-F2)	13.3 (F1-F2)
	16.6 (G1)	6.0 (G1)	13.3 (G1)
	43.3 (G2)	73.3 (G2)	23.3 (G2)
	60.0 (G3)	80.0 (G3)	36.6 (G3)
1995	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	10.0 (D1-D2)	13.3 (D1-D2)	6.6 (D1-D2)
	13.3 (E-F1)	16.6 (E-F1)	6.6 (E-F1)
	23.3 (F2-G1)	2.0 (F2-G1)	10.0 (F2-G1)
	23.3 (G2)	20.0 (G2)	16.6 (G2)
	36.6 (G3)	36.6 (G3)	30.0 (G3)
1996	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	3.3 (D1-D2)	16.6 (D1-D2)	3.3 (D1-D2)
	10.0 (E-F1)	26.6 (E-F1)	6.6 (E-F1)
	10.0 (F2-G1)	3.3 (F2-G1)	10.0 (F2-G1)
	10.0 (G2)	33.3 (G1-G2)	10.0 (G2)
	23.3 (G3)	46.6 (G3)	16.6 (G3)

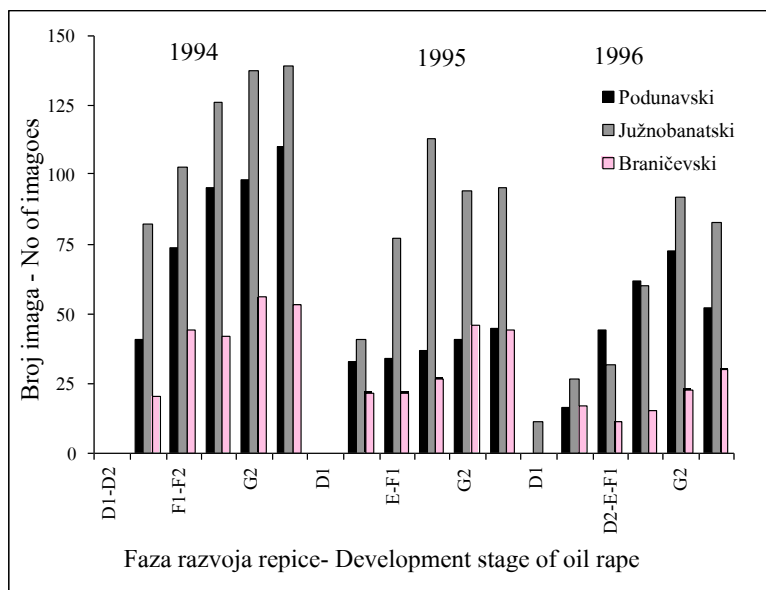
<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 15. i 30. mart, 15. i 30. april, 15. i 30. maj – Date of collection: 15th and 30th of March, 15th and 30th Aprile, 15th and 30th of May

<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)



U 1994. godini tokom perioda aktivnosti imaga na usevu uljane repice, koji je trajao od 14.4., fenofaza razvoja repice  $D_2$ -E, do 15.6., fenofaza razvoja  $G_3$ , utvrđena je prosečna brojnost imaga u 100 otkosa kečerom od 0,6 do 80 (Tab. 7). Sakupljanjem imaga u Merikove sudove prosečna brojnost iznosila je od 20 do 139 (Graf. 10). Najveći broj insekata bio je u Južnobantskom, a najmanji u Braničevskom okrugu.

U 1995. godini period aktivnosti imaga, takođe je obuhvatio period od 15.4., fenofaza  $D_1$ - $D_2$ , do 15.6., fenofaza  $G_3$ . Prosečna brojnost imaga, u 100 otkosa kečerom, bila je od 6,6 do 36,6 (Tab. 7), a u Merikovim sudovima od 22 do 113 (Graf. 10). Najveću brojnost rilaš je imao u Južnobantskom, a najmanju u Braničevskom okrugu.



**Graf. 10** – Prosečna brojnost imaga *Ceuthorrhynchus assimilis* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 10** – Average number of imagoes of *Ceuthorrhynchus assimilis* collected in Mericke bottles in 1994-1996

U 1996. godini period aktivnosti imaga rilaša kupusove mahune, takođe je obuhvatao period od 15.4. do 15.6. Prosečna brojnost, u 100 otkosa kečerom iznosila je od 3,3 do 46,6 (Tab. 7), a u Merikovim sudovima od 11 do 92 (graf. 10). Najveću brojnost čtetočina je imala u Južnobantskom, a najmanju u Braničevskom okrugu.

*Dasineura brassicae* Winn.-mušica kupusove mahune

Ova štetna vrsta na uljanoj repici praćena je metodom 100 otkosa kečerom i postavljanjem Merikovih sudova. Rezultati su statistički obrađeni Dankan testom.

U 1994. godini prosečna brojnost imaga mušice, u 100 otkosa kečerom iznosila je od 1 do 12,6 (Tab. 8), a u Merikovim sudovima od 2 do 41 (Graf. 11). Početak aktivnosti štetne vrste bio je od 15.4. za Južnobanatski okrug, odnosno od 30.4. za Podunavski i Braničevski okrug, i trajao je do 15.6. Najveću brojnost štetočina je imala u Južnobanatskom, a najmanju u Braničevskom okrugu.

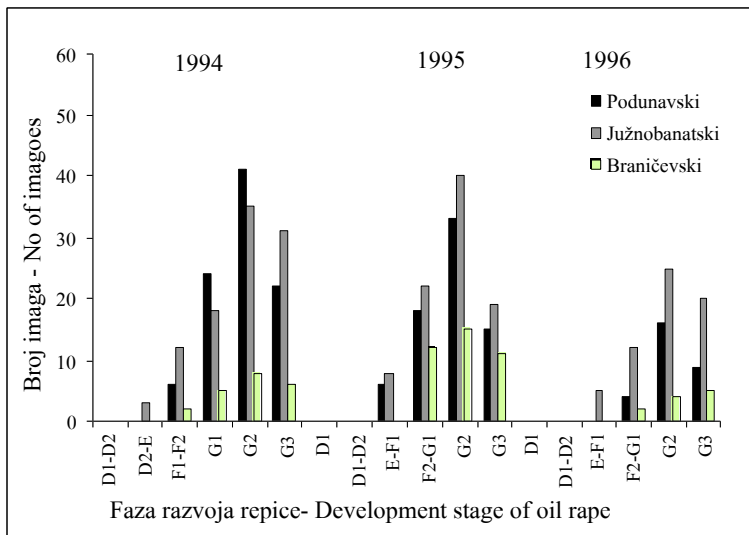
**Tabela 8** – Prosečan broj imaga *Dasineura brassicae* ulovljenih kečerom tokom 1994-1996. god.

**Table 8** – Average number of *Dasineura brassicae* imagoes collected by net in 1994-1996<sup>a</sup>.

Godina Year	Okrug (fenofaza repice) – District (development stage of oil rape)		
	Podunavski	Južnobanatski	Braničevski
1994	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)
	0.0 (D2-E)	4.3 (D2-E)	0.0 (D2-E)
	3.0 (F1-F2)	10.0 (F1-F2)	1.0 (F1-F2)
	4.0 (G1)	12.0 (G1)	2.3 (G1)
	3.0 (G2)	12.6 (G2)	3.0 (G2)
	6.0 (G3)	10.0 (G3)	3.0 (G3)
1995	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)
	6.0 (E-F1)	6.3 (E-F1)	1.0 (E-F1)
	6.0 (F2-G1)	8.6 (F2-G1)	2.0 (F2-G1)
	8.3 (G2)	9.3 (G2)	2.0 (G2)
	8.0 (G3)	7.6 (G3)	3.0 (G3)
1996	0.0 (D1)	0.0 (D1)	0.0 (D1)
	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)	0.0 (D1-D2)
	0.0 (E-F1)	4.6 (E-F1)	0.0 (E-F1)
	4.0 (F2-G1)	6.0 (F2-G1)	1.0 (F2-G1)
	7.0 (G2)	10.6 (G1-G2)	2.0 (G2)
	7.6 (G3)	10.3 (G3)	1.0 (G3)

<sup>a</sup> Datum sakupljanja: 15. i 30. mart, 15. i 30. april, 15. i 30. maj – Date of collection: 15th and 30th of March, 15th and 30th of April, 15th and 30th of May

<sup>b</sup> Fenofaze razvoja uljane repice po Gennatasu (1976) – Development stage of oil rape according to Gennatasu (1976)



**Graf. 11** – Prosečna brojnost imaga *Dasineura brassicae* sakupljenih u Merikove sudove tokom 1994-1996. godine.

**Graph. 11** – Average number of imagoes of *Dasineura brassicae* collected in Moericke bottles in 1994-1996

U 1995. godini aktivnost imaga mušice konstatovana je u periodu od 30.4., fenofaza razvoja repice E-F<sub>1</sub>, do 15.6., fenofaza razvoja G<sub>3</sub>. Metodom 100 otkosa kečerom utvrđena je prosečna brojnost imaga od 2 do 9,3 (Tab. 8), dok je sakupljanjem Merikovim sudovima ona iznosila od 6 do 40 (Graf. 11). Najveći broj imaga ulovljen je u Južnobanatskom, a najmanji u Braničevskom okrugu.

U 1996. godini relativno hladno vreme je odložilo početak aktivnosti imaga mušice kupusove mehune (Graf. 1). Prva imaga su ulovljena tek 30.4. u Južnobanatskom okrugu, a na području Podunavskog i Braničevskog okruga 15.5., pri čemu se repica nalazila u fenofazi razvoja E-F<sub>1</sub>, odnosno F<sub>2</sub>-G<sub>1</sub>. Prosečna brojnost imaga u 100 otkosa kečerom kretala se od 1 do 10,6 (Tab. 8), a u Merikovim sudovima od 2 do 25 (graf. 11). Najveći broj imaga mušice ulovljen je u Južnobanatskom, a najmanji u Braničevskom okrugu.

## DISKUSIJA

Na ozimoj uljanoj repici u Srbiji javlja se brojna štetna entomofauna. U toku perioda istraživanja, na ovom usevu, determinisano je devet štetnih insekatskih vrsta. Nekoliko od njih se javlja u jesenjem delu vegetacije i to: repičina lisna osa *A. rosae*, repičin crvenoglavi buvač *Ps. chrysocephala* i crni repičin rilaš *C. picitarsis*. Vrste koje oštećuju usev tokom jeseni, u fenofazama razvoja A-B<sub>6</sub>, imaju veoma veliku destruktivnost jer u tom periodu svaka povreda mlade biljčice može da dovede do njenog propadanja.

Repičina lisna osa se tokom perioda ispitivanja javljala na svim lokalitetima Podunavskog i Južnobanatskog okruga, u različitoj brojnosti. Na području Braničevskog okruga u 1996. godine nije bilo pojave imaga ose. Tokom 1994. godine najveću srednju brojnost od 15 osa je imala u Podunavskom okrugu. Najduži period aktivnosti imaga (1.10.-15.11.) konstatovan je u Južnobanatskom okrugu, tokom 1994. godine. Značajnije pojave pagusenica, osim evidencione, tokom 1994. godine nije bilo. Verovatni razlog ove izuzetno male brojnosti leži u konstantnom padu površina pod uljanom repicom na područjima obuhvaćenim istraživanjem. Kretanje brojnosti repičine lisne ose u 1995. godini su skoro identična sa proteklom godinom, međutim period aktivnosti bio od 15.10.-15.11. Rezultati iz 1996. godine pokazuju da je ulov ose na području Braničevskog okruga u potpunosti izostao, dok je na ostalim područjima bio na nivou proseka. Najveću brojnost ova štetna vrsta imala je u Južnobantskom okrugu. Prisustvo štetočine utvrđeno je prvenstveno na obodima parcela, svega 20-30 metara u dubinu useva. Osim ovog pojasa ostatak parcele je bio u mnogo manjoj meri napadnut od ose. Prema Maceljskom (1957) repičina lisna osa je jedan od glavnih uzroka propadanja useva na ogromnim površinama u periodu 1955-57. godine na području tadašnje SR Hrvatske. Međutim usled velikih kolebanja površina pod uljanom repicom, ali i povećane upotrebe herbicida i uništavanja korova, došlo je do velikog smanjivanja njene brojnosti. Kao osetljivi period u razvoju ozime uljane repice prema ovoj štetočini uzimaju se fenofaze B<sub>2</sub>-B<sub>6</sub>, odnosno faza razvoja 2-6 listova.

Repičin crvenoglavi buvač se redovno javlja tokom jeseni na uljanoj repici. Period oštećivanja je povezan sa prvim razvojnim stadijumima useva. Prema rezultatima Maceljskog (1983) kritičnu brojnost ove štetočine predstavlja ulov veći do 15 imaga dnevno po Merikovom sudu. Tokom perioda istraživanja u svim lokalitetima je konstatovana znatno manja brojnost od pomenute, tako da crvenoglavi buvač ne predstavlja ekonomski štetnu vrstu. Na ispitivanom području imaga su, tokom 1994. godine, konstatovana u periodu od 1.10.-15.11. Najveću brojnost je imao u Južnobanatskom okrugu, sa apsolutnim maksimumom od 22 imaga po Merikovom sudu (1.10.1994.god.). Tokom 1995. godine pojava i broj-

nost *Ps. chrysocephala* bila je na proseku protekle godine, a isti slučaj je bio i naredne godine. Na području Braničevskog okruga ova štetna vrsta se javljala na evidencionom nivou.

Crni repičin rilaš je redovna štetočina jesenjeg dela vegetacije uljane repice. Tokom 1994. godine javljao se u periodu od 01.10-30.11. u minimalnoj brojnosti. Najveću brojnost crni repičin rilaš imao je u Južnobanatskom, a najnižu u Braničevskom okrugu. Narednih godina (1995. i 1996.), prva pojava imaga konstatovana je tek 15.10., a poslednja 30.11., a brojnost je bila znatno viša nego prve godine istraživanja.

Prolećni aspekt štetočina ozime uljane repice je bogatiji štetnim vrstama od jesenjeg. Obzirom da se javljaju u nešto kasnijim fazama razvića ne mogu dovesti do propadanja useva, međutim kako neke od njih oštećuju generativne organe mogu u znatnoj meri da redukuju prinos semena. Na našem području kao štetočine prolećnog dela vegetacije utvrđeni su: mali repičin rilaš *C. quadridens*, kupusovi buvači *Phyllotreta spp.*, repičin sjajnik *M. aeneus*, rilaš kupusove mahune *C. assimilis* i muva kupusove mahune *D. brassicae*.

Mali repičin rilaš predstavlja štetnu vrstu koja prva naseljava usev repice u proleće. Prag štetnosti predstavlja ulov više od 20 imaga po Merikovom sudu dnevno. Konstatovan je u svim područjima istraživanja sa periodom aktivnosti od 30.3.-15.6., u brojnosti daleko ispod praga ekonomske štetnosti. Najveću brojnost imao je na području Južnobanatskog okruga a najmanju u Braničevskom okrugu. Tokom 1994. i 1995. godine utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika u brojnosti imaga.

Kupusovi buvači su na usevu prisutni tokom kompletnog prolećnog razvoja. Tokom perioda istraživanja najveću brojnost imali su na području Južnobanatskog, a najmanju u Braničevskom okrugu.

Repičin sjajnik je jedina štetna vrsta koja se na usevu ozime uljane repice tokom istraživanja javila u brojnosti iznad praga ekonomske štetnosti. Naime, na području Južnobanatskog okruga tokom pregleda od 30.3. i 15.4.1994. godine, pregledom cvasti utvrđena je prosečna brojnost imaga sjajnika od 2,0 odnosno 3,4 dok se usev nalazio u fenofazi razvoja  $D_1$ - $D_2$  tj.  $D_2$ -E. Prosečni pragovi štetnosti za ove fenofaze iznose prema Maceljskom (1983) 0,8 i 1-1,5 imaga po terminalnoj cvasti. Tokom 1995. godine i pregleda u Podunavskom okrugu pri fenofazi  $D_1$ - $D_2$  zabeležena je brojnost imaga od 1,0. Tokom ostalih pregleda konstatovana brojnost je bila ispod pragova štetnosti. Utvrđena ukupna brojnost ove štetočine daleko prevazilazi brojnost svih ostalih štetnih vrsta. Redovno se javlja tokom prolećnog razvoja useva repice na svim ispitivanim područjima.

Rilaš kupusove mahune je pored repičinog sjajnika najznačajnija štetna vrsta insekata na ozimom uljanoj repici, u područjima njenog intenzivnog gajenja. Tokom istraživanja redovno je konstatovan na svim područjima. Najviše ulov-

ljenih imaga u 100 zamaha kečerom konstatovano je na području Južnobanatskog okruga tokom pregleda od 15.6.1994. godine (80 imaga). Iako je rilaš kupusove mahune na području zemalja Zapadne Evrope jedna od najozbiljnijih štetočina uljane repice (Jourdheuil, 1978; Free, Williams, 1978), kod nas se ni u jednim regionu gajenja i ispitivanja ne pojavljuje u brojnosti iznad praga ekonomske štetnosti. Osim različitosti u klimatskim prilikama, od odlučujućeg značaja je i veliko godišnje kolebanje u zasejanim površinama tako da do prenamnoženja ove štetočine i ne može doći na područjima gajenja uljane repice u Srbiji.

Mušica kupusove mahune je štetočina uljane repice čija je brojnost direktno zavisna od brojnosti rilaša kupusove mahune. Obzirom da muva nema mogućnost da sama ošteti mahunu to mora da koristi oštećenja koja uzrokuje rilaš, kako bi obavila ovipoziciju. Kako je konstatovana brojnost rilaša bila mala tako je i brojnost muve kupusove mahune bila srazmerno mala, i daleko ispod praga ekonomskog oštećenja useva, koji iznosi 20 imaga po m<sup>2</sup> (Maceljski, 1983).

Svi rezultati istraživanja pokazuju da usev ozime uljane repice na područjima ispitivanja nije u značajnijoj meri napadnut od ekonomski štetnih vrsta insekata. Ovo je još jedna prednost naših prostora, uz klimatske i edafske povoljnosti koje već posedujemo, koja bi trebala da u najbližoj budućnosti dovede do značajnog povećanja površina pod ovom kulturom, na više desetina hiljada hektara. Osim direktne ekonomske koristi, koja je nesporna, veliku dobit bi predstavljalo i očuvanje životne sredine usled masovnijeg korišćenja dobijenog biodizela.

U svetu su već duži niz godina u upotrebi sistemi prognoze pojave i praćenja brojnosti štetočina uljane repice, koji signaliziraju potrebu za njihovim suzbijanjem. Najpoznatiji je svakako PRO\_PLANT sistem razvijen u Nemačkoj od strane Frahm-a i Epke-a (1996). Ovaj sistem je uspeo da smanjiti broj tretiranja uljane repice insekticidima, kao i mogući rizik od nastanka šteta. Sistem se bazira na izračunavanju praga štetnosti za svaku štetočinu i svaki štetni stadijum štetočine u korelaciji sa klimatskim prilikama. Višegodišnja primena, tokom 8 godina, ovog sistema potvrdila je njegovu vrednost i povećala ekonomičnost proizvodnje uljane repice na području zemalja Zapadne Evrope. Uvođenje ovog, ili sličnog, sistema kod nas, uz njegovo verifikovanje u našim agroekološkim uslovima, svakako bi dalo slične rezultate i unapredilo proizvodnju ove kulture.

## LITERATURA

- Batinica, J. (1973): Štetočine i uzročnici bolesti uljane repice. Radovi Akad. nauka i umjetnosti BiH, XLVI, knj. 12 (201-243).
- Braun, H., Rieham, E. (1975): Krankheiten und Scadlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung, Berlin.
- Bromand B, Brunel E, Bues M, Collier RH, Dunne R, Foster G, Freuler J, Hommes M, Van Keymeulen M, Mowat DJ, Pelereents C, Skinner G, Stadler E & Theunissen J. 1988. Emergence of cabbage root flies from puparia collected throughout northern Europe. In: *Progress on Pest Management in Field Vegetables* (eds R Cavalloro & C Pelereents), P.P. Rotondo – D.G. XIII – Luxembourg No. EUR 10514. Balkema, Rotterdam, pp. 33-36.
- Čamprag, D.S. (2000) Integralna zaštita ratarskih kultura od štetočina. Bačka Palanka
- Danon, V. (1984): Proučavanje štetnika uljane repice sa posebnim osvrtom na suzbijanje, Magistarski rad, Fakultet poljoprivrednih znanosti Zagreb
- Dodig, I. (1955): Štete i propadanje uljane repice u 1953/54. god., Zaštita bilja, 30., (55-60).
- Focke, M., Hemmer, W., Hayek, B., Goetz, M., Jarish, R. (1998): Identification of allergens in oilseed rape (*Brassica napus*) pollen. International Archives of Allergy and Immunology. Vol. 11 pp. 105-112.
- Frahm, J., Johnen, A., Volk, T. (1996): Development of the PRO\_PLANT decision support system for plant protection in cerealis, sugarbeet and rape. EPPO Bulletin 26, 609-622.
- Free, J.B. and I.H. Williams (1978): A survey of the damage caused to crops of oil-seed rape (*Brassica napus* L.) by insect pests in south central England and their effect on seed yield, J.Agric.Sci., Cambridge, 417-424;
- Gennatas, J.(1976): Grow stage key for rape, Can. J. Pl. Sci. 53, 473.
- Huges, J. M., Evans, K. A. (1999): European pests of rapeseed. Proc. Of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia.
- Jourdheuil, D.(1978): Entomologie appliquee l agriculture, Tome 1, 321-329
- Knodel, J., Olson, D. (2002): Crucifer flea beetle, North Dakota State University;
- Kolektiv autora (1983): Priručnik izveštajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura, Beograd
- Lamb, R. J. (1989): Entomology of oilseed *Brassica* crops. Ann. Rev. Entomol. 34:211-229.
- Maceljiski, M. (1955): Repičin sjajnik, Uputstva Zavoda za zaštitu bilja, Zagreb, br. 13 (1-7).
- Maceljiski, M. (1979): Problemi zaštite uljane repice od štetnika, Agronomski glasnik, 5-6, 679-682;

- Maceljski, M., Danon, V. (1984): Uljana repica, Fakultet poljoprivrednih znanosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Meisseliere, G. (1982): Les insectes du colza au printemps, Phytoma No.336, Paris
- Mirić, M., Lekić, S., Petrović, R., Dražić, S., Stančić, I. (2004): Uljana repica, U: Tehnologija proizvodnje semena, Društvo selekcionera i semenara R. Srbije, Beograd, str. 251-255
- Moericke V. (1951): Eine Farbfrage zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pflanzblattlaus *M.persicae* (Sulz). *Nachrbl. Dtsch. Pflzschutzd.* Bd. 3.S. 23-24.
- Nonweiler, G. (1960): Štetni buvači kulturnog i drugog kulturnog bilja, Beograd.
- Petrović, R., Spasić, M., Milijić, S. (1986): Prilog proučavanju suzbijanja repičinog sjajnika na uljanoj repici, Jugoslovensko savetovanje o primeni pesticida, Opatija, Zbornik radova, 193-195
- Sekulić, R., Kereši, T. (1996): Ne suzbijati repičinog sjajnika (*Meligethes aeneus* F.) po svaku cenu, Biljni lekar, Br.1., 23-29.
- Snedecor, G. W. & Cochran, W. G. (1971): Statistical Methods. The Iowa State University Press, Ames
- Winfield, A.L. (1992): Management of oilseed rape pests in Europe, Agricultural Zoology Reviews, 5: 51-95.

(Primljeno: 05.12.2008.)  
(Prihvaćeno: 26.02.2009.)



## HARMFUL INSECTS AFFECTING OIL-SEED RAPE CROPS IN SERBIA

PREDRAG MILOVANOVIĆ  
«Hemiks», Velika Plana

### SUMMARY

Current studies of insects species affecting oil-seed rape crops in Serbia were based on the following assumptions: Insect pests affected oil-seed rape as a winter crop from its planting to harvesting; there is a lack of research data about these pests in Serbia; and therefore is a need for more information about the most important insect in our climatic conditions in order to design adequate crop protection strategy.

Detection of insect species harmful to oilseed rape in Serbia was carried out during the period 1994. to 1996. Occurrence and population size were monitored in Podunavski, Juznabanatski and Branicevski regions. We used method of collecting the insects in Moericke's dishes, Catching net and visual inspection. All experiments were carried out at the distance of at least 50 m from the field borders.

During the investigation period performed on oilseed rape winter crops it was detected 9 insect pest species, out which 7 belong to Coleoptera, and one to Hymenoptera and Diptera respectively. The following Coleoptera species were detected: *Meligethes aeneus* Fabr. (fam. Nitidulidae), *Ceuthorrhynchus picitarsis* Gyll., *C. quadridens* Panz. and *C. assimilis* Payk. (fam. Curculionidae), *Phyllotreta nigripes* Fabr., *Ph. atra* Fabr.) and (*Psylliodes chrysocephala* L. (fam. Chrysomelidae). From order Hymenoptera and Diptera *Athalia rosae* L. (fam. Tenthredinidae) and *Dasyneura brassicae* Winn. (fam. Cecidomyiidae) were detected, respectively.

All the results indicate that on inspected locations oilseedrape crop was not significantly infested by economically important insect pest species.

*Key words:* oil-seed rape, insects, *Athalia rosae*, *Psylliodes chrysocephala*, *Ceuthorrhynchus picitarsis*, *C. quadridens*, *C. assimilis*, *Meligethes aeneus*, *Phyllotreta nigripes*, *Ph. atra*, *Dasyneura brassicae*

(Received: 05.12.2008.)

(Accepted: 26.02.2009.)



Zaštita bilja  
vol. 58 (1-4), No 259-262, 55-78, 2007, Beograd

UDK 632.651.32  
Naučni rad

## VARIJABILNOST MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA KOPLJASTE NEMATODE *LONGIDORUS EUONYMUS* MALI ET HOOPER, 1974 (NEMATODA: LONGIDORIDAE)

VIOLETA ORO

Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

Proučavane su morfološke karakteristike *Longidorus euonymus* Mali et Hooper, 1974 sa šest lokaliteta: Vrtogoš, Loznica, Kanjiža, Knjaževac, Niš i Subotica. Varijabilnost morfoloških karakteristika i kvalitativnih i kvantitativnih je u granicama intraspecijske tolerancije. Larve su predstavljene kroz četiri juvenilna stupnja koji se međusobno više razlikuju morfometrijski nego morfološki. Rep kod L1 je uži i više konusan od ostalih ali bez nekih posebnih diferencijacija. Vrednosti dužine tela, odontostileta i zamene stileta se progresivno povećavaju po stupnjevima.

Ne postoje morfološke i anatomske razlike izuzev morfometrijskih između dva primerka mužjaka. Mužjak pronađen u populaciji Loznica je duži ali uži od mužjaka iz italijanske populacije, ima duži i širi rep, veći prečnik glave a kraći odontostilet i spikul.

Kvalitativne morfološke karakteristike ženki koje su ispoljile malo variranje su oblik glave i repa i položaj vulve. Dužina odontostileta kao i prečnik glave su pokazali najmanju varijabilnost. Najveću varijabilnost su pokazali dužina repa, indeksi c i c'. Ipak, svi morfološki karakteri jedinki iz Srbije su u opštoj saglasnosti sa generalnim opisom Mali i Hooper iz 1974.

*Ključne reči:* morfologija, morfometrijske karakteristike, varijabilnost, *Longidorus euonymus*

### UVOD

Nematode su, smatra se, pored insekata najbrojniji i najrasprostranjeniji višecelijski organizmi na Zemlji. Naseljavaju vrlo različite životne sredine pa čak i one sa ekstremnim uslovima kao što su glečeri Antarktika ili mineralni izvori sa temperaturom od 61<sup>0</sup> C. Pronađene su čak (*Panagrellus nepenthicola*) i u kiselim fluidima insektivornih biljaka (Winslow, 1960).

Obzirom na gubitke koje nanose poljoprivrednoj proizvodnji, fitoparazitne nematode se mogu smatrati najznačajnijom grupom nematoda.

Naziv roda *Longidorus* i celokupne familije Longidoridae potiče od lat. longus=dug i grč. dorys=stilet, koplje što ukazuje na relativnu veličinu stileta ovih nematoda. One su uglavnom polifagni organizmi, ektoparaziti korena biljaka.

## OPIS TAKSONA

### *Prethodna proučenost i rasprostranjenost*

Pretpostavlja se da u evromediteranskoj oblasti u kojoj je i najviše opisano *Longidorus* vrsta, postoje tri osnovna distributivna centra prema procentualnoj zastupljenosti vrsta: atlantsko-centralnoevropski, mediteranski i primarno-iberijski (Navas et al., 1993).

Poslednjih godina je i u našoj zemlji sve više nalaza *Longidorus* spp. sa različitim lokaliteta tako da su opisane i neke nove vrste (Krnjaic et al., 2000).

*Longidorus euonymus* Mali et Hooper je prvi put opisan u Slovačkoj (Čehoslovačka) i izolovan iz rizosfere *Euonymus europaeus* L. sa lokaliteta Ivanka pri Dunaji (Mali et Hooper, 1974). Tom prilikom je utvrđeno da prenosi virus mozaika *Euonymusa* ali da nije i jedini vektor ovog virusa. Nešto kasnije je pronađen u Grčkoj u polju artičoke u oblasti Marathon i Iria (Roca et al., 1986). Njegova pojava je zabeležena i u južnim delovima Poljske (Brown, Taylor, 1987). U periodu 1992-1994 u Rusiji je prvi put pronađen na lokalitetu Kljazma u okolini Moskve na različitim korovskim biljkama (Romanenko, Korchinsky, 1996) a 1997. su objavljeni nalazi na više lokaliteta u slovačkim vinogradima (Liskova, 1997). Iste godine je utvrđen i u Bugarskoj na dva lokaliteta: Kostinbrod i Sandanski na topoli i maslini (Lamberti et al., 1997), mada postoje i raniji nalazi *L. euonymus* na lokalitetu Kostinbrod.

Najviše podataka o njegovoj rasprostranjenosti su dali italijanski istraživači sa brojnih lokaliteta: Basilicata, Puglia, Lazio, Liguria, Piemonte, Valle d' Aosta, Emilia-Romagna, Treviso, Sicilia, Campania i dr. i to uglavnom na vinovoj lozi. U našoj zemlji *L. euonymus* je utvrđen od strane Baršija (Barsi, 1989) na travama u Novom Sadu.

Od 1974. kada je prvi put opisan do 1991. nije utvrđen ni jedan mužjak. Tada je Roca (Roca, 1991) u populaciji Avellino pronašao jedini primerak mužjaka koji nije imao semenike i semevode već samo kopolatorni aparat. U jednoj od šest populacija (Loznica) koje su predmet proučavanja pronađen je, posle 10 godina, ponovo mužjak – takođe nefunkcionalan.

*Sistematsko mesto taksona*

red	:	Dorylaimida Pearse, 1942
podred	:	Dorylaimina Pearse, 1936
natfam	:	Dorylaimoidea de Mann, 1876 (Thorne, 1934)
fam	:	Longidoridae Thorne, 1935 (Meyl, 1961)
potfam	:	Longidorinae Thorne, 1935
rod	:	<i>Longidorus</i> Micoletzky, 1922 (Filipjev, 1934)
vrsta	:	<i>euonymus</i> Mali et Hooper, 1974

*Osnovne morfološke karakteristike*

Morfološke razlike predstavljaju glavne parametre za determinaciju vrsta, rodova i viših kategorija (Siddiqi, 1986). U slučaju permanentno uniparentalno reprodukujućih vrsta kategorija vrste se primenjuje na bazi stepena morfološke diferencijacije (Mayr, 1969), što je čest slučaj kod nematoda. Međutim, značajno je poznavati nivo variranja karakteristika usled uticaja geografskih i ekoloških uslova, kako se ovakve populacije ne bi opisivale kao nove vrste iako su razlike među njima intraspecijske.

Osnovne dijagnostičke karakteristike obuhvataju kvalitativne morfološke karakteristike: oblik glavenog regiona, tip amfidijalnog otvora i šupljine, morfologiju odontostileta i vođice, relativnu veličinu i položaj jedara ezofagalnih žlezda, oblik repa, kopulatorne dodatke mužjaka (i prisustvo mužjaka) kao i kvantitativne morfološke karakteristike (morfometrijske) kao što su: dužina tela, prečnik glavenog regiona, rastojanje od usnog otvora do vođice, dužina odontostileta, dužina repa, položaj vulve (V), indeksi: a, b, c i c'.

**MATERIJAL I METODE****Metod uzorkovanja, ekstrakcije i preparovanja nematoda**

Materijal odn. uzorci zemlje sa nematodama su uzeti iz 6 lokaliteta: Vrtogoša (jabuka), Loznice (topola), Kanjiže (ruža), Knjaževca (dunja), Niša (višnja), i Subotice (topola) iz zone korenovog sistema različitih biljaka sa dubine do 50 cm.

Kao metod ekstrakcije nematoda je korišćen Ostenbrinkov postupak (Oostenbrink, 1960) izdvajanja nematoda. Ekstrahovane i procesirane jedinke je autoru ustupio Dr Đorđe Krnjić. Preparati su pravljani u anhidrovanom glicerinu a fiksativ koji se koristio je F. A. (formal acetic) 4:1 (Hooper, 1969).

## Izrada i merenje preparata

Za izradu trajnih preparata korišćena su standardna objektna stakla i pokrovne ljuispice. Procesirane nematode su preparovane u glicerinu. Merenja su vršena na optičkom mikroskopu Olympus BH-2 uz pomoć okularnog mikrometra i kamere lucide pri povećanju 40-1000 X. Korišćeni su De Manovi indeksi (Hooper, 1986) odn. oznake morfometrijskih karakteristika.

## REZULTATI I DISKUSIJA

*L. euonymus* je identifikovan pomoću originalnog opisa i Politomog ključa za identifikaciju vrsta roda *Longidorus* (Chen et al., 1997). Politomi ključ sadrži kvalitativne morfološke karakteristike (oblik cefalnog regiona, oblik amfida, oblik repa i prisustvo mužjaka) i kvantitativne morfološke karakteristike (dužina odontostileta, prečnik cefalnog regiona, rastojanje od usnog otvora do vođice, dužina tela, indeksi a i c) izražene brojnim vrednostima.

Vrednosti dobijene za *L. euonymus* odgovaraju vrednostima kodova Politomog ključa i u okviru su intervala morfoloških karakteristika originalnog opisa.

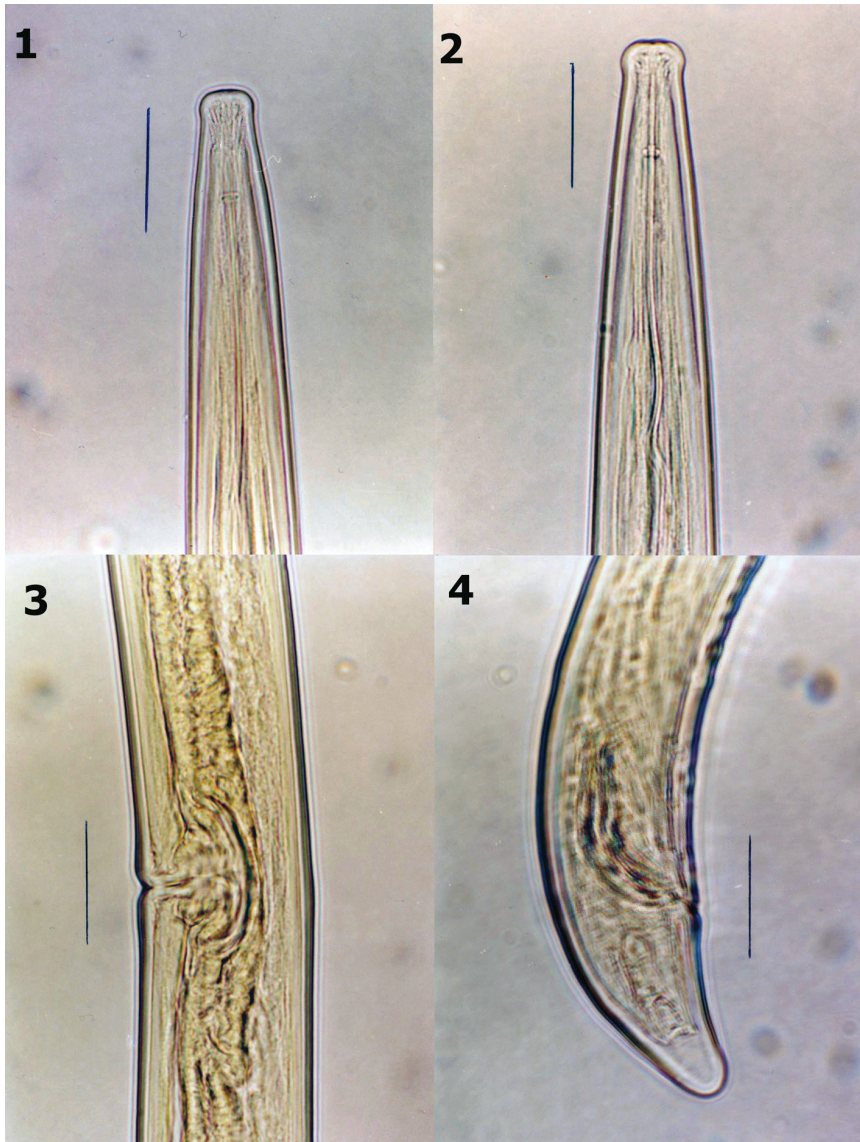
### Analiza morfoloških karakteristika

Komparativna analiza jedinki različitih populacija je ilustrovana grafičkim priložima (graf. 1-6). Četiri juvenilna stupnja su diferencirana pomoću Scatter dijagrama (Graf. 7-12). Scatter dijagrami su rađeni za svaku populaciju na osnovu vrednosti dužina tela koje su nanošene na apscisu i vrednosti dužina stileta, odontofore i zamene stileta koje su nanošene na ordinatu.

#### *Analiza kvalitativnih morfoloških karakteristika*

*Oblik glave* – Karakteristika koja nije ispoljila variranje bilo da se radi o pojedinačnim populacijama, različitim populacijama ili stadijumima odn. stupnjevima. Glava je jasno odvojena od tela udubljenjem u vratnom regionu, usni region je ravan, bočno zaobljen i malo proširen (sl. 1). Isti oblik je i kod mužjaka.

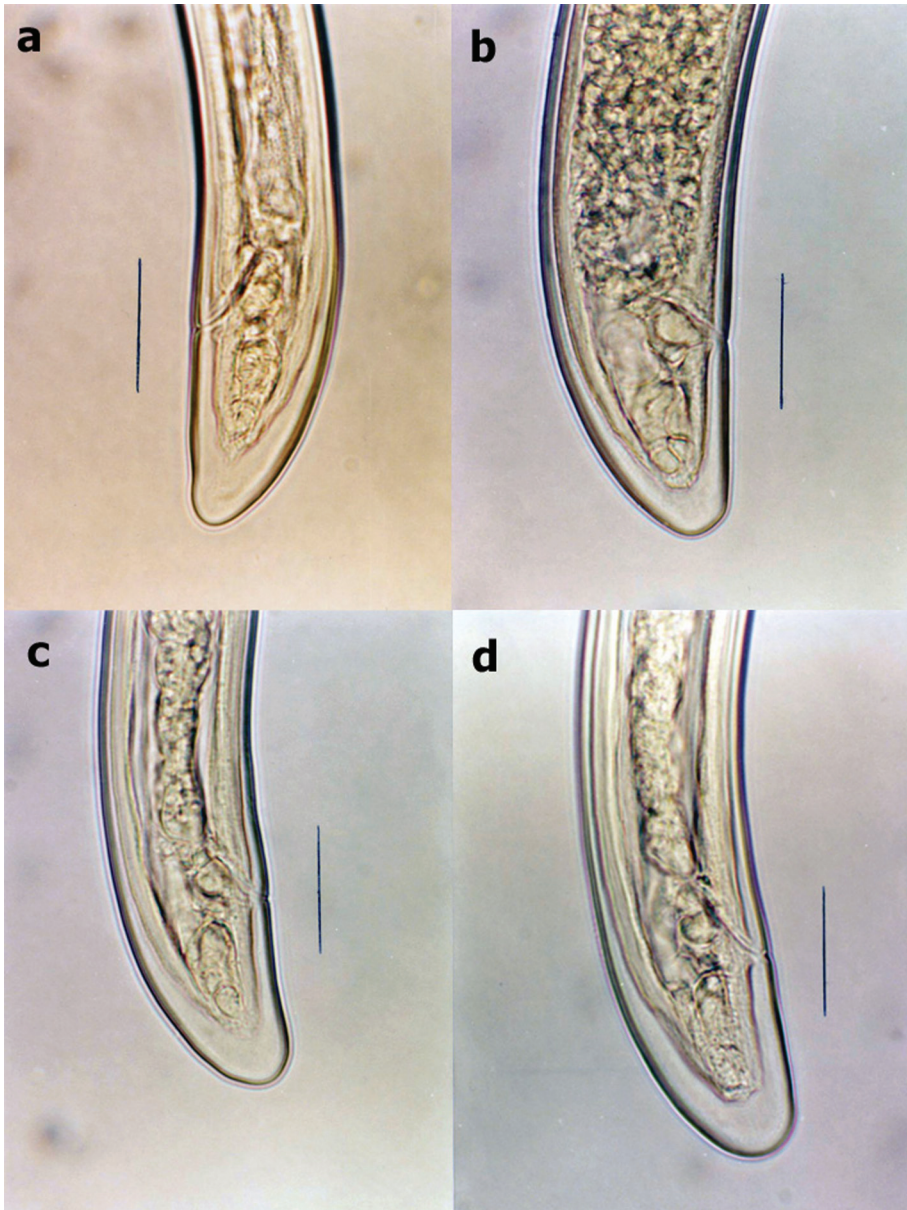
*Oblik amfida* – Takođe ne varira i isti je kod različitih populacija i stadijuma odn. stupnjeva. Amfidi su široki, vrećasti sa otvorom u obliku pore i neznatno bilobijalni (sl. 1).



**SI. 1-4** – *L. euonymus*. Glava ženke sa amfidijalnom šupljinom (**SI. 1**), glava mužjaka sa odontostiletom (**SI. 2**), reproduktivni sistem ženki, lateralno (**SI. 3**) i rep mužjaka (**SI. 4**). (razmerna duž = 30  $\mu$ m).

**Fig. 1-4** – *L. euonymus*. Female head with amphids (**Fig. 1**), male head with odontostyle (**Fig. 2**), female reproductive system, lateral view (**Fig. 3**) and male tail (**Fig. 4**) (scale bar = 30  $\mu$ m).

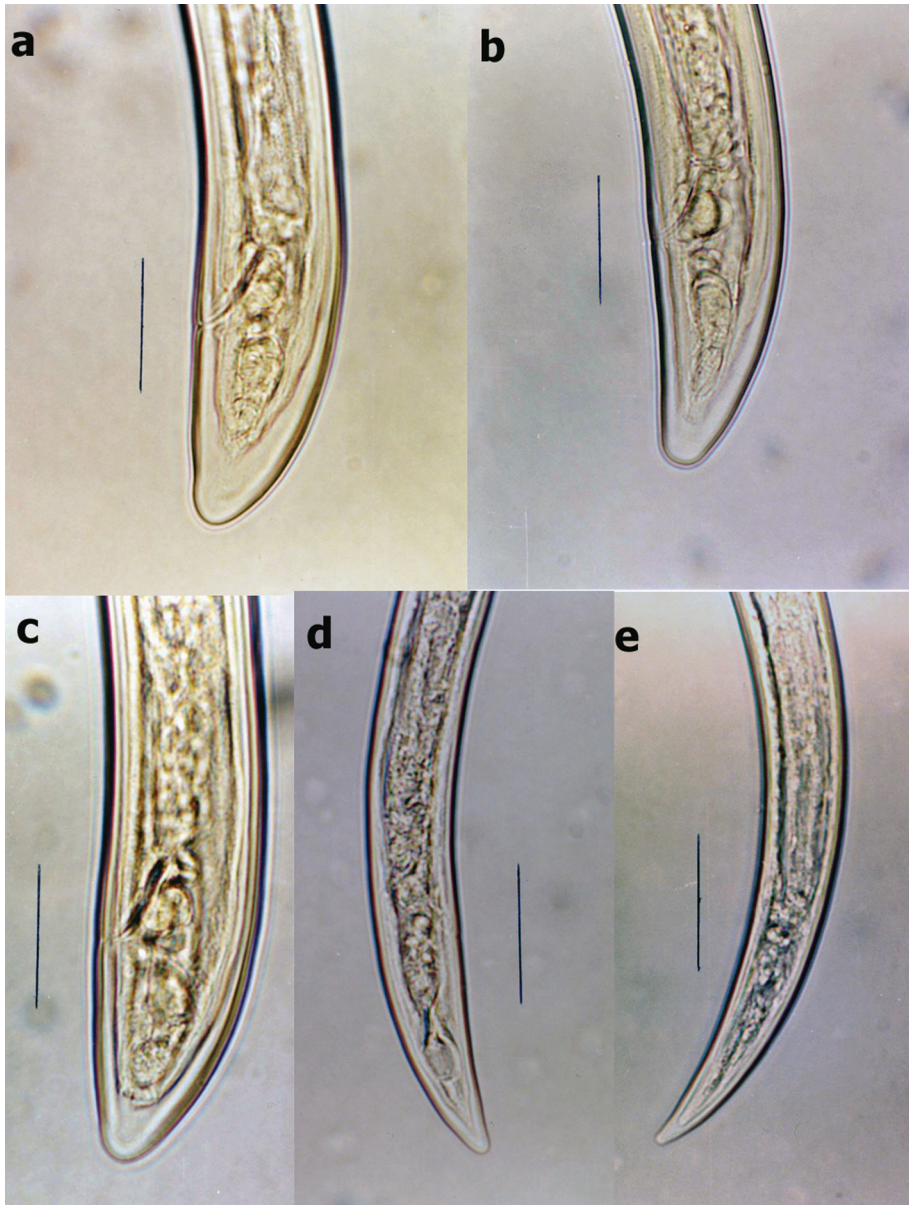




**Sl. 5** – *L. euonymus*. Morfološka variranja repa ženki(a-d) (razmerna duž = 30  $\mu$ m).

**Fig. 5** – *L. Euonymus*. Female tale morfological variations (a-d) (scale bar = 30  $\mu$ m).





**Sl. 6** – *L. euonymus*. Postepeno sužavanje repa od odraslih do  $L_1$  (a-e) (razmerna duž = 30  $\mu\text{m}$ ).

**Fig. 6** – *L. euonymus*. Gradual tale narrowing from adults to first stage juveniles (a-e) (scale bar = 30  $\mu\text{m}$ ).

*Morfologija odontostileta*– Odontostilet je relativno dug i igličast (sl. 2), oslanja se na sklerotizovani nosač-odontoforu. Istog je oblika i kod odraslih i kod larvenih stupnjeva. Larve poseduju dva stileta: funkcionalni i zamenu stileta, koja postaje funkcionalni u narednom larvenom stupnju. Odontostilet odn. glava mužjaka prikazana je na sl. 2.

*Reproduktivni sistem*– Genitalni sistem ženki je amfidelfan, gonade su parne, jajnici refleksno povijeni. Polni otvor-vulva (sl. 3) se nalazi približno na polovini tela-ekvatorijalna (medijalna) vulva. Genitalni sistem kod nadenog mužjaka (sl. 4) se sastoji od parnih spikula sa klizačem i 8 kopolatornih suplemenata.

*Oblik repa*– Jedina kvalitativna karakteristika koja je ispoljila variranje i kod odraslih jedinki i kod larvenih stupnjeva. Oblik repa varira unutar populacija ali ne i između populacija. Tipičan rep ženki je manje ili više izdužen, dorzalno konveksan, ventralno skoro prav sa zaobljenim vrhom. Morfološka variranja repa idu u pravcu povećanja širine u odnosu na dužinu tako da je kod nekih jedinki širi nego duži, i sa varijantom potpuno zaobljenog (poluloptastog) vrha. Rep mužjaka (sl. 4) sličan repu ženki ali je više ventralno konkavan, dorzalno konveksan sa tupim vrhom i nešto uži pri vrhu.

Posmatrajući larve od  $L_1$  do  $L_4$ , rep postaje sve širi i kraći u odnosu na telo, što znači da  $L_1$  imaju najuži rep koji i nema tipičan oblik kao kod ženki već je izduženo-konusan i ventralno povijen.

#### *Analiza kvantitativnih morfoloških karakteristika ženki i juvenilnih stupnjeva*

*Dužina tela* – Karakteristika koja je ispoljila variranje kako unutar populacija tako i među različitim populacijama i različitim stadijumima odn. stupnjevima.

Ukoliko se izračuna prosek srednjih vrednosti (u mm) svih populacija od  $L_1$  do odraslih organizama, za ženke on iznosi 6.82 mm, za  $L_1$  1.47 mm, za  $L_2$  2.20 mm, za  $L_3$  3.35 mm, za  $L_4$  5.02 mm, vidi se da se dužina tela povećava od juvenilnih do odraslih jedinki.

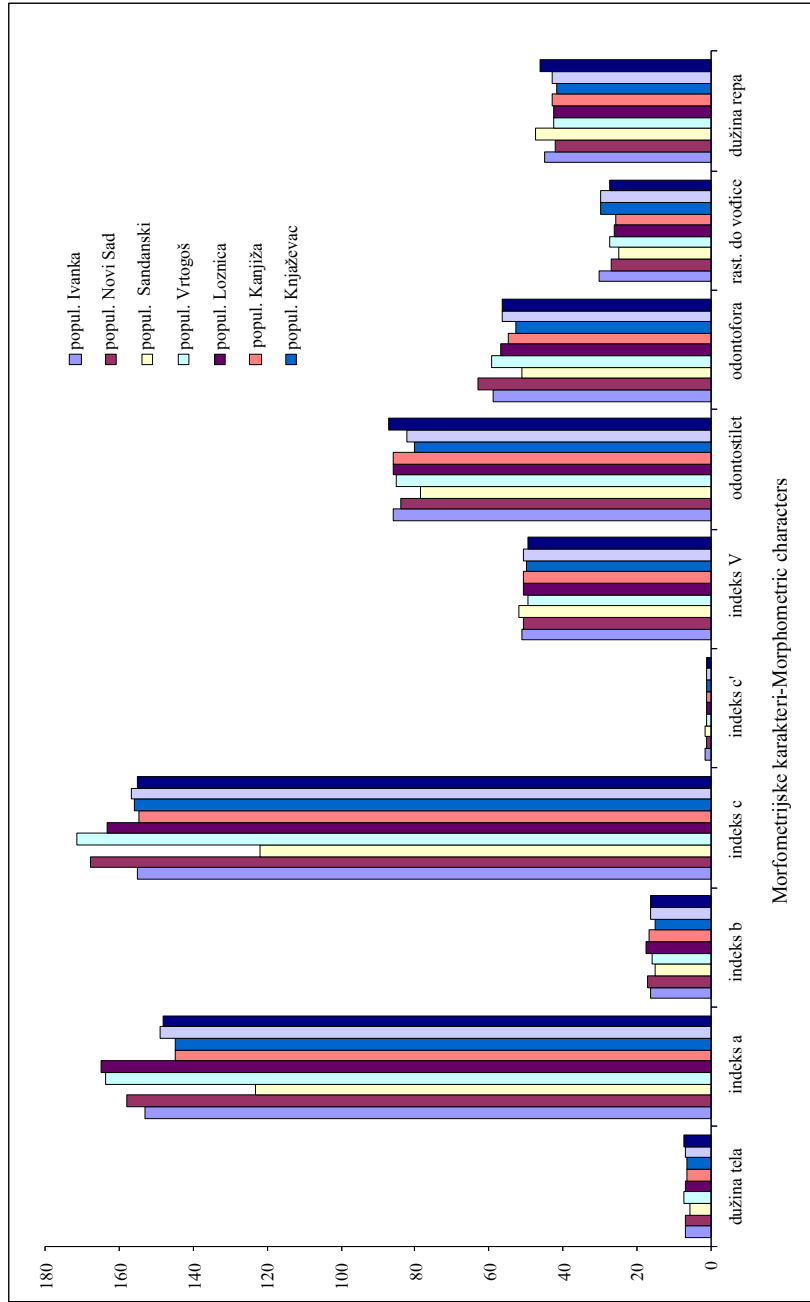
Kod  $L_1$  koje prosečno imaju 21.55% dužine odraslih ili nešto više od 1/5, zatim kod  $L_2$  ona iznosi 32.25% ili 1/3 dužine tela odraslih, kod  $L_3$  49.12% ili približno 1/2 dužine, do  $L_4$  čija prosečna dužina tela iznosi 73.61% ili oko 3/4 tela odraslih.

Znači da generalno dužina tela poraste za oko 5 puta (4.64) u početku nešto sporije (11%, 17%) a od  $L_3$  nešto brže (24%, 26%).

Uparedna analiza dužine tela ženki različitih populacija (graf.1) ne ističe veća odstupanja populacija u odnosu na ovaj karakter. U odnosu na tipsku populaciju, čija je prosečna dužina tela 6.91 mm, populacije Vrtoškoš (7.24 mm) i

**Graf. 1** – Usporedna analiza morfometrijskih karakteristika ženki *L. euonymus* različitih populacija (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 1** – Female morphometric characters comparative analysis of *L. euonymus* from different populations



Subotica (7.14 mm) imaju prosečno veću dužinu, dok populacije Kanjiža (6.56 mm), Knjaževac (6.42 mm) i Niš (6.69 mm) imaju prosečno manju dužinu tela. Najpribližnija po vrednosti tipskoj populaciji je Loznica (6.90 mm). Isti je slučaj kada se upoređuju domaće populacije sa populacijom ženki iz Novog Sada. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najkraće jedinke od svih navedenih populacija.

Uporedna analiza dužine tela  $L_1$  različitih populacija (graf. 2) pokazuje da takođe nema većih odstupanja. U odnosu na tipsku populaciju (1.51 mm) populacija Knjaževac (1.75 mm) i Subotica (1.53 mm) imaju prosečno veću dužinu tela, dok populacije iz Vrtogoša (1.44 mm), Loznice (1.40 mm), Kanjiže (1.30 mm) i Niša (1.42 mm) imaju prosečno manju dužinu.

Najpribližniju vrednost ima populacija iz Subotice. Od bugarskih populacija, populacija Sandanski ima nešto veću prosečnu dužinu tela od većine ostalih.

Uporedna analiza dužine tela  $L_2$  različitih populacija je prikazana graf. 3. Populacije Vrtogoš (2.26 mm) i Kanjiža (2.43 mm) su prosečno duže u odnosu na tipsku populaciju (2.18 mm) dok su Loznica (2.13 mm), Knjaževac (2.05 mm) i Subotica (2.15 mm) prosečno kraće. Najsličnija po ovom karakteru je populacija Niš sa istom prosečnom vrednošću. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najduže jedinke.

Uporedna analiza dužine tela  $L_3$  različitih populacija je prikazana graf. 4. Populacije Vrtogoš (3.59 mm), Loznica (3.31 mm), Niš (3.58 mm) i Subotica (3.30 mm) su prosečno duže u odnosu na tipsku populaciju (3.25 mm) dok su jedinke Kanjiže (3.18 mm) i Knjaževca (3.16 mm) prosečno kraće. Najpribližniju vrednost u odnosu na tipsku populaciju imaju jedinke iz Subotice, dok su bugarskim populacijama najpribližnije jedinke iz Niša.

Uporedna analiza dužine tela  $L_4$  različitih populacija je prikazana graf. 5. Populacije Vrtogoš (5.50 mm), Niš (5.20 mm) i Subotica (5.12 mm) imaju prosečno veću dužinu od tipske populacije (4.90 mm) dok jedinke Loznice (4.82 mm), Kanjiže (4.62 mm) i Knjaževca (4.83 mm) imaju prosečno manju dužinu. Najpribližnije tipskoj populaciji su jedinke iz Knjaževca. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najkraće jedinke  $L_4$ .

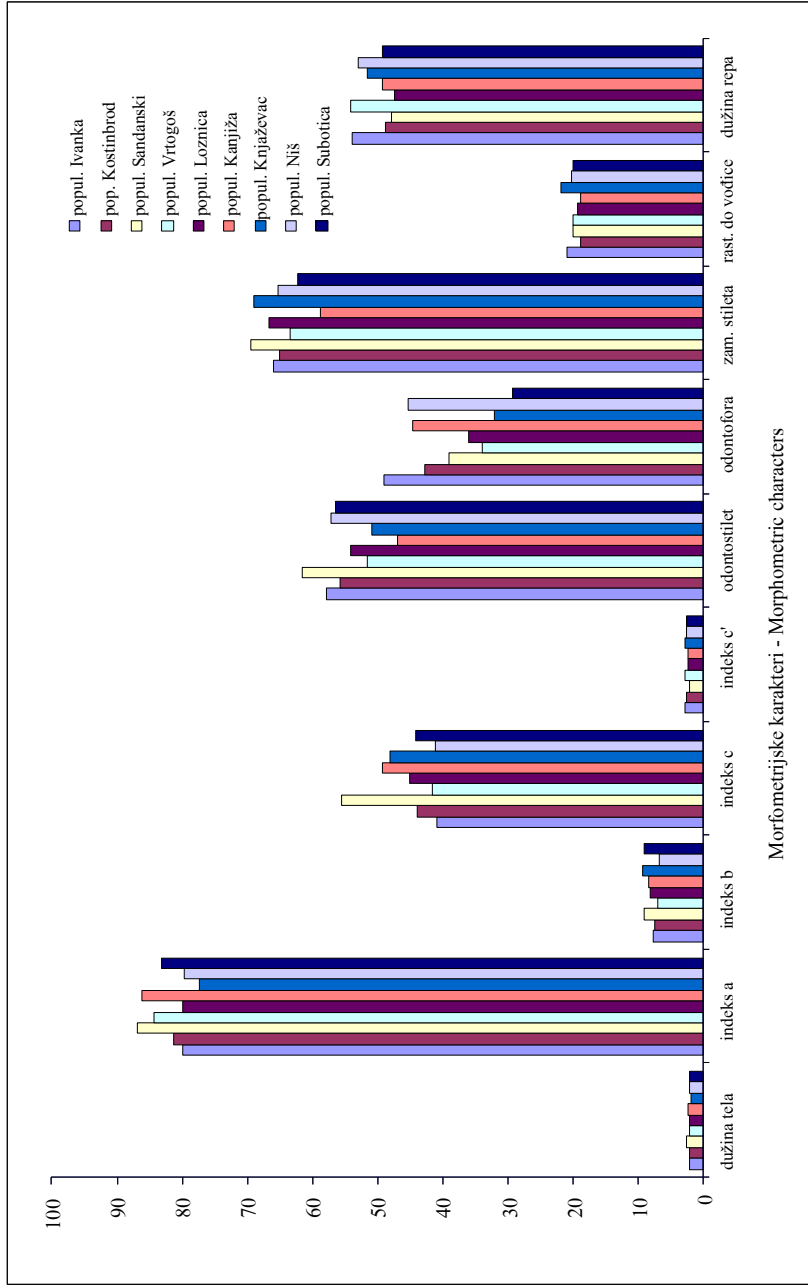
*Odontostilet* – Karakteristika koja nije ispoljila veliko variranje kako unutar populacija tako ni između populacija. Pored funkcionalnog, juvenilni oblici imaju zamenu stileta koji po presvlačenju postaje funkcionalni stilet (odontostilet) tako da veličina zamene odgovara veličini stileta narednog stupnja, tako da se na osnovu ovih veličina može izvršiti razvrstavanje juvenilnih grupa što se još bolje vidi na Scatter dijagramima.

Uporedna analiza dužine stileta ženki različitih populacija je data u graf. 1. U odnosu na tipsku populaciju, čija prosečna dužina stileta je 86  $\mu\text{m}$ , skoro sve



**Graf. 3** – Usporedna analiza morfometrijskih karakteristika L2 *L. euonymus* različitih populacija (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 3** – J2 morphometric characters comparative analysis of *L. euonymus* from different populations









populacije, sem subotičke (86.95 $\mu$ m), imaju prosečno manju dužinu stileta. Najpribližnija po vrednosti tipskoj populaciji je Kanjiža (85.78 $\mu$ m). Populacija iz N. Sada (84.00 $\mu$ m) je najpribližnija populaciji Vrtogoš (84.93 $\mu$ m). Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najkraći stilet od svih navedenih populacija.

U poređna analiza dužine stileta  $L_1$  različitih populacija je prikazana graf. 2. U odnosu na tipsku populaciju prosečne dužine 47 $\mu$ m, populacije Vrtogoš (44.26 $\mu$ m) i Knjaževac (44.65 $\mu$ m) imaju prosečno kraći stilet, a populacije Loznica (48.74 $\mu$ m), Kanjiža (49.35 $\mu$ m), Niš (50.52 $\mu$ m) i Subotica (50.52 $\mu$ m) imaju prosečno duži stilet. Najpribližniju vrednost ima populacija iz Loznice. Bugarskim populacijama su najsličnije populacije Kanjiža i Knjaževac.

U poređna analiza dužine stileta  $L_2$  različitih populacija je prikazana graf. 3. U odnosu na tipsku populaciju (58 $\mu$ m), sve populacije imaju prosečno kraći stilet. Niš (57.09 $\mu$ m) je najsličnija populacija tipskoj po ovom karakteru. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najduži stilet.

U poređna analiza dužine stileta  $L_3$  različitih populacija (graf. 4) pokazuje da u odnosu na tipsku populaciju (67 $\mu$ m), populacije Loznica (67.08 $\mu$ m) i Knjaževac (67.65 $\mu$ m) imaju nešto duži stilet a populacije Vrtogoš (62.57 $\mu$ m), Kanjiža (66.58 $\mu$ m), Niš (65.80 $\mu$ m) i Subotica (65.80 $\mu$ m) kraći. Najpribližniju vrednost u odnosu na tipsku populaciju imaju jedinke iz Loznice. Bugarska populacija Kostinbrod ima prosečno najkraći stilet.

U poređna analiza dužine stileta  $L_4$  različitih populacija (graf. 5) pokazuje da u odnosu na tipsku (78 $\mu$ m) sve ispitivane populacije imaju kraći stilet. Najpribližnije tipskoj populaciji su jedinke iz Loznice (77.16 $\mu$ m). Bugarske populacije imaju prosečno najkraće stilete.

Generalno, u odnosu na tipsku populaciju sve ispitivane populacije imaju prosečno kraći stilet.

*Dužina repa*-Posmatrajući apsolutnu dužinu repa, ako se izračunaju prosci za sve larvene stupnjeve ( $L_1$ -49.08 $\mu$ m,  $L_2$ -50.79 $\mu$ m,  $L_3$ -52.55 $\mu$ m,  $L_4$ -49.94 $\mu$ m) i adulte (43.09 $\mu$ m) svih populacija vidi se da najduži rep u apsolutnom iznosu imaju  $L_3$  i da od  $L_1$  do  $L_3$  dužina repa raste a od  $L_3$  prema  $L_4$  opada da bi najkraći rep bio kod odraslih jedinki (dužina repa od  $L_3$  opada sporije-5% a zatim od  $L_4$  naglo-13%).

U poređna analiza dužine repa ženki (u  $\mu$ m) različitih populacija je prikazana graf. 1. U odnosu na tipsku populaciju čija prosečna dužina repa je 45 $\mu$ m, skoro sve populacije (sem Subotice) imaju prosečno manju dužinu repa. Najpribližnija po vrednosti tipskoj populaciji je Subotica (46.22 $\mu$ m). Populacija iz N. Sada (42.00 $\mu$ m) je najpribližnija populaciji Vrtogoš (42.43 $\mu$ m). Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najveću dužinu repa od svih navedenih populacija.

U poređna analiza dužine repa  $L_1$  različitih populacija je prikazana graf. 2. U odnosu na tipsku populaciju (50 $\mu$ m), skoro sve populacije osim Subotice

(50.52 $\mu\text{m}$ ) imaju prosečno kraći rep. Najpribližniju vrednost ima upravo populacija iz Subotice.

Od bugarskih populacija, populacija Kostinbrod (43.70 $\mu\text{m}$ ) zajedno sa populacijom Vrтогоš (43.63 $\mu\text{m}$ ) ima prosečno najmanju dužinu repa.

Usporedna analiza dužine repa  $L_2$  različitih populacija je prikazana graf. 3. U odnosu na tipsku populaciju (54 $\mu\text{m}$ ), sve populacije osim Vrтогоša (54.05 $\mu\text{m}$ ) imaju prosečno kraći rep. Vrтогоš je i najsličnija populacija tipskoj po ovom karakteru. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najkraći rep.

Usporedna analiza dužine repa  $L_3$  različitih populacija (graf. 4) pokazuje da u odnosu na tipsku populaciju (55 $\mu\text{m}$ ), sve populacije osim Niša (55.23 $\mu\text{m}$ ) imaju prosečno kraći rep. Najpribližniju vrednost u odnosu na tipsku populaciju imaju takođe jedinke iz Niša. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najkraći rep.

Usporedna analiza dužine repa  $L_4$  različitih populacija (graf. 5) pokazuje da populacije Vrтогоš (50.17 $\mu\text{m}$ ), Loznica (47.78 $\mu\text{m}$ ), Kanjiža (47.00 $\mu\text{m}$ ) i Niš (50.92 $\mu\text{m}$ ) imaju prosečno kraći rep od tipske populacije (51.00 $\mu\text{m}$ ) dok jedinke Knjaževca (51.27 $\mu\text{m}$ ) i Subotice (52.48 $\mu\text{m}$ ) imaju prosečno duži rep. Najpribližnije tipskoj populaciji su jedinke iz Niša. Bugarska populacija Kostinbrod ima jedinke sa prosečno najdužim repom.

Generalno, kada se porede ispitivane populacije i izvorna, domaće populacije imaju kraći rep i u apsolutnom iznosu.

*Indeks  $c'$*  – Predstavlja relativan odnos dužine i širine repa. Ova karakteristika ispoljava variranje kako unutar populacija tako i između populacija i između različitih stadijuma odn. stupnjeva.

Vrednosti indeksa  $c'$  posmatrane kroz stadijume odn. stupnjeve, od  $L_1$  do odraslih jedinki se smanjuje tako da u proseku  $L_1$  imaju najduži i najuži rep a idući prema odraslim jedinkama rep se širi i skraćuje, tako da je kod  $L_1$  u proseku 3 puta duži nego širi dok je kod odraslih nešto malo duži nego širi (indeks se kreće oko 1) ili je u nekim slučajima čak i širi nego duži (vrednosti indeksa ispod 1).

Usporedna analiza indeksa  $c'$  ženki različitih populacija je prikazana graf. 1. U odnosu na tipsku populaciju (1.30) sve populacije imaju prosečno manju vrednost indeksa odnosno rep je manje izdužen.

Najpribližnija tipskoj populaciji je populacija iz Subotice (1.26). Populacija iz N. Sada (1.20) i Knjaževca (1.19) imaju približne vrednosti parametra dok najveću prosečnu vrednost parametra ima bugarska populacija Sandanski.

Usporedna analiza indeksa  $c'$   $L_1$  različitih populacija je prikazana graf. 2. Jedinke iz Vrтогоša (3.18), Kanjiže (3.33), Knjaževca (3.18) i Subotice (3.39) imaju prosečno veću vrednost indeksa od tipske populacije (3.10) a populacije iz Loznice (3.09) i Niša (2.93) imaju prosečno manju vrednost indeksa.

Najpribližniju vrednost tipskoj populaciji ima populacija iz Loznice. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najmanju vrednost ovog parametra.

Uparedna analiza indeksa  $c'$   $L_2$  različitih populacija je prikazana graf. 3. U odnosu na tipsku populaciju (2.80), populacije Vrtogoš (2.87) i Knjaževac (2.81) imaju veće vrednosti dok populacije Loznica (2.42), Kanjiža (2.33), Niš (2.70) i Subotica (2.72) imaju manje vrednosti indeksa  $c'$ . Najpribližnije su jedinke iz Knjaževca. Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najmanju vrednost ovog parametra.

Uparedna analiza indeksa  $c'$   $L_3$  različitih populacija je prikazana graf. 4. U odnosu na tipsku populaciju (2.30), sem subotičke populacije (2.69) jedinke svih ostalih populacija imaju manje vrednosti indeksa  $c'$ . Najpribližnije su jedinke iz Niša (2.28). Bugarska populacija Sandanski ima prosečno najmanju vrednost ovog parametra.

Uparedna analiza indeksa  $c'$   $L_4$  različitih populacija je prikazana graf. 5 koji pokazuje da u odnosu na tipsku populaciju (1.70) sve populacije sem Subotice (1.77) imaju prosečno manje vrednosti indeksa  $c'$ .

Najpribližniju odn. istovetnu vrednost imaju jedinke iz Knjaževca. Bugarska populacija Kostinbrod ima prosečno najveću vrednost ovog parametra.

Generalno se može reći da u odnosu na tipsku populaciju sve ispitivane populacije imaju prosečno manju vrednost indeksa odnosno imaju širi rep.

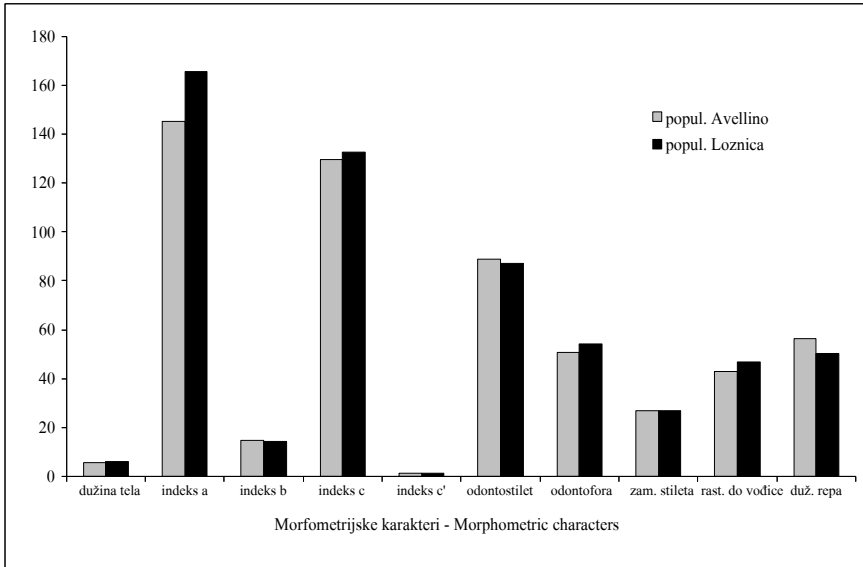
*Položaj vulve (%)*-Karakteristika koja nije ispoljila veliko variranje, koeficijent varijacije se kreće oko 2%. Jedinke sa najmanjom vrednošću (u %) parametra V: 46.34 a takođe i sa najvećom vrednošću: 52.77 su pronađene u istoj populaciji-Vrtogoš. Ovaj lokalitet ima jedinke sa prosečno najmanjim parametrom V: 49.27 dok jedinke iz Loznice imaju prosečno najveću vrednost parametra: 50.81. U odnosu na tipsku populaciju čija je prosečna vrednost parametra 51.00, sve ispitivane populacije imaju manju prosečnu vrednost.

Iz podataka se vidi da se prosečna vrednost položaja vulve kreće oko 50% što znači da se vulva nalazi na polovini tela-ima medijalan (ekvatorijalan) položaj, što je i karakteristika ove vrste.

#### *Analiza kvantitativnih morfoloških karakteristika mužjaka*

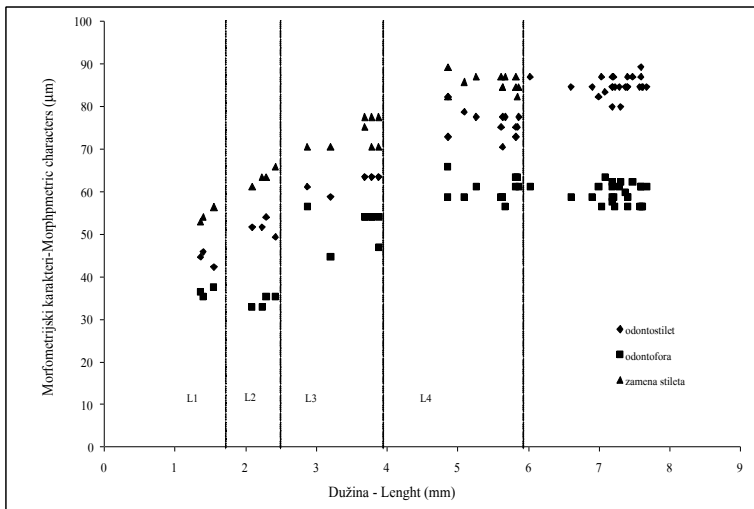
Obzirom da su do sada pronađena samo 2 mužjaka (populacija Loznica i populacija Avellino), data je analiza njihovih morfometrijskih karakteristika (graf. 6). U pogledu dužine tela, loznički mužjak je duži za 0.83 mm ali je uži.

Indeks a je kod lozničkog veći (165.69 u odnosu na 145.40) što znači da je širina tela manja u relativnom odnosu (u odnosu na dužinu) a širina tela (u  $\mu\text{m}$ ) je manja i u apsolutnom odnosu (37.60: 38.50). Vrednosti indeksa b se ne razlikuju



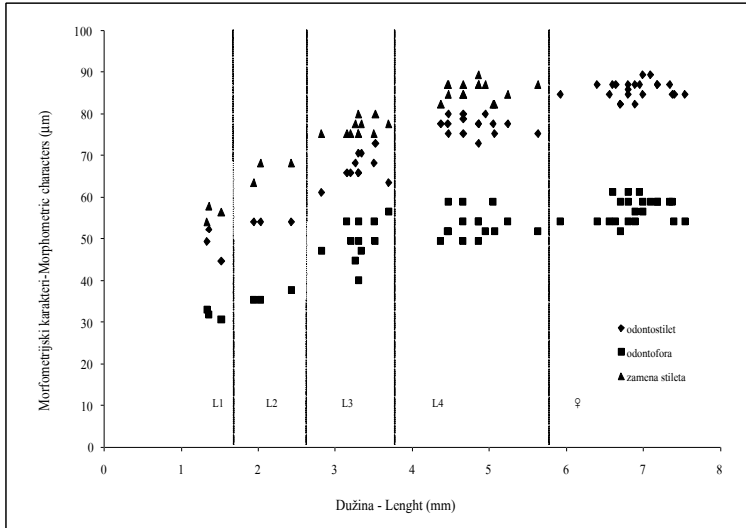
**Graf. 6** – Uporedna analiza morfometrijskih karakteristika mužjaka *L. euonymus* populacija Avellino i Loznica (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 6** – Male morphometric characters comparative analysis of *L. euonymus* from Avellino and Loznica



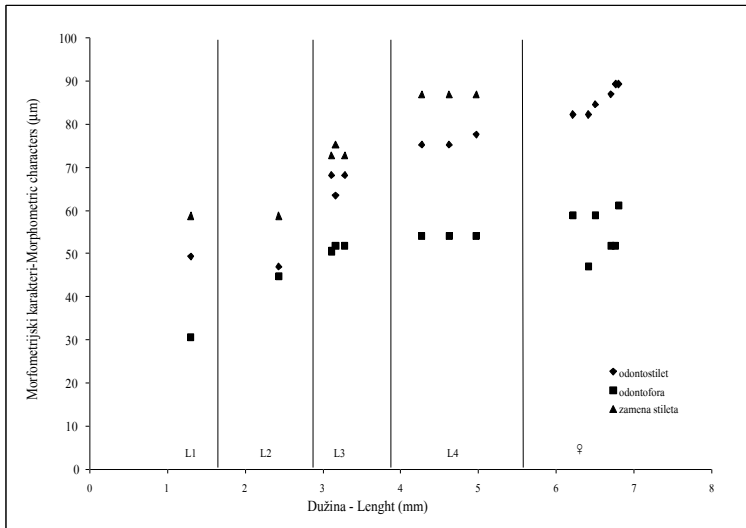
**Graf. 7** – Scatter dijagram jedinki *L. euonymus* populacije Vrtogoš (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 7** – Scatter diagram separating juveniles and females of *L. euonymus* from Vrtogos



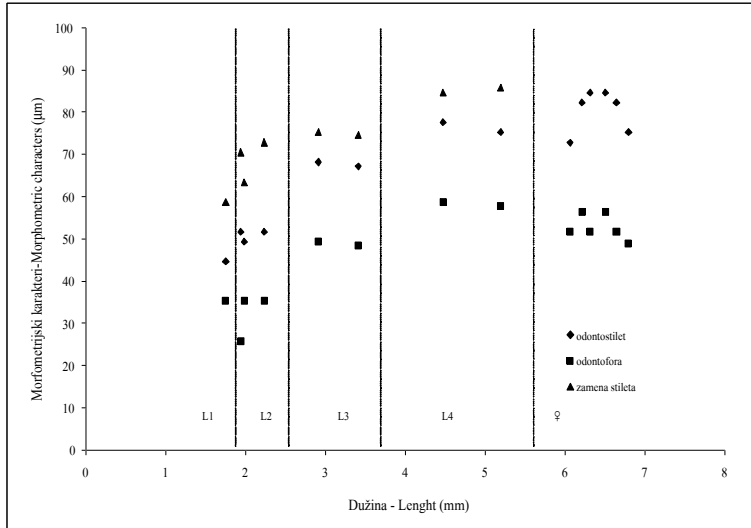
**Graf. 8** – Scatter dijagram jedinki *L. euonymus* populacije Loznica (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 8** – Scatter diagram separating juveniles and females of *L. euonymus* from Loznica



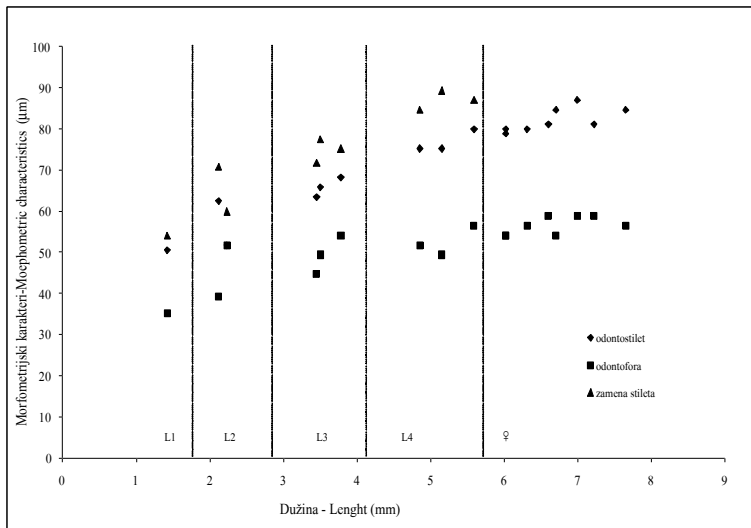
**Graf. 9** – Scatter dijagram jedinki *L. euonymus* populacije Kanjiža (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 9** – Scatter diagram separating juveniles and females of *L. euonymus* from Kanjiža



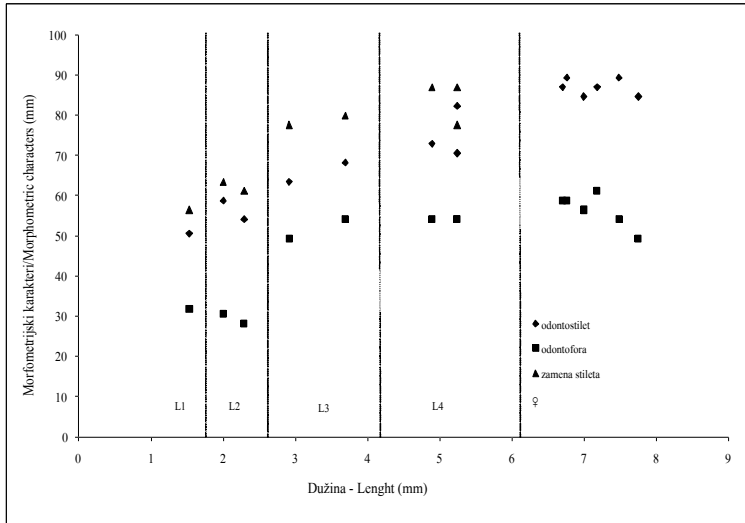
**Graf. 10** – Scatter dijagram jedinki *L. euonymus* populacije Knjaževac (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 10** – Scatter diagram separating juveniles and females of *L. euonymus* from Knjazevac



**Graf. 11** – Scatter dijagram jedinki *L. euonymus* populacije Niš (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 11** – Scatter diagram separating juveniles and females of *L. euonymus* from Nis



**Graf. 12** – Scatter dijagram jedinki *L. euonymus* populacije Subotica (naziv postoji u samom grafiku)

**Graph. 12** – Scatter diagram separating juveniles and females of *L. euonymus* from Subotica

u velikoj meri (14.26: 14.70). Što se tiče indeksa c, loznički mužjak ima veći indeks (132.55: 129.50) odn. kraći rep (u relativnom odnosu) u odnosu na telo, od italijanskog mužjaka ali ima duži rep za 4  $\mu\text{m}$  u apsolutom odnosu (47.00: 43.00  $\mu\text{m}$ ) i širi za 3.75  $\mu\text{m}$  (35.25: 31.50  $\mu\text{m}$ ). Indeks c' pokazuje odnos dužine i širine repa, kod mužjaka iz Loznice je 1.33 u odnosu na 1.40, što govori da je rep lozničkog mužjaka manje izdužen.

Dužina odontostileta lozničkog mužjaka je manja (86.95: 88.80  $\mu\text{m}$ ) ali je zato dužina odontofore veća (54.05: 50.50  $\mu\text{m}$ ). Vrednosti rastojanja usta-vođica su identične (27.02: 27.00  $\mu\text{m}$ ). Prečnik glave lozničkog mužjaka je veći (14.10: 13.50  $\mu\text{m}$ ) i približniji prečniku glave ženki. I poslednji značajan karakter-dužina spikula je kod mužjaka iz Loznice manja u odnosu na vrednost kod italijanskog mužjaka (50.38: 56.50  $\mu\text{m}$ ). Ova karakteristika zajedno sa dužinom tela i dužinom i širinom repa spada u karakteristike koje više variraju.

Generalno, loznički mužjak je duži i uži od italijanskog, ima približno jednaku udaljenost ezofagusa i vođice od usnog otvora, duži (i širi) rep i prečnik glave a kraći odontostilet i spikul.

## LITERATURA

- Barsi L. (1989): The Longidoridae (Nematoda: Dorylaimida) in Yugoslavia, *Nematol. medit.*, 17, 97-108.
- Brown D. J. F., Taylor C. E. (1987): Comments on the Occurrence and Geographical Distribution of Longidorid Nematodes in Europe and Mediterranean region, *Nematol. medit.*, 15, 333-373.
- Chen Qi-Wen, Hooper D. J., Loof P. H. A., Xu J. (1997): A Revised Polytomous Key for the Identification of Species of the Genus *Longidorus* Micoletzky, 1922 (Nematoda: Dorylaimoidea), *Fundam. Appl. Nematol.*, 20, 15-28.
- Hooper D. J. (1969): Extraction and Handling of Plant and Soil Nematodes, *Nematodes of Tropical Crops*, J. E. Peachey (ed.), Commonwealth Agricultural Bureaux, 22-36.
- Hooper D. J. (1986): Drawing and Measuring Nematodes In: *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes*, J. F. Southey (ed.), Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 87-95.
- Krnjaic Dj ., Lamberti F., Krnjaic S., Agostinelli A., and Radicci V. (2000): Three New Longidorids (Nematoda: Dorylaimida) from Montenegro, *Nematol. medit.*, 28, 235-248.
- Lamberti F., Iovev T., Choleva B., Brown D. J. F., Agostinelli A. and Radicci V. (1997): Morfometric Variation and Juvenile Stages of some Longidorid Nematodes from Bulgaria with Comments on the Number of Juvenile Stages of *Longidorus africanus*, *L. closelongatus* and *Xiphinema santos*, *Nematol. medit.*, 25, 213-237.
- Liskova M. (1997): Nematodes of the Family Longidoridae in the Rhizosphere of Grapevines in Slovak Republic, *Helminthologia*, 34, 87-95,  
[www.saske.sk/~pauwww/helminthologia/issues97\\_2.htm](http://www.saske.sk/~pauwww/helminthologia/issues97_2.htm)
- Mali V.R., Hooper D.J.(1974): Observations on *Longidorus euonymus* n.sp. and *Xiphinema vuittenezi* Luc et al. 1964 (Nematoda: Dorylaimida) associated with spindle trees infected with euonymus mosaic virus in Czechoslovakia. *Nematologica*, 19 :459-467.
- Mayr E. (1969): *Principles of Systematic Zoology*, McGraw-Hill Book Co., New York, London, Toronto.
- Navas A., Baldwin J. G., Barrios L., Nombela G. (1993): Phylogeny and Biogeography of *Longidorus* (Nematoda: Longidoridae) in Euromediterranea, *Nematol. medit.*, 21, 71-88.
- Oostenbrink M. (1960): Estimating Nematode Populations by Some Selected Methods, In: *Nematology-Fundamentals and Recent Advances with Emphasis on Plant Parasitic and Soil Forms*, J. N. Sasser & W. R. Jenkins (eds.), The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 85-102.



- Roca F., Rana G. L. and Kyriakopoulou P. E. (1986): Studies on Longidoridae (Nematoda, Dorylaimida) and Raspberry Ringspot Virus Spread in some Artichoke Fields in Greece, *Nematol. mediterr.*, 14, 251-275.
- Roca F. (1991): The undescribed male of *Longidorus euonymus* Mali et Hooper (Nematoda: Dorylaimida) from southern Italy, *Nematologia Mediterranea* 19(1) p. 129-130.
- Romanenko N. D., Korchinsky A. V. (1996): The First Record of *Longidorus euonymus* (Nematoda: Dorylaimida) from Russia, *First English Language Nematology Symposium Abstract Index by Author*, Russian Society of Nematologists, [www.scri.sari.ac.uk/rjn/roma3.htm](http://www.scri.sari.ac.uk/rjn/roma3.htm)
- Siddiqi M. R. (1986): Tylenchida-Parasites of Plants and Insects, *Commonwealth Institute of Parasitology*, 60-72.
- Winslow R. D. (1960): Some Aspects of the Ecology of Free-living and Plant Parasitic Nematodes, In: *Nematology: Fundamental and Recent Advances with Emphasis on Plant Parasitic and Soil Forms*, J. N. Sasser & W. R. Jenkins (eds.), The University of North Carolina Press, 341-415.

(Primljeno: 08.10.2008.)  
(Prihvaćeno: 26.02.2009.)

**MORPHOLOGICAL CHARACTERS VARIABILITY WITH  
LONGIDORID NEMATODE *LONGIDORUS EUONYMUS* MALI ET  
HOOPER, 1974 (NEMATODA: LONGIDORIDAE)**

VIOLETA ORO

Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade

**SUMMARY**

Morphological characters of *Longidorus euonymus* Mali et Hooper, 1974 from six localities: Vrtogos, Loznica, Kanjiza, Knjazevac, Nis and Subotica were studied. Morphological characters variability both qualitative and quantitative are in the limits of intraspecies tolerance. Juveniles present as four developmental stages differs morphometrically rather than morphologically. J1 tail is more narrow and conoid than others but without special differentiations. Body length, odontostyle and replacement odontostyle values are increasing progressively by stages. There are no morphological and anatomical differences, except morphometrical differences between two specimens of males. Male discovered in Loznica is longer but more narrow than male from Italian population, it has longer and wider tale, greater head diameter and shorter odontostyle and spicules. Female qualitative morphological characters that showed variability are head and tail shape and position of vulva. Odontostyle length as well as head diameter showed minimum variability. Maximum variability was shown by tail length and indices  $c$  and  $c'$ . However, all morphological characters of specimens from Serbia are in general agreement with original description given by Mali et Hooper from 1974.

*Key words:* morphology, morphometric characters, variability, *Longidorus euonymus*

(Received: 08.10.2008.)

(Accepted: 26.02.2009.)

Zaštita bilja  
vol. 58 (1-4), No 259-262, 79-88, 2007, Beograd

UDK 582.96:581.132  
Naučni rad

## UTICAJ GODIŠNJIH PROMENA TEMPERATURE I SVETLOSTI (PAR) NA INDUKCIJU FLUORESCENCIJE CHLA *IN SITU* KOD *PLANTAGO LANCEOLATA* L.

BOGDAN NIKOLIĆ<sup>1</sup>, ZORAN MILIĆEVIĆ<sup>1</sup>, DOBRIVOJ POŠTIĆ<sup>1</sup>, DEJAN DODIG<sup>2</sup>,  
VLADAN JOVANOVIĆ<sup>2</sup>, VASKRSIJA JANJIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

<sup>2</sup>Institut za kukuruz „Zemun-Polje“, Zemun, Beograd

<sup>3</sup>Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Zemun, Beograd

Fluorescencija Chla, kao pokazatelj fotosinteze, posebno je osetljiva na promene temperature i intenziteta svetlosti (PAR). To omogućava praćenje uticaja ovih ekofizioloških parametara na fotosintezu nativnih biljaka. U ovom radu dat je pregled uticaja godišnjih promena temperature i PAR na parametre fluorescencije Chla kod *Plantago lanceolata* (L.), biljne vrste zastupljene u toplijem delu godine. Sniženje temperature umanjuje kvantni prinos i usporava transport elektrona u PS<sub>2</sub>, što dovodi do niskotemperaturne fotoinhibicije. Međutim, to se odvija jačanjem fotoprotektivnih procesa i promenom redoks stanja pula plastohinona u PS<sub>2</sub>, pa pomenute procese možemo posmatrati kao aklimaciju na nisku temperaturu. Ipak, vremenom dolazi do gašenja fizioloških procesa i izumiranja nadzemnih organa ove vrste tokom zime. Ovi nalazi diskutuju se odnosno životne strategije druge simpatričke vrste roda *Plantago*.

*Ključne reči:* temperatura, PAR, fluorescencija Chla, godišnje promene, *Plantago lanceolata* (L.)

### UVOD

Fotosinteza, kao proces pretvaranja energije, zavisi od intenziteta (PAR) i kvaliteta (R/FR aklimacija) svetlosti. PAR je najvažniji promenljivi faktor sredine koji deluje na biljke (Björkman, 1981). Taj faktor varira sezonski, dnevno

**Skraćenice:** PAR: fotosintetski aktivna radijacija (identična vidljivoj sunčevoj svetlosti); Chla: hlorofil a; PS<sub>2</sub>: fotosistem 2; R/FR: odnos intenziteta crvene i tamnocrvene svetlosti; F<sub>0</sub>: minimalna vrednost fluorescencije Chla; Fm: maksimalna vrednost fluorescencije Chla; Fv: Fm-F<sub>0</sub>; Fv/Fm, Fv/F<sub>0</sub>: potencijalni kvantni prinos fotosistema 2

i prostorno. Biljke sunca, generalno gledano, imaju intenzivniju fotosintezu pri većoj PAR, od biljke senke (Björkman, 1981).

Pored svetlosti i temperatura deluje na fotosintezu, kao značajan ekofiziološki faktor (Berry i Björkman, 1980). Temperatura deluje na fotosintezu kao na niz enzimskih reakcija, saglasno Mihaelis-Mentenovoj kinetici (Edwards i Walker, 1983), što je slučaj sa fotosintetskim reakcijama u stromi („tamna faza fotosinteze“). Temperatura takođe deluje i na membranske fotosintetske reakcije („svetla faza fotosinteze“), što najviše zavisi od statusa lipida tilakoida (Lyons i sar., 1979; Nishida i Murata, 1996).

Membranske reakcije fotosinteze povezane su sa fotosintetskim procesima strome (Edwards i Walker, 1983; Geiger i Servaites, 1994; Long i sar., 1994), pa praćenjem „svetle faze“ možemo procenjivati ukupnu fotosintezu. Uobičajena tehnika za praćenje membranskih reakcija fotosinteze je fluorescencija Chla (Krause i Weis, 1991). Ovako procenjujemo „svetlu fazu“ i ukupnu fotosintezu u različitim ekofiziološkim situacijama (Björkman i Demmig, 1987; Genty i sar., 1989; Burke, 1990; Demmig-Adams i Adams, 1992; Oberhuber i Edwards, 1993). Ekofiziološke studije uticaja svetlosti i temperature na fotosintezu *in situ* obično uključuju PAM fluorimetriju (Maxwell i Johnson, 2000), dok se metoda nemodulisane fluorimetrije mnogo manje se primenjuje u ekofiziologiji.

## MATERIJAL I METODE

Indukcija fluorescencije Chla praćena je *Handy-PEA* portabl fluorometrom (*Hansatech*, UK). Ovaj aparat ima softver za izračunavanje, numeričko predstavljanje i memorisanje parametara indukcije fluorescencije Chla. Tokom oglada praćeni su sledeći parametri:  $F_0$ ,  $F_m$ ,  $F_v/F_m$ ,  $F_v/F_0$  (definisani saglasno: Krause i Weis (1991), Strasser i sar. (1995) i Maxwell i Johnson (2000)), kao i parametri Pindex (indeks relativne vitalnosti fotosinteze), Tfm (msec; vreme dostizanja  $F_m$ : pokazatelj brzine redukcije  $Q_A$  akceptora  $PS_2$ , tj. brzine transporta elektrona u  $PS_2$ ) i A (area;  $bmS$ ; površina iznad krive indukcije fluorescencije između  $F_0$  i  $F_m$ : merilo veličine pula plastohinona u  $PS_2$ ) (Strasser i sar., 1995). Fotosintetski aktivna radijacija (PAR;  $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) merena je *Li-1000* „svetlomermom“ (*Li-Cor*, USA), dok je temperatura vazduha u blizini biljaka merena *BIG DIGIT Dual Thermo* termometrom (opseg merenja: od  $-50\ ^\circ C$  do  $+70\ ^\circ C$ ).

Pošto su PAR i temperatura merilo energije (svetlosne ili termalne) kojoj su biljke izložene, pre statističke obrade uradili smo tzv. Arrheniusovu transformaciju rezultata (Marković i sar., 1996).

Transformacija rezultata urađena je kod parametara koji nisu dati kao odnosi ( $F_0$ ,  $F_m$ , Tfm i A), tako što se oni logaritmuju prirodnim logaritmom, a PAR i

apsolutna temperatura ( $T$ ; °K) daju se kao recipročne vrednosti ( $1/A$ ,  $1/T$ ). Kod parametara datih kao odnosi ( $F_v/F_m$ ,  $F_v/F_0$  i  $P_{index}$ ) pomenuta transformacija se ne vrši. Statistička obrada rezultata (određivanje srednje vrednosti merenja, korelaciona i regresiona analiza odnosa parametri fluorescencije (transformisani ili netransformisani) vs.  $1/PAR$  ili  $1/T$ ) obavljena je u programskom paketu *Excell* (*Microsoft*, USA).

Merenja indukcije fluorescencije Chla vršena su na biljkama *Plantago lanceolata* (L.) („muška bokvica“) *in situ* u Zemunu ( $\cong 100$  m n.v.). Merenja su vršena u periodu oktobar 2005-februar 2006 na svakih 15 dana, dok je od marta do oktobra 2006 to činjeno na otprilike 30 dana. Ta merenja se obavljaju po jednočasovnoj aklimaciji delova listova na tamu (tzv. lisnom viljuškom) *in situ* u 4 ponavljanja. To je potrebno radi određivanja parametra  $F_0$ .

## REZULTATI

Zapažamo da tokom perioda oktobar 2005-oktobar 2006 parametar PAR statistički značajno raste (Tabela 1), međutim uzorkovanje nije bilo vremenski ravnomerno, pa rezultate regresione analize ne prikazujemo.

Kod *Plantago lanceolata* temperatura ima veliki uticaj na parametre indukcije fluorescencije Chla (Tabela 1). Tako, pri sniženju temperature (veće  $1/T$  vrednosti!) dolazi do značajnog (0,001% prag značajnosti) porasta parametara  $\ln F_0$  i  $\ln F_m$  (Tabela 1; Grafici 1 i 6), dok parametar  $\ln F_m$  značajno (0,01% prag značajnosti) opada (Tabela 1; Grafik 2), kao i parametri  $F_v/F_m$ ,  $F_v/F_0$  i  $P_{index}$  (0,001% prag značajnosti) (Tabela 1; Grafici 3, 4 i 5). Znači, usled sniženja temperature smanjuju se vrednosti varijabilne i ukupne fluorescencije, kvantnog prinosa  $PS_2$  i ukupne fotosinteze (Tabela 1; Grafici 2, 3, 4, 5). Istovremeno dolazi do jačanja fotoprotektivnih procesa (više vrednosti  $\ln F_0$ ) i promene redoks stanja pula plastohinona  $PS_2$  (Tabela 1; Grafici 1, 6) u navedenim uslovima.

**Tabela 1** – Korelacioni odnosi vremena merenja i parametara indukcije fluorescencije Chla prema recipročnim vrednostima apsolutne temperature ( $1/T$ ;  $^{\circ}\text{K}$ ) i fotosintetski aktivne radijacije ( $1/\text{PAR}$ ;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) mereni kod *Plantago lanceolata* (L.).

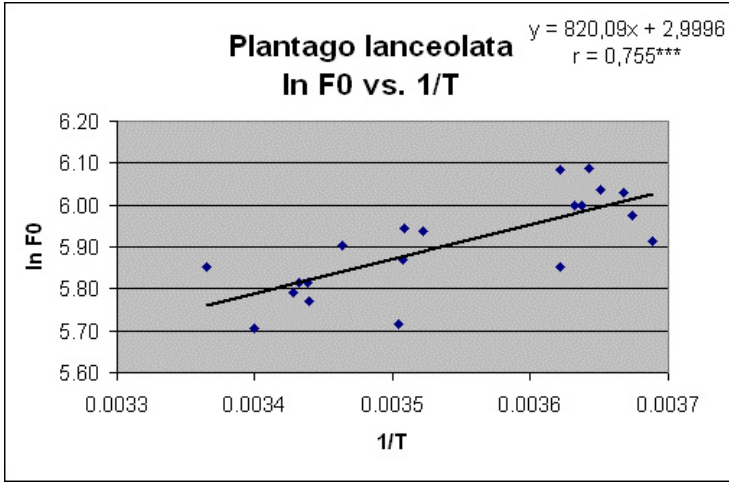
**Table 1** – Corelative relationship between time of measurement and parameters of Chla fluorescence induction against reciprocal values of absolute temperature ( $1/T$ ;  $^{\circ}\text{K}$ ) and photosynthetic active radiation ( $1/\text{PAR}$ ;  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) measuring in *Plantago lanceolata* (L.).

Ukupno	Vreme	$\ln F_0$	$\ln F_m$	$F_v/F_m$	$F_v/F_0$	Pindex	$\ln T_{fm}$ ; mS	$\ln A$ ; bmS	$1/\text{PAR}$ ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$1/T$ ; $^{\circ}\text{K}$
Vreme	1.000									
$\ln F_0$	-0.627	1.000								
$\ln F_m$	-0.090	-0.191	1.000							
$F_v/F_m$	0.012	-0.301	0.985	1.000						
$F_v/F_0$	0.127	-0.513	0.932	0.941	1.000					
Pindex	0.239	-0.632	0.817	0.845	0.944	1.000				
$\ln T_{fm}$ ; mS	-0.591	0.814	-0.443	-0.531	-0.664	-0.757	1.000			
$\ln A$ ; bmS	-0.317	0.166	0.858	0.844	0.650	0.497	-0.109	1.000		
$1/\text{PAR}$ ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	-0.457 <sup>a</sup>	0.186	0.215	0.158	0.137	-0.098	0.152	0.301	1.000	
$1/T$ ; $^{\circ}\text{K}$	-0.407	0.755 <sup>c</sup>	-0.645 <sup>b</sup>	-0.708 <sup>c</sup>	-0.824 <sup>c</sup>	-0.883 <sup>c</sup>	0.779 <sup>c</sup>	-0.300	0.177	1.000

a  $\text{LSD}_{0.05} = 0.444$ ,

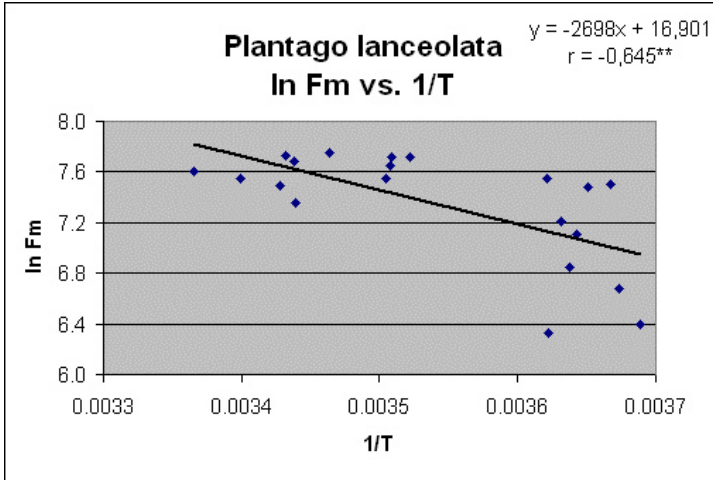
b  $\text{LSD}_{0.01} = 0.561$ ,

c  $\text{LSD}_{0.001} = 0.679$



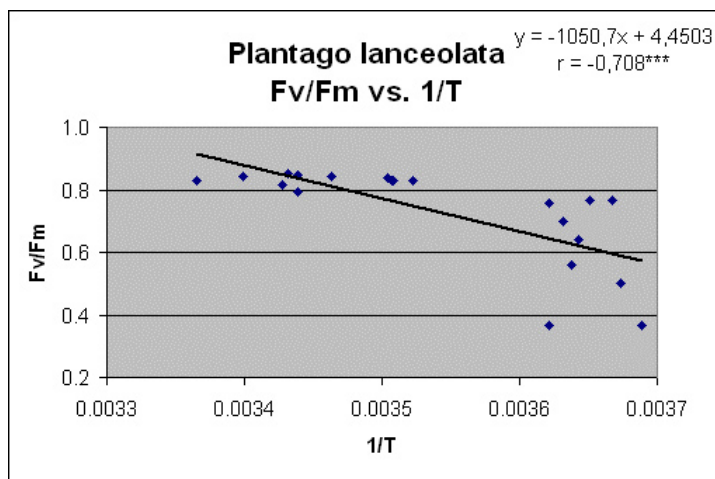
**Grafik 1** – Regresioni odnos  $\ln F_0$  parametra indukcije fluorescencije Chla prema recipročnim vrednostima apsolutne temperature ( $1/T$ ;  $^{\circ}\text{K}$ ). Mereno kod *Plantago lanceolata*.

**Graph 1** – Regression relationship between  $\ln F_0$  parameter of Chla fluorescence induction and reciprocal values of absolute temperature ( $1/T$ ;  $^{\circ}\text{K}$ ). Measured on a *Plantago lanceolata*.



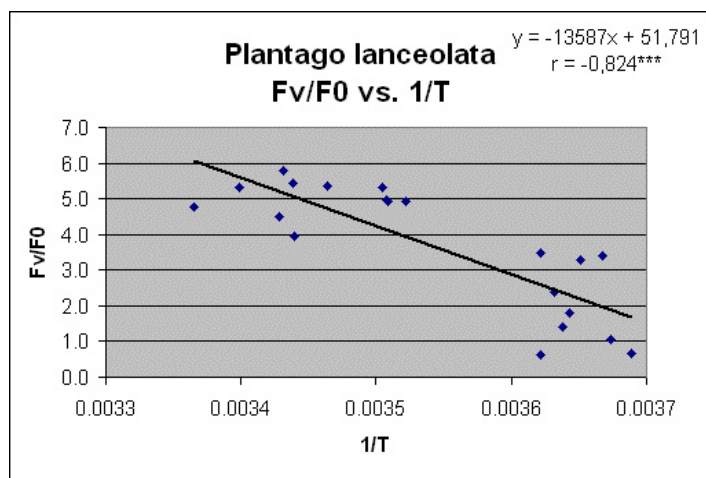
**Grafik 2** – Regresioni odnos  $\ln F_m$  parametra indukcije fluorescencije Chla prema recipročnim vrednostima apsolutne temperature ( $1/T$ ;  $^{\circ}\text{K}$ ). Mereno kod *Plantago lanceolata*.

**Graph 2** – Regression relationship between  $\ln F_m$  parameter of Chla fluorescence induction and reciprocal values of absolute temperature ( $1/T$ ;  $^{\circ}\text{K}$ ). Measured on a *Plantago lanceolata*.



**Grafik 3** – Regresioni odnos Fv/Fm parametra indukcije fluorescencije Chla prema recipročnim vrednostima apsolutne temperature (1/T; °K). Mereno kod *Plantago lanceolata*.

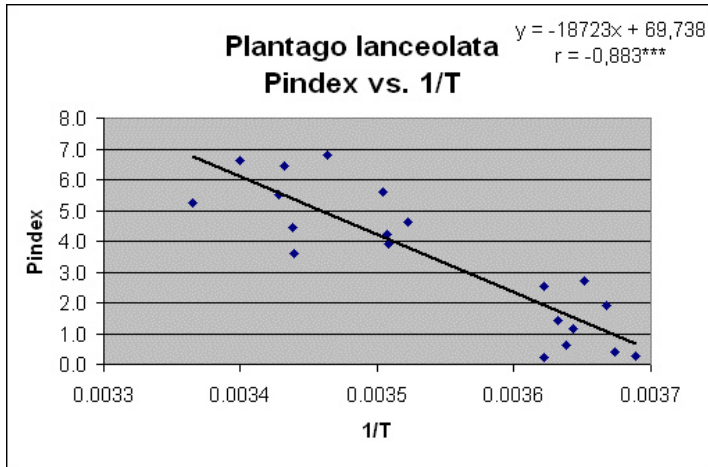
**Graph 3** – Regression relationship between Fv/Fm parameter of Chla fluorescence induction and reciprocal values of absolute temperature (1/T; °K). Measured on a *Plantago lanceolata*.



**Grafik 4** – Regresioni odnos Fv/F<sub>0</sub> parametra indukcije fluorescencije Chla prema recipročnim vrednostima apsolutne temperature (1/T; °K). Mereno kod *Plantago lanceolata*.

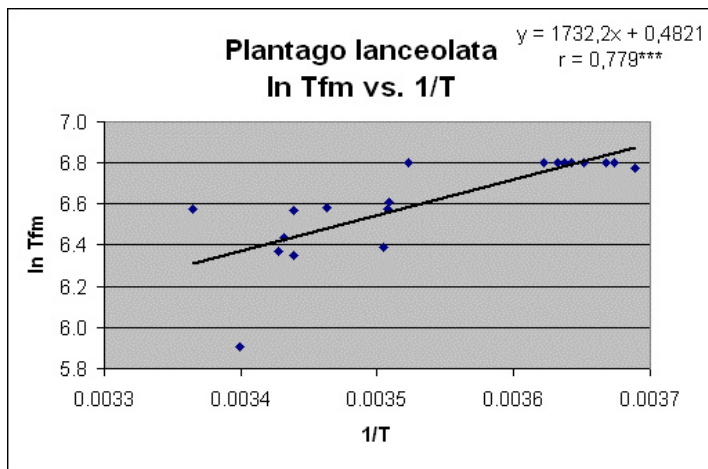
**Graph 4** – Regression relationship between Fv/F<sub>0</sub> parameter of Chla fluorescence induction and reciprocal values of absolute temperature (1/T; °K). Measured on a *Plantago lanceolata*.





**Grafik 5** – Regresioni odnos Pindex parametra indukcije fluorescencije Chla prema recipročnim vrednostima apsolutne temperature (1/T; °K). Mereno kod *Plantago lanceolata*.

**Graph 5** – Regression relationship between Pindex parameter of Chla fluorescence induction and reciprocal values of absolute temperature (1/T; °K). Measured on a *Plantago lanceolata*.



**Grafik 6** – Regresioni odnos ln Tfm (mS) parametra indukcije fluorescencije Chla prema recipročnim vrednostima apsolutne temperature (1/T; °K). Mereno kod *Plantago lanceolata*.

**Graph 6** – Regression relationship between ln Tfm (mS) parameter of Chla fluorescence induction and reciprocal values of absolute temperature (1/T; °K). Measured on a *Plantago lanceolata*.

## DISKUSIJA

Izneti rezultati mogu da objasne nešto veću otpornost *Plantago lanceolata* na niske temperature odnosno *Plantago maior* (Nikolić i sar., 2008). Povišenje  $F_0$  (Tabela 1; Grafik 1), kao merilo fotoprotektivnih procesa u  $PS_2$  (Krause i Weis, 1991), ukazuje na dinamičku fotoinhibiciju fotosinteze (Demmig-Adams i Adams, 1992; Osmond, 1994), kao kontrolisano, aklimaciono sniženje fotosintetske aktivnosti, uz delimično očuvanje fotosintetskih funkcija.

Sve to ipak ne „spašava“ *Plantago lanceolata* od sniženja fotosintetske aktivnosti (Tabela 1; Grafici 2, 3, 4 i 5) i razvoja procesa senescencije listova uslovljenog niskim temperaturama. To je u skladu sa životnom strategijom *Plantago lanceolata*, kao vrste koja napreduje tokom toplijeg dela godine, a preživljava hladniji deo sezone preko podzemnih organa (Sagar i Harper, 1964). Da li ova nešto veća otpornost fotosinteze *Plantago lanceolata* (Tabela 1; Grafici 1 i 6) prema niskim temperaturama, u odnosu na npr. *Plantago maior* (Nikolić i sar., 2008), pruža neke kompetitivne prednosti (npr. duža vegetaciona sezona sa većom produkcijom rezervne organske materije i semena), nije jasno i može biti predmet daljih istraživanja.

## LITERATURA

- Berry, J. i O. Björkman (1980) Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Revue of Plant Physiology*, 31: 491-543.
- Björkman, O. (1981) Responses to Different Quantum Flux Densities. in: *Encyclopedia of Plant Physiology Vol. 12A*: 57-107.
- Björkman, O. i B. Demmig (1987) Photon yield of  $O_2$  evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins. *Planta*, 170: 489-504.
- Burke, J.J. (1990) Variation among species in the temperature dependence of the reappearance of variable fluorescence following illumination. *Plant Physiology*, 93: 652-656.
- Demmig-Adams, B. i W.W. III Adams (1992) Photoprotection and other Responses of Plants to High Light Stress. *Annual Revue of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43: 599-626.
- Edwards, G. i D. Walker (1983)  $C_3$ ,  $C_4$ : Mechanisms, and cellular and environmental regulation of photosynthesis. Blackwell, Oxford, UK.
- Geiger, D.R. i J.C. Servaites (1994) Diurnal regulation of photosynthetic carbon metabolism in  $C_3$  plants. *Annual Revue of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 44: 235-256.
- Genty, B., Briantais, J.-M. i N.R. Baker (1989) The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta*, 990: 87-92.

- Krause, G.H. i E. Weis (1991) Chlorophyll fluorescence: The Basics. Annual Revue of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 42: 313-349.
- Long S.P., Humphries S. i P.G. Falkowski (1994) Photoinhibition of Photosynthesis in Nature. Annual Revue of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 45: 633-662.
- Lyons, J.M., Graham D. i J.K. Raison (eds.) (1979) Low temperature stress in crop plants. Academic Press, New York.
- Marković, D., Jeremić, M. i Č. Radenović (1996) Savremena Biofizika. 4. Zakasnela Fluorescencija Hlorofila. Velarta, Beograd, ISBN 86-7138-015-7.
- Maxwell, K. i G.N. Johnson (2000) Chlorophyll fluorescence-a practical guide. Journal of Experimental Botany, 51 (345): 659-668.
- Nikolić, B., Dodig, D., Jovanović, V., Janjić, V. i Z. Milićević (2008) Uticaj godišnjih promena temperature i svetlosti (PAR) na indukciju fluorescencije Chla *in situ* kod *Stellaria media* (L.) i *Plantago maior* (L.). Acta herbologica, Vol. 17, No. 1: 147-153.
- Nishida, I. i N. Murata (1996) Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: the crucial contribution of membrane lipids. Annual Revue of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 47: 541-568.
- Oberhuber, W. i G.E. Edwards (1993) Temperature Dependence of the Linkage of Quantum Yield of Photosystem II to CO<sub>2</sub> Fixation in C<sub>4</sub> and C<sub>3</sub> Plants. Plant Physiology, 101: 507-512.
- Osmond C.B. (1994) What is photoinhibition? Some insight from comparisons of shade and sun plants. in: PHOTONHIBITION OF PHOTOSYNTHESIS: from molecular mechanisms to the field (eds. Baker N.R. and Bowyer J.R.), pp. 1-24; BIOS, Oxford, UK
- Sagar G.R. i J.L. Harper (1964) Biological flora of British Isles: *Plantago maior* L., *Plantago media* L. and *Plantago lanceolata* L. Journal of Ecology, 52: 189-221.
- Strasser, R., Srivastava, A. i Govindjee (1995) Polyphasic chlorophyll a fluorescence transient in plants and cyanobacteria. Photochemistry and Photobiology, 61: 32-34.

(Primljeno: 03.12.2008.)

(Prihvaćeno: 26.02.2009.)

## ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se kolegama iz Instituta za poljoprivredna i tehnološka istraživanja iz Zaječara, koji su nam pozajmili *Handy-PEA* fluorometar. Rad je finansiran sredstvima sa projekata Ministarstva nauke Republike Srbije.

**INFLUENCE OF ANNUAL CHANGES OF TEMPERATURE AND LIGHT (PAR) ON INDUCTION OF CHLA FLUORESCENCE *IN SITU* IN *PLANTAGO LANCEOLATA* (L)**

BOGDAN NIKOLIĆ <sup>1</sup>, ZORAN MILIĆEVIĆ <sup>1</sup>, DOBRIVOJ POŠTIĆ <sup>1</sup>, DEJAN DODIG <sup>2</sup>,  
VLADAN JOVANOVIĆ <sup>2</sup>, VASKRSIJA JANJIĆ <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade

<sup>2</sup>Maize Research Institute „Zemun-Polje“ Zemun, Belgrade

<sup>3</sup>Pesticides and Environment Protection Institute, Zemun, Belgrade

**SUMMARY**

Chla fluorescence, as a mode of estimation of photosynthesis, especially are sensitive to changes of temperature and intensity of light (PAR). This enable to follow influence of this ecophysiological parameters of native plants photosynthesis. In this article we investigated influence of annual changes of temperature and PAR on parameters of induction of Chla fluorescence in *Plantago lanceolata* (L.), plant species more represented in warmer part of year. Lowering of temperature reduces quantum efficacy and electron transport in PS<sub>2</sub> and induced low-temperature photoinhibition of photosynthesis. But, this is because of stronger photoprotective processes and changes of redox state of plastoquinone pool in PS<sub>2</sub>. Because that this processes we viewed as a acclimation to low temperatures. But with prolonged low- temperature exposure all physiological processes quenched and all aboveground parts delayed in that species. If we compare some different acclimation to low temperatures *Plantago lanceolata* and *Plantago maior*, species which settled in very neighbouring sites, the conclusion of that discussion is question: „Is it different acclimative responses of this spesies in condition of low temperatures, reason for posible competitive advantage one of them?“ This is object of future investigation.

(Received: 03.12.2008.)

(Accepted: 26.02.2009.)

**UTICAJ RUČNE OBRADE NA ZAKOROVljenOST  
USEVA LEKOVITOG BILJA: TIMIJANA (*THYMUS  
VULGARIS* L.), MATIČNJAKA (*MELISSA OFFICINALIS* L.),  
LAVANDE (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* L.)  
I ŽALFIJE (*SALVIA OFFICINALIS* L.)**

SAVA VRBNičANIN<sup>1</sup>, R. JEVĐOVIĆ<sup>2</sup>, D. BOŽIĆ<sup>1</sup>, DANIJELA PAVLOVIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 11000 Beograd

<sup>2</sup>Institut za lekovito bilje “Josif Pančić”, Beograd

<sup>3</sup>Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

U usevima timijana (*Thymus vulgaris* L.), matičnjaka (*Melissa officinalis* L.), lavande (*Lavandula angustifolia* L.) i žalfije (*Salvia officinalis* L.) rađena su florističko-fitocenološka snimanja korovske vegetacije. Prvo snimanje obavljeno je pre, a drugo posle ručne obrade zemljišta. U svakom od useva, po sistemu slučajnog uzorka, odabrane su površine od 1 m<sup>2</sup> sa kojih je skinuta nadzemna masa biljaka i za svaku prisutnu vrstu izmerena sveža, a nakon vazdušnog sušenja i suva masa. U sva četiri useva konstantovano je 35 korovskih vrsta, pri čemu najviše u žalfiji 28, u lavandi 23, u timijanu 20, dok je u matičnjaku zabeleženo samo 16 vrsta. Među prisutnim vrstama najbrojnije su bile terofite (13), odmah iza njih hemikriptofite (12), a manje zastupljene su bile geofite (5) i tero-hemikriptofite (5). Od 35 utvrđenih vrsta u sva četiri analizirana useva sa najvećim ocenama za brojnosti i pokrovnost su bile: *Convolvulus arvensis*, *Agropyrum repens*, *Cirsium arvense*, *Erigeron canadensis*, *Lactuca serriola* i *Polygonum lapathifolium*. Vrste *C. arvensis* i *A. repens* koje po kvantitetu preovlađuju u korovskim zajednicama ispitivanog lekovitog bilja odlikuju se i najvećom svežom biomasom, a posle njih dolaze: *Sonchus arvensis*, *Sorghum halepense*, *L. serriola* i *C. arvense*.

*Ključne reči:* agrotehnika, korovi, lekovite biljke

## UVOD

Vekovima su lekovite biljke sakupljane iz spontane flore, ali sa sve većom popularizacijom povratka prirodnim resursima u ishrani i lečenju povećavale su se i potrebe tržišta za ovim biljkama, pa interesovanje za plantažnim gajenjem lekovitih biljaka postaje sve izraženije. Pored ostalih štetnih bioagenasa (prouzrokovali biljne bolesti i štetočine), korovi predstavljaju ograničavajući faktor u proizvodnji lekovitog bilja (Ivanović i sar., 1997, 1998; Kostić i sar., 1998, 1999). Zahvaljujući visokoj brojnosti, visokom kapacitetu za razmnožavanje i raznovrsnosti životnih formi, što ih čini značajnim kompetitorima gajenih biljaka, korovi u usevima lekovitog bilja imaju negativan uticaj na visinu i kvalitet prinosa, a naročito na sadržaj eteričnih ulja (Ivanović i sar., 1997, 1998; Qasem and Foy, 2006; Vrbničanin i sar., 2000). Kao i u svetu, i kod nas postoji malo podataka koji daju realnu sliku o zakorovljenosti plantaža lekovitog bilja. S druge strane, nisu jasno definisane strategije o sistemima kontrole korova na takvim plantažama gde primena herbicida za suzbijanje korova nije preporučljiva ako želimo proizvodnju ekološki zaštićenih proizvoda lekovitog bilja. Dakle, neophodna su osnovna florističko-fitocenološka snimanja i analiza korovske flore i vegetacije u usevima lekovitog bilja u Srbiji da bi na osnovu njih razvili strategiju u suzbijanju korova na plantažama lekovitog bilja. U tom pogledu, do sada, izvestan doprinos su dali: Kišgeci i Adamović (1994) i Vrbničanin i sar. (1998, 2000, 2002, 2003).

Konvencionalne strategije u suzbijanju korova u agroekosistemu koje uključuju i redovnu primenu herbicida nisu u potpunosti prihvatljive kad su u pitanju plantaže lekovitog bilja, što potvrđuje i mali broj registrovanih herbicida za primenu u ovim usevima. Iako su pojedini autori (Mačko, 1984; Freyer and Makepeace, 1978 cit. Kostić et al., 1999) proučavali mogućnosti upotrebe herbicida u suzbijanju korova u usevima lekovitog bilja, generalno se ne preporučuje upotreba hemijskih sredstava, pa se za kontrolu korova prvenstveno koriste nehemijske, i to uglavnom agrotehničke mere. Najbolji rezultati u suzbijanju korova u usevima lekovitog bilja mogu se postići primenom koncepta integralne zaštite, koji podrazumeva kombinaciju različitih mera shodno tipu useva i nivou zakorovljenosti (Maas, 1978; Michaud et al., 1993; Pank et al., 1980; Mennan et al., 2006). Jedan od pravaca usavršavanja sistema kontrole korova u lekovitom bilju jeste i korišćenje alelopatije, odnosno pojave da jedna biljna vrsta izlučuje materije koje inhibiraju ili stimulišu rast drugih biljaka. Ove materije označene su kao alelohemikalije/kolini i predstavljaju izlučevine iz biljnih organa ili produkte njihovog raspadanja. U vezi s tim, Đikić i sar. (2003) navode podatke o alelopatskom uticaju ekstrakata nekih aromatičnih i lekovitih biljaka na klijanje semena devet vrsta korova. Tako je ekstrakt kamilice smanjio klijanje štira (*Amaranthus retroflexus*) za 65%, a semena broćike (*Galium aparine*) za 6-15%. Ekstrakt timijana

inhibirao je klijanje prstenka (*Anthemis arvensis*) za 64%. Poznavanjem odnosa konkurencije i načina alelopatskog delovanja mogu se stvoriti uslovi u kojima će gajena biljka, zahvaljujući ovoj pojavi imati prednost nad korovima. Budućnost u proizvodnji ekološki čistog lekovitog bilja treba tražiti i kroz biološke mera borbe protiv korova, koje je potrebno integrisati sa agrotehničkim i ostalim merama. Takođe, potrebno je raditi na metodama prognoziranja zakorovljenosti na osnovu aktivne rezerve korovskog semena u zamljištu, kao i selekcionisanju lekovitih biljaka koje bi svojim morfo-fiziološkim osobinama imale veću konkurentsku sposobnost u odnosu na korove.

U ovom radu ispitivana je zakorovljenost četiri višegodišnja useva lekovitog bilja: timijana, matičnjaka, lavande i žalfije, kao i uticaj ručne obrade zemljišta na nivo zakorovljenosti ovih useva.

## MATERIJAL I METODE

Ocena zastupljenosti korova u usevima timijana, matičnjaka, lavande i žalfije obavljena su tokom vegetacione sezone 2005, na plantažama Instituta za lekovito bilje "Josif Pančić" u Pančevu. Zemljište ispitivanih površina je ritska crnica, koja sadrži 48% gline i 4.3% humusa i slabo kisele do slabo alkaline je reakcije (pH 5.7-8.0). Srednje mesečne temperature vazduha i sume padavina u 2005. godini prikazani su u tabeli 1.

Sva četiri useva su zasnovana iz rasada u periodu od treće dekade marta do prve dekade aprila 2004. godine na površinama na kojim je predusev bila pšenica. Prva ocena zakorovljenosti parcela je obavljena pre (19. maja), a druga posle ručnog kopanja (21. jula) tokom 2005. godine, i to kada su korovi bili u fazi cve-tanja. Ocena zastupljenosti korova je rađena prema kombinovanoj skali za brojnost, pokrovnost i združenost na po dve parcele za svaki usev (1– pojedinačni primerci prisutni; 2– malo biljaka, pokrovnost neznata; 3– dosta biljaka, pokrovnost mala 1-10%; 5– vrsta vrlo obilno zastupljena, pokriva 10-25% površine; 7– bez obzira na broj primeraka, vrsta pokriva 25-50% površine; 8– bez obzira na broj primeraka, vrsta pokriva 50-75% površine; 9– bez obzira na broj primeraka, vrsta pokriva 75-100% površine) (Vestoff i van der Marrel, 1973). Životni spektri flore i vegetacije su računati prema dole navedenim formulama (Kojić i sar.,1997):

$$\% \check{Z}F_i = 100s_i/S \quad (i=1, \dots, 5)$$

$\% \check{Z}F_i$  – % zastupljenost i-te životne forme

$s_i$  – broj vrsta koje pripadaju toj životnoj formi

$S$  – ukupan broj vrsta u uzorku



$$\% \mathring{Z}F_i = 100n_i/N \quad (i=1, \dots, 5)$$

$n_i$  – broj jedinki koje pripadaju toj životnoj formi

$N$  – ukupan broj jedinki u analiziranom uzorku

U svakom od useva, po sistemu slučajnog uzorka, odabrane su po 3 površina od 1 m<sup>2</sup> sa kojih je skinuta nadzemna masa biljaka i za svaku prisutnu vrstu izmerna sveža, a nakon vazdušnog sušenja u trajanju od deset dana, i suva masa.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Na plantažama četiri useva lekovitog bilja: timijana, žalfije, matičnjaka i lavande na lokalitetu Pančevo utvrđeno je 35 korovskih vrsta: u žalfiji 28, timijanu 20, lavandi 23 i u matičnjaku 16. Podaci koji se odnose na brojnost, pokrovnost i združenost prisutnih vrsta dati su u tabelama 2. i 3. U sva četiri ispitivana useva utvrđen je daleko manji broj vrsta korova, nego u prethodno ispitivanim usevima kamilice (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch), slačice (*Sinapis alba* L.), mirođije (*Anethum graveolens* L.) i peršuna (*Petroselinum crispum* Airy-Shaw) na istom lokalitetu (Vrbničanin i sar. 1998). Naime, navedeni autori su u pomenuta četiri useva ustanovili prisustvo 70 korovskih vrsta, od čega je čak 50 bilo zastupljeno u usevu kamilice.

Korovsku zajednicu useva timijana, pre obrade zemljišta sačinjavalo je 20 vrsta, a nakon obrade zabeleženo je 13 vrsta, što znači da je zakorovljenost useva smanjena za oko 35% u odnosu na period pre okopavanja. Najzastupljenije vrste pre obrade zemljišta bile su *C. arvensis* (3, tj. dosta biljaka, pokrovnost mala 1-10%; do 8 tj. bez obzira na broj primeraka, vrsta pokriva 50-75% površine) i *C. arvense* (2, tj. malo biljaka, pokrovnost neznata; do 7, tj. bez obzira na broj primeraka, vrsta pokriva 25-50% površine), koje su po životnom obliku geofite sa snažno razvijenim podzemnim organima za vegetativno razmnožavanje, što otežava njihovo suzbijanje (Collier i sar., 2007; Mennan i sar, 2006). Vrste *T. officinale*, *E. canadensis*, *L. serriola*, *P. lapathifolium*, *S. halepense* i *A. repens* su takođe bile u značajnom stepenu zastupljene (2-5). Iako ostale vrste posmatrano pojedinačno, nisu pokrivale značajniju površinu u usevu, one se ne mogu zanemariti jer zbirno utiču na ukupnu zakorovljenost useva. Pri drugoj oceni, najvećom brojnošću i pokrovnošću su se i dalje odlikovale *C. arvensis* i *C. arvense*, ali su njihove ocene bile niže nego za vreme prvog snimanja (3-5, odnosno 2-3). Ostalih 11 vrsta karakteriše neznatna pokrovnost. Takođe, može se zapaziti i odsustvo pojedinih vrsta koje su bile registrovane u prvoj oceni, i to *S. arvensis*, *P. lapathifolium*, *C. bursa-pastoris*, *A. artemisifolia*, *Ch. album*, *S. halapense*, *C.*



*biennis*. i *L. viminea*. U tabeli 4 dati su podaci koji se odnose na težinu nadzemne i podzemne sveže i suve mase korovskih biljaka, kao i prosečna masa za svaku vrstu. Najveću ukupnu masu imale su upravo vrste sa najvećim ocenama za brojnost i pokrovnost, tj. *C. arvensis* (165,4g u I oceni, 218,4g u II oceni), *C. arvensis* (116,6g u I oceni, 107,2g u II oceni) i *T. officinale* (124g u I oceni). Takođe, može se konstatovati i da neke biljke sa neznatnom brojnošću i pokrovnošću imaju visoku prosečnu masu po biljci, kao npr. *T. major*, koji sa ocenom 2 ima masu od čak 20g po biljci.

**Tabela 1** – Srednje mesečne temperature vazduha (°C) i sume padavina (mm) na području Pančeva u 2005. godini

**Table 1** – Average monthly air temperatures (°C) and sum of rain fall (mm) in Pancevo region in 2005

Mesec Month	Temperatura Temperature	Padavine Rain fall
I	-0,13	11,43
II	-2,86	5,67
III	5,97	3,07
IV	11,70	6,63
V	21,70	14,30
VI	35,00	5,40
VII	23,26	32,47
VIII	25,19	2,03
IX	17,93	21,93
X	10,29	37,10
XI	7,80	9,43
XII	2,20	8,10
God.prosek Year average	12,34	13,13
Suma IV-IX Sum IV-IX	124,78	82,76

Na plantažama žalfije pre mehaničke obrade zemljišta utvrđeno je prisustvo 25 korovskih vrsta, a najbrojnije su bile *A. repens* (7-8), *C. arvensis* (7) i *E. canadensis* (5-7), *L. serriola* i *L. viminea* (3-7). Kao i u timijanu, u žalfiji najveće ocene za brojnost, pokrovnost i združenost imale su uglavnom geofite, dok su terofite i hemikriptofite imale niže vrednosti. Posle obrade zemljišta konstatovano je prisustvo 13 korovskih vrsta, odnosno, zakorovljenost je bila smanjena za 48%. I dalje su *C. arvensis* i *A. repens* dominirale u odnosu na ostale zastupljene vrste, ali ipak sa nižom ocenom (5-7, odnosno 3-5) u odnosu na period pre okopavanja. Zabeleženo je odsustvo 15 vrsta, od kojih je najveći broj imao neznatnu brojnost i pokrovnost pre obrade zemljišta. S druge strane, konstatovane su

3 vrste, koje nisu bile prisutne u prvoj oceni: *L. temulentum*, *S. oleraceus* i *A. vulgaris*. Najveća nadzemna i podzemna biomasa (tabela 5) izmjerena je kod *A. repens* (690g) i *T. major* (395g), s tim što se ova druga vrsta ne sreće sa velikom brojnošću. U drugoj oceni, po težini sveže mase, ističu se *C. arvensis* (146,4g) i *S. halepense* (103,2g).

**Tabela 2** – Zastupljenost korova u usevima lekovitog bilja: timijanu, žalfiji, matičnjaku i lavandi pre obrade zemljišta na području Pančeva

**Table 2** – Weed species present in medical crops: thyme, salvia, balm and lavender before agricultural land preparation in Pancevo region

Životni oblik	Vrsta Species	Timijan Thyme	Žalfija Salvia	Matičnjak Balm	Lavanda Lavander
G	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	3-8	7	5-8	7-8
T	<i>Erigeron canadensis</i> L.	2-5	5-7	5-7	7-8
H	<i>Taraxacum officinale</i> Web.	2-3	3-5	2	2
TH	<i>Lactuca serriola</i> Torn.	2-5	3-7	7	5-7
T	<i>Chamomilla recutita</i> L.	2	2	.	.
H	<i>Tragapogon major</i> Jacq.	2-5	3-8	3-5	3-5
G	<i>Cirsium arvense</i> Scop.	2-7	3-5	3	3-7
T	<i>Portulaca oleracea</i> L.	2-3	.	.	.
H	<i>Sonchus arvensis</i> L.	2-3	2-3	2	2-5
TH	<i>Sonchus asper</i> Mill.	2-3	2	2-3	2-5
T	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	2-5	3-7	5-7	5-8
G	<i>Sorghum halepense</i> Pers.	2-5	2-3	3	2-3
T	<i>Capsella bursa-pastoris</i> Med.	2-3	3	.	2-3
G	<i>Agropyrum repens</i> Beauv.	2-5	7-8	7-8	7
T	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	1-3	.	.	.
T	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	2-3	.	.	.
T	<i>Chenopodium album</i> L.	2-3	2	.	.
H	<i>Crepis biennis</i> L.	2	3-5	3-5	3
TH	<i>Lactuca viminea</i> Presl.	2-3	3-7	3	2-3
T	<i>Consolida regalis</i> S.F.Gray	2	.	.	.
H	<i>Carduus acanthoides</i> L.	.	7	.	.
H	<i>Lolium perenne</i> L.	.	2-5	.	.
T	<i>Papaver rhoeas</i> L.	.	2-3	.	2
TH	<i>Stenactis annua</i> Nees	.	+1	.	.
H	<i>Lythrum salicaria</i> L.	.	2-3	.	.
H	<i>Rumex crispus</i> L.	.	2	.	2
H	<i>Hieracium pilosella</i> L.	.	1-2	.	.
H	<i>Poa pratensis</i> L.	.	2-3	.	.
T	<i>Bromus sterilis</i> L.	.	2	.	2
TH	<i>Sonchus oleraceus</i> Gou.	.	.	3-5	3
T	<i>Consolida orientalis</i> Gay	.	.	.	2
G	<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	.	.	.	2
H	<i>Hordeum murinum</i> L.	.	.	.	3

**Tabela 3.** – Zastupljenost korova u usevima lekovitog bilja: timijanu, žalfiji, matičnjaku i lavandi posle obrade zemljišta na području Pančeva**Table 3.** – Weed species present in medical crops: thyme, salvia, balm and lavender after agricultural land preparation in Pancevo region

Životni oblik	Vrsta Species	Timijan Thyme		Žalfija Salvia		Matičnjak Balm		Lavanda Lavander	
		1	2	1	2	1	2	1	2
		G	<i>Convolvulus arvensis</i> L.		3-5		5-7		5
T	<i>Erigeron canadensis</i> L.		2		2		2-3		2-3
H	<i>Taraxacum officinale</i> Web.		2		2		2		2
TH	<i>Lactuca serriola</i> Torn.		2		2		3		3-5
T	<i>Chamomilla recutita</i> L.		2		1		2		2
H	<i>Tragopogon major</i> Jacq.		2		2-3		.		.
G	<i>Cirsium arvense</i> Scop.		2-3		2		.		2
T	<i>Portulaca oleracea</i> L.		2		.		.		.
TH	<i>Sonchus asper</i> Mill.		2		.		.		.
T	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.		.		2-3		3		3
G	<i>Sorghum halepense</i> Pers.		2		2-3		2-3		2
G	<i>Agropyrum repens</i> Beauv.		2		3-5		3		3-5
T	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		1-2		.		.		.
T	<i>Consolida regalis</i> S.F.Gray		2		.		.		.
H	<i>Lolium perenne</i> L.		.		.		.		2-3
T	<i>Papaver rhoeas</i> L.		.		.		2		.
H	<i>Rumex crispus</i> L.		.		.		.		2
T	<i>Lolium temulentum</i> L.		.		2		.		.
TH	<i>Sonchus oleraceus</i> Gou.		.		2		2		1-2
H	<i>Artemisia vulgaris</i> L.		.		1-2		.		.
H	<i>Hordeum murinum</i> L.		.		.		.		2

U prvoj oceni u usevu matičnjaka registrovano je 14 korovskih vrsta, od kojih su najzastupljenije bile *C. arvensis* (5-8), *L. serriola* (7) i *A. repens* (7-8), a odmah iza njih sledile su *E. canadensis* i *P. lapathifolium* (5-7), kao i *S. oleraceus*, *C. biennis* i *T. major* (3-5). Ostale vrste su se odlikovale slabijom kvantitativnom zastupljenošću. Posle okopavanja korovsku zajednicu useva matičnjaka gradilo je 10 vrsta, dakle, zakorovljenost je bila manja za 29%. Najzastupljenije vrste su bile – *C. arvensis*, *L. serriola* i *P. lapathifolium*, ali kao i u prethodnim usevima, sa nižim ocenama za brojnost i pokrovnost. Zapaženo je odsustvo 6 vrsta u odnosu na prvu ocenu, i javile su se dve nove vrste – *C. recutita* i *P. rhoeas*. Najveću nadzemnu i podzemnu biomasu (tabela 6) u prvoj oceni imale su *A. repens* (124.1g), *L. serriola* (218,6g) i *T. major* (128,3g sa samo dve biljke

**Tabela 4** – Sveža i suva nadzemna i podzemna biomasa korovskih vrsta u usevu timijana (I-prva ocena, II-druga ocena).

**Table 4** – Fresh and dry weight of green parts and roots of weed species present in thyme (I-first evaluation, II-second evaluation).

Vrsta Species	Br. biljaka No of plants		Sveža masa (g) Fresh weight		Prosek po biljci Average per plant		Sua masa (g) Dry weight		Prosek po biljci Average per plant	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Cirsium arvense</i>	51	32	116,60	107,20	2,29	17,20	17,20	21,48	0,34	0,67
<i>Taraxacum officinalis</i>	8		124,00		15,50		20,30		2,54	
<i>Sorghum halapense</i>	5		11,20		2,24		1,80		0,36	
<i>Erigeron canadensis</i>	19	4	32,40	7,20	1,70	1,80	6,00	2,08	0,32	0,52
<i>Lactuca serriola</i>	10	4	60,60	3,60	6,06	0,90	8,80	0,72	0,88	0,18
<i>Sonchus arvensis</i>	6		30,40		5,07		3,80		0,63	
<i>Agropyrum repens</i>	5		3,60		0,72		1,30		0,26	
<i>Convolvulus arvensis</i>	16	24	165,40	218,40	10,34	9,19	33,30	62,16	2,08	2,59
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	8		13,30		1,66		2,10		0,26	
<i>Lactuca viminea</i>	5		3,10		0,62		0,40		0,08	
<i>Chamomilla recutita</i>	2	4	2,80	2,40	1,40	0,60	1,10	0,52	0,55	0,13
<i>Crepis biennis</i>	2		15,70		7,85		5,10		2,55	
<i>Tragopogon major</i>	1		20,00		20,00		5,00		5,00	
<i>Consolida regalis</i>		4		2,40		0,60		0,72		0,18
<i>Amaranthus retroflexus</i>		24		4,80		0,20		1,64		0,07

**Tabela 5** – Sveža i suva nadzemna i podzemna biomasa korovskih vrsta u usevu žalfije  
 (I-prva ocena, II-druga ocena).

**Table 5** – Fresh and dry weight of green parts and roots of weed species present in salvia crop  
 (I-first evaluation, II-second evaluation).

Vrsta Species	Br. bujajaka No of plants		Sveža masa (g) Fresh weight		Prosek po biljci Average per plant		Suva masa (g) Dry weight		Prosek po biljci Average per plant	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Convolvulus arvensis</i>	12	20	160,80	146,40	13,40	7,32	41,80	42,00	3,48	2,10
<i>Tragopogon major</i>	6		395,40		65,90		92,10		15,35	
<i>Cirsium arvense</i>	6	4	132,00	24,80	22,00	6,20	20,00	4,48	3,33	1,12
<i>Agropyrum repens</i>	90	20	690,00	36,80	7,67	1,84	325,60	18,48	3,62	0,92
<i>Poa pratensis</i>	4		3,00		0,75		1,60		0,40	
<i>Bromus sterilis</i>	4		2,80		0,70		1,60		0,40	
<i>Chenopodium album</i>	3		8,50		2,83		1,40		0,47	
<i>Lythrum salicaria</i>	2		30,00		15,00		8,80		4,40	
<i>Sonchus arvensis</i>	2		141,60		70,80		22,30		11,15	
<i>Lactuca serriola</i>	5	4	57,00	19,60	11,40	4,90	12,90	5,24	2,58	1,31
<i>Hieracium pilosella</i>	3		58,40		19,47		14,80		4,93	
<i>Taraxacum officinale</i>	5	4	41,40	13,60	8,28	3,40	9,20	3,32	1,84	0,83
<i>Stenactis annua</i>	1		24,00		24,00		7,20		7,20	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	2	4	24,00	18,00	12,00	4,50	7,10	5,16	3,55	1,29
<i>Sorghum halepense</i>	1	16	11,30	103,20	11,30	6,45	2,50	30,84	2,50	1,92
<i>Lactuca vinea</i>	7		27,50		3,93		5,70		0,81	
<i>Erigeron canadensis</i>	9	12	15,50	61,60	1,72	5,13	3,20	13,84	0,35	1,15
<i>Chamomilla recutita</i>	1	4	13,60	2,80	13,60	0,70	4,00	1,00	4,00	0,25
<i>Polygonum persicaria</i>	3		35,40		11,80		11,80		3,93	
<i>Crepis biennis</i>	1		17,50		17,50		4,40		4,40	
<i>Lolium temulentum</i>		12		14,80		1,23		7,00		0,58

**Tabela 6** – Sveža i suva nadzemna i podzemna biomasa korovskih vrsta u usevu matičnjaka (I-prva ocena, II-druga ocena).

**Tabela 6** – Fresh and dry weight of green parts and roots of weed species present in balm crop (I-first evaluation, II-second evaluation).

Vrsta Species	Br. biljaka		No of plants		Sveža masa (g) Fresh weight		Prosek po biljci		Sua masa (g) Dry weight		Prosek po biljci	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Agropyrum repens</i>	20	12	124,10	42,40	6,20	3,53	63,00	19,20	3,15	1,60	3,15	1,60
<i>Sorghum halepense</i>	3	8	12,40	13,60	4,13	1,70	2,70	2,96	0,90	0,37	0,90	0,37
<i>Sonchus arvensis</i>	2	8	10,30	32,40	5,15	4,05	10,30	6,52	5,15	0,82	5,15	0,82
<i>Lactuca serriola</i>	6	48	218,60	180,40	36,43	4,10	42,00	33,28	7,00	0,76	7,00	0,76
<i>Cirsium arvense</i>	2		49,10		24,55		14,10		7,05		7,05	
<i>Convolvulus arvensis</i>	10	44	96,90	144,80	9,69	3,30	31,40	35,92	3,14	0,82	3,14	0,82
<i>Erigeron canadensis</i>	1	24	0,70	16,40	0,70	0,68	0,10	3,68	0,10	0,15	0,10	0,15
<i>Tragopogon major</i>	2		128,30		64,15		29,90		14,95		14,95	
<i>Crepis biennis</i>	2		69,30		34,65		17,90		8,95		8,95	
<i>Lactuca viminea</i>	1		15,20		15,20		2,30		2,30		2,30	
<i>Polygonum lapathifolium</i>		16		38,80		2,43		8,68		0,54		0,54
<i>Taraxacum officinale</i>		4		24,40		6,10		6,48		1,62		1,62
<i>Papaver rhoeas</i>		4		1,60		0,40		0,40		0,10		0,10

po m<sup>2</sup>), a nešto manju težinu su imale *C. arvensis* (96,9g) i *C. biennis* (69,3g). U drugoj oceni najvećom biomasom su se odlikovale *L. serriola* (180,4g) i *C. arvensis* (144,8g).

Pre obrade zemljišta u usevu lavande utvrđeno je prisustvo 21. korovske vrsta. Sa najvećim ocenama za brojnost i pokrovnost bile su *C. arvensis* (7-8) i *E. canadensis* (7-8), a zatim *A. repens* (7). Pored dve geofite, u ovom usevu u okviru visoko frekventnih vrsta je zabeležena i jedna terofita (*E. canadensis*), tj. vrsta koja se širi i ima status invazivne korovske biljke na području Srbije (Vrbničanin i sar., 2004, 2008). U drugoj oceni u usevu lavande je utvrđeno prisustvo 13 korovskih vrsta, što znači da je zakorovljenost bila manja za oko 38% u odnosu na period pre mehaničkog suzbijanja korova. U ovoj oceni nije zabeleženo 10 vrsta iz prethodne ocene, dok su se pojavile dve nove vrste *Lolium perenne* L. i *C. recutita*, koje nisu bile zastupljene pre okopavanja. Najzastupljenije vrste su i dalje bile *A. repens* i *C. arvensis*, dok je, umesto *E. canadensis*, treća po zastupljenosti bila *L. serriola*. *P. lapathifolium* i *L. perenne* ocenjene su sa 2-5, dok su se ostale vrste odlikovale neznatnom pokrovnosću. Najvećom nadzemnom i podzemnom biomasom, pre obrade, odlikovale su se *S. arvensis* (275,4g) i *C. arvensis* (232,8g), dok je najveću prosečnu težinu po biljci imao *R. crispum* (78.5g), iako je na analiziranoj površini bio zastupljen samo sa 2 biljke (tabela 7). U drugoj oceni najveću prosečnu težinu po biljci, kao i najveću nadzemnu i podzemnu biomasu, imala je *L. serriola* a potom *P. lapathifolium*.

Životni spektar flore (grafik 1) u analiziranim usevima lekovitog bilja pokazuje da su terofite najbrojnije (37.14%), odmah iza njih su hemikriptofite (34.29%), dok su geofite (14.29%) i tero-hemikriptofite (14.29%) podjednako zastupljene. Biološki spektar flore i biološki spektri vegetacije mogu da se razlikuju u velikoj meri (Kojić i sar., 1997). Mnogi autori su utvrdili da je biološki spektar vegetacije daleko realniji i bolji indikator stanišnih uslova od biološkog spektra flore (Odum, 1971, Kojić, 1992 cit. Kojić i sar., 1997). Naime, životni spektar vegetacije pored kvalitativnog sastava biljnih vrsta uzima u obzir i njihovu kvantitativnu zastupljenost (brojnost i pokrovnost). Rezultati koji se odnose na životni spektar vegetacije predstavljeni su grafikom 2, gde se po zastupljenosti ističu geofite (53,06%). Iako je prisutan mali broj vrsta iz grupe geofita, ovoj životnoj formi pripadaju vrste *C. arvensis* i *A. repens* koje po kvantitetu preovlađuju u korovskoj zajednici ispitivanog lekovitog bilja, a koje predstavljaju ozbiljan problem, s obzirom da imaju veoma razvijene podzemne organe za vegetativno razmnožavanje. U prilog tome govori i činjenica da su ove dve vrste, mada sa nižim ocenama ostale dominantne i posle primene mehaničkih mera obrade.

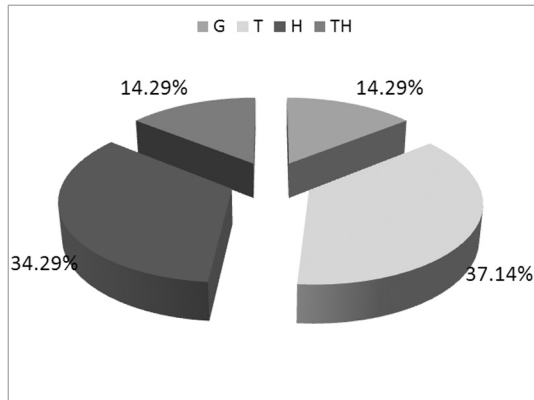
*C. arvensis* i *A. repens* su vrste sa najvećom svežom nadzemnom i podzemnom biomasom, a za njima slede i *S. arvensis*, *S. halepense*, *L. scarriola* i *C.*

**Tabela 7** – Sveža i suva nadzemna i podzemna biomasa korovskih vrsta u usevu lavande  
(I-prva ocena, II-druga ocena).

**Tabela 7** – Fresh and dry weight of green parts and roots of weed species present in lavender crop  
(I-first evaluation, II-second evaluation).

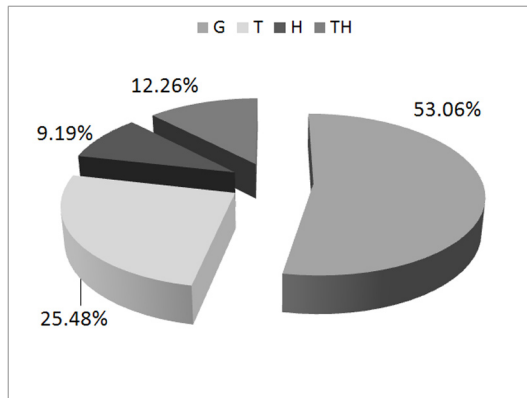
Vrsta Species	Br. bujajaka No of plants		Sveža masa (g) Fresh weight		Prosek po biljci Average per plant		Suva masa (g) Dry weight		Prosek po biljci Average per plant	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Rumex crispus</i>	2		157,00		78,50		47,00		23,50	
<i>Convolvulus arvensis</i>	14	48	232,80	170,00	16,63	3,54	58,70	54,88	4,19	1,14
<i>Cirsium arvense</i>	11		159,60		14,51		37,70		3,43	
<i>Lactuca serriola</i>	10	8	122,80	170,00	12,28	21,25	29,00	38,56	2,90	4,82
<i>Sonchus arvensis</i>	13		275,40		21,18		50,80		3,91	
<i>Hordeum murinum</i>	4		20,90		5,22		10,60		2,65	
<i>Lactuca viminea</i>	3		11,80		3,93		3,00		1,00	
<i>Lathyrus tuberosus</i>	3		7,20		2,40		2,20		0,73	
<i>Taraxacum officinale</i>	2	4	25,50	33,20	12,75	8,30	7,00	9,36	3,50	2,34
<i>Erigeron canadensis</i>	10	44	53,80	33,60	5,38	0,76	12,10	8,56	1,21	0,19
<i>Agropyrum repens</i>	5	20	60,50	62,80	12,10	3,14	24,40	27,84	4,88	1,39
<i>Papaver rhoeas</i>	1		3,60		3,60		0,90		0,90	
<i>Chamomilla recutita</i>	2	48	2,00	2,80	1,00	0,70	0,90	1,00	0,45	0,25
<i>Polygonum lapathifolium</i>	8		59,99		7,37		16,40		2,05	
<i>Crepis biennis</i>	2		57,10		28,55		14,60		7,30	
<i>Tragopogon major</i>	2		21,30		10,65		6,10		3,05	
<i>Polygonum persicaria</i>		8		71,20		8,90		13,64		1,71





**Grafik 1** – Biološki spektar flore useva lekovitog bilja na području Pančeva (timijan, žalfija, matičnjak, lavanda)

**Graph 1** – Biological spectrum flora of plant population in medical crops in Pancevo region (thyme,salvia, balm, lavender)



**Grafik 2** – Biološki spektar vegetacije useva lekovitog bilja na području Pančeva (timijan, žalfija, matičnjak, lavanda)

**Graph 2** – Biological spectrum vegetation of plant population in medical crops in Pancevo region (thyme,salvia, balm, lavender)

*arvensis*. Težina biomase nije u svim slučajevima srazmerna učestalosti biljaka na ispitivanoj površini, za šta je najbolji primer *T. major* koji sa malom brojnošću biljaka poseduje značajnu biomasu (npr. u žalfiji samo 6 jedinki ove vrste bilo je teško 395,4g), tako da i ova biljka ima značajan udeo u ukupnoj zakorovljenosti useva lekovitog bilja. Ove vrste predstavljaju najznačajnije konkurente gajenoj biljci u pogledu iskorišćavanja životnog prostora, svetlosti, vode i mineralnih materija.

Zbog postojanja problema degradacije herbicida u zemljištu i opasnosti od njihovih ostataka u biljkama, kod nas se najviše koriste mehaničke mere uništavanja korova, i to najviše okopavanje i kultiviranje. Primenom ovih mera smanjena je zakorovljenost u usevima timijana, žalfije, matičnjaka i lavande, tako što je uočeno smanjenje brojnosti, pokrovnosti i združenosti korovskih biljaka u odnosu na period pre obrade zemljišta. S obzirom da geofite predstavljaju značajan problem u ovim usevima, neophodno je uz veliku pažnju koristiti i herbicide u kontroli korova na plantažama lekovitog bilja na području Pančeva.

### LITERATURA

- Collier, T.R., Enloe, S.F., Sciegienka, J.K., Menalled, F.D. (2007): Combined impacts of *Ceutorhynchus litura* and herbicide treatments for Canada thistle suppression. *Biological control*, 43: 231-236.
- Đikić, M., Muminović, Š., Gadžo, D. (2003): Alelopatija kao novi biološki metod borbe protiv korova. *Herbologija*, 4 (1):121-131.
- Ivanović, M., Spasić, R., Stepić, R., Babović, M., Petrović, O., Kostić, M., Krnjaja, V., Jakovljević, D. (1998): Zaštita pitome nane od štetnih bioagenasa. U: Kojić, M. i R. Jančić (eds.): Pitoma nana (*Mentha piperita* L.) i druge vrste roda *Mentha* L.-monografija. Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 177-192.
- Ivanović, M., Stepić, R., Vukša, P. (1997) : Zaštita kamilice od bolesti, štetočina i korova. U: grupa autora (eds.) Kamilica (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch)– monografska studija, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, 120-127.
- Kišgeci, J., Adamović, D. (1994): Gajenje lekovitog bilja. Nolit, Beograd
- Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1997): Vaskularne biljke Srbije kao indikatori staništa. Inst. za istraživanja u polj. «Srbija», Inst. za biološka istraživanja «Siniša Stanković», Beograd.
- Kostić, M., Pavlović, S., Janjić, V., Ivanović, M. (1998): Bolesti i štetočine žalfije. Dani lekovitog bilja, Banja Koviljača, 31-33.
- Kostić, M., Pavlović, S., Janjić, V., Ivanović, M. (1999): Bolesti i štetočine. U: Brkić D., M. Mihajlov i S. Dražić (eds.): Žalfija (*Salvia officinalis* L.)-monografija. Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd: 111-127.
- Mačko, V. (1984): Mogućnosti primene herbicida kod lekovitog bilja. Treći kongres o korovima, *Fragmenta herbologica Jugoslavica*. 16 (1-2): 251-258.
- Maas, G. (1978): Weed control in medicinal plants. *Acta Hort. (ISHS)* 73:323-330.
- Michaud, M.H., Gosselin, A., Tremblay, N., Benoit, D.L., Bélanger, A. and Desroches, B. (1993): Effect of a herbicide and two plant densities on the yield of medical plants grown in Quebec (Canada). *Acta Hort. (ISHS)* 331:311-318.

- Mennan, H., Ngouajio, M., Isik, D., Kaya, E. (2006): Effects of alternastive management systems on weed populations in hazelnut (*Corylus avellana* L.). Crop protection, 25: 835-841.
- Odum, E.P. (1971): Fundamentals of ecology. (2<sup>nd</sup> ed.) Saunders. Philadelphia.
- Pank, F., Hannig, H.J., Hauschild, J., Zygmunt, B. (1980): Chemical weed control in the cropping of medicinal plants. Part 1: Valerian (*Valeriana officinalis* L.). Pharmazie 35(2): 115-119.
- Qasem, J.R., Foy, C. L. (2006): Selective Weed Control in Syrian Marjoram (*Origanum syriacum*) with Oxadiazon and Oxyfluorfen Herbicides. Weed Technology 20(3):670-676.
- Vestoff, V., van der Marrel, E. (1973): The Braun-Blanquet approach. In: Wittaker, R. H. (ed.) – Handbook of Vegetation Science, 5. Ordination and Classification of Communities, Junk, The Hague.
- Vrbničanin, S., Dajić, Z., Jevđević, R. (1998): Preliminarno florističko-fitocenološko ispitivanje korova u usevima lekovitog bilja. Acta herbologica, 7(1-2): 81-90.
- Vrbničanin, S., Dajić, Z., Jevđević, R. (2000): Perennial weeds in medicinal plant crops. Proceedings of the First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries & VI Meeting "Days of Medicinal Plants 2000", Arandjelovac, Yugoslavia, 379-385.
- Vrbničanin, S., Dajić, Z., Jevđević, R. (2002): Biodiversity of weed flora in medicinal plant crops. 2<sup>nd</sup> Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries. Book of Abstracts, Chalkidiki, Greece, 86.
- Vrbničanin, S., ajić, Z. (2003): Weed flora in cultivated chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.). 7 th EWRS Mediterranean Symposium, Adana, Turkey: 175-176.
- Vrbničanin, S., Karadžić, B., Dajić Stevanović, Z. (2004): Adventivne i invazivne korovske vrste na području Srbije. Acta biologica Jugoslavica, serija G: Acta herbológica, 13 (1): 1-13.
- Vrbničanin, S., Malidža, G., Srefanović, L., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Marisavljević, D., Jovanović-Radovanov, K., Pavlović, D., Gavrić, M. (2008): Distribucija nekih ekonomski štetnih , invazivnih i karantinskih korovskih vrsta na području Srbije. II deo: Prostorna distribucija i zastupljenost devet korovskih vrsta na području Srbije. Biljni lekar, XXXVI (4): 000-000 (*in press*).

(Primljeno: 05.12.2008.)

(Prihvaćeno: 26.02.2009.)

**INFLUENCE OF AGRICULTURAL LAND PREPARATION ON WEED  
POPULATION IN FOLLOWING CROPS: THYME  
(*THYMUS VULGARIS* L.), BALM (*MELISSA OFFICINALIS* L.),  
LAVENDER (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* L.)  
I SALVIA (*SALVIA OFFICINALIS* L.)**

SAVA VRBNIČANIN <sup>1</sup>, R JEVDIĆ <sup>2</sup>, D BOŽIĆ <sup>1</sup>, DANIJELA PAVČOVIĆ <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of agriculture, University of Belgrade, Belgrade

<sup>2</sup>Institute for medical plants „Josif Pancic”, Belgrade

<sup>3</sup>Institute for plant protection and environment, Belgrade

**SUMMARY**

In 2005 in Pancevo region (Serbia) we have conducted weed population monitoring in following crops: thyme (*Thymus vulgaris* L.), balm (*Melissa officinalis* L.), lavender (*Lavandula angustifolia* L.) i žalfije (*Salvia officinalis* L.). The first evaluation was obtained before and the second evaluation was obtained after agricultural mechanical land preparation. In each crop by random sampling method we have chosen several 1m<sup>2</sup> areas. Plant population from each one of the areas was collected and fresh and dry weight for each plant was determined. In all four crops monitored we have found 35 different weed species. The highest weed population diversity was in salvia (35 species), followed by lavender (23 species), then thyme (20 species), and the lowest weed species diversity was in balm with only 16 weed species present. Among weed species found, highest numbers belonged to terophytes (13), followed by hemipterophytes (12), and less present were geophytes (5) and tero-hemipterophytes (12). Weed species in highest numbers present were: *Convolvulus arvensis*, *Agropyrum repens*, *Cirsium arvense*, *Erigeron canadensis*, *Lactuca serriola* and *Polygonum lapathifolium*. Species in highest numbers (*C. arvensis* and *A. repens*) were also species with highest fresh weight, followed by: *Sonchus arvensis*, *Sorghum halepense*, *L. serriola* i *C. arvense*.

*Key words:* agrotechnic, weeds, medical plants

(Received: 03.12.2008.)

(Accepted: 26.02.2009.)

**RAZLIČITI ASPEKTI INHIBICIJE RASTENJA  
I FOTOSINTEZE KUKURUZA (*ZEA MAYS* L.)  
FOSFONATNIM HERBICIDOM SULFOSATOM.  
4. DEJSTVO NA BILJKE RASLE  
U KONTROLISANIM USLOVIMA**

BOGDAN NIKOLIĆ<sup>1</sup>, ZORAN MILIĆEVIĆ<sup>1</sup>, SANJA ĐUROVIĆ<sup>1</sup>, GORAN DRINIĆ<sup>2</sup>,  
VLADAN JOVANOVIĆ<sup>2</sup>, VASKRSIJA JANJIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

<sup>2</sup>Institut za kukuruz „Zemun-Polje“, Zemun, Beograd

<sup>3</sup>Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Zemun, Beograd

U radu se razmatra dejstvo herbicida sulfosata na rasteenje, akumulaciju i preraspodelu suve mase, fotosintezu i vodni režim biljaka kukuruza, raslih u kontrolisanim uslovima. Herbicid sulfosat značajno umanjuje akumulaciju suve mase, usporava rasteenje biljaka kukuruza i utiče na preraspodelu suve mase u biljci. Poslednji efekat verovatno je u vezi sa specifičnošću metabolizma ugljenih hidrata u stablu kukuruza. Akumulacija suve mase i rasteenje kukuruza zavise od preraspodele suve mase u koren i listove, što bi bio jedan od uzroka fitotoksičnog dejstva sulfosata. Pored toga, sulfosat inhibira funkcije korena i vodni režim listova kukuruza. Ipak, najraniji efekat sulfosata jeste fotoinhibicija fotosinteze, za kojom sledi degradacija fotosintetskih pigmenata i struktura. Metoda fluorescencije Chla može se koristiti za *in situ* praćenje funkcionalnog starenja listova u stanju stresa, kao npr. pri dejstvu herbicida sulfosata.

*Ključne reči:* sulfosat, kukuruz (*Zea mays* L.), rasteenje biljaka, akumulacija i preraspodela suve mase, vodni režim, fotosinteza, fluorescencija Chla

**Skraćenice:** PEP: fosfoenol piruvat; PAR: fotosintetski aktivna radijacija (identična vidljivoj sunčevoj svetlosti); Chla, Chlb: hlorofili a i b; x, c: karotenoidi tipa ksantofila i karotena; PS<sub>2</sub>: fotosistem 2; Fv/Fm: stvarni kvantni prinos fotosistema 2; qp: fotohemijska efikasnost PS<sub>2</sub>; Φ PS<sub>2</sub>: kvantna efikasnost PS<sub>2</sub>; ETR: intenzitet transporta elektrona u PS<sub>2</sub> (μmol elektrona m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>); RWC: relativni sadržaj vode (%), parametar vodnog režima; RGR: relativna brzina rasteenja biljke (mg g<sup>-1</sup> dan<sup>-1</sup>); LMR, RMR, SMR: udeone suve mase listova, korena stabla (g g<sup>-1</sup>)

## UVOD

Fosfonatni herbicidi (glifosat, sulfosat) inhibiraju šikimatni biosintetski put, što predstavlja mehanizam dejstva tih herbicida (Amrhein i sar., 1980). Geiger (Servaites i sar., 1987; Shieh i sar., 1991) je istraživao vrlo ranu inhibiciju (1-2 časa po tretiranju) fotosinteze i sinteze skroba uzrokovanu herbicidom glifosatom. Pomenuti autor smatra da primarna preraspodela asimilata zavisi od sudbine fosfoenol piruvata (PEP), jednog od važnih intermedijera Kalvinovog ciklusa (Geiger i Servaites, 1994), kao i da je PEP jedan od ranih prekursora u šikimatnom biosintetskom putu. Isti autor dokazuje (Servaites i sar., 1987; Shieh i sar., 1991) da pri inhibiciji šikimatnog biosintetskog puta herbicidom glifosatom dolazi do iscrpljivanja pula PEP, inhibicije Kalvinovog ciklusa i ukupne fotosinteze, ali i sinteze skroba. Pri tome ne dolazi do prekida sinteze saharaže, pa se floemski eksport asimilata (i herbicida glifosata!) odvija se nesmetano i više dana po tretiranju biljaka (Geiger i Bestman, 1990). Mišljenja smo da opisani rani poremećaj fotosinteze i sinteze skroba pri fitotoksičnom dejstvu fosfonatnih herbicida uslovljava inhibiciju rasteanja, kao i drugih fizioloških procesa biljaka.

## MATERIJAL I METODE

Biljke kukuruza (*Zea mays* L.; hyb. ZPSC 704) gaje se na glistenjaku (plastične saksije V=3 l) u fitotronsnoj komori (PAR=300-400  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , fotoperiod: 14/10 h, temperatura: 22/18 $\pm$ 2  $^{\circ}\text{C}$ , vlažnost vazduha: 55/65 $\pm$ 5%). Biljke su gajene do uzrasta 5-og skoro potpuno formiranog lista (4 nedelje stare biljke). Kukuruz se tretira herbicidom sulfosatom (pripada grupi fosfonata) u vidu komercijalnog preparata "Touchdown" (Syngenta, UK; sadrži 480 g/l a.s. sa odgovarajućim okvašivačem) u koncentraciji  $10^{-2}$  mol (Shieh i sar., 1991; preliminarni ogled). Tretiranje biljaka izvršeno je leđnom prskalicom (tip „Solo“), pri pritisku od 0,4 MPa, do potpunog kvašenja listova. Tretiranje i postretman vrši pri slabom svetlu, nakon čega se biljke prenose u fitotron, gde se čuvaju do kraja ogleda.

PAM-fluorimetrijom (PAM 101/103 fluorimetar, Walz, Effeltrich, Gemany) prati se indukcija i gašenje fluorescencije Chla. Parametri gašenja fluorescencije Chla (qP, Fv/Fm,  $\Phi$  PS<sub>2</sub>; definisani po Maxwell i Johnson, 2000), iako zametni za određivanje, pružaju nam obilje informacija o funkciji fotosistema 2 i ukupne fotosinteze u normalnim uslovima i pri izloženosti biljke nekom stresu (Lichtenthaler, 1996; Maxwell i Johnson, 2000; Lichtenthaler i Babani, 2004).

Merenja fluorescencije Chla vršena su na 20-25 cm od vrha najmlađeg, potpunog formiranog lista PAM 101/103 fluorometrom. Kod C<sub>4</sub> biljaka parametar  $\Phi$  PS<sub>2</sub> koristi se za procenu fotosintetske fiksacije CO<sub>2</sub> (Krall i Edwards, 1992; Oberhuber

i Edwards, 1993), mada nema saglasnosti o tome (Maxwell i Johnson, 2000). Pomenuti parametri). Merenje „svetlosnih krivi“ parametara fluorescencije Chla i fotosinteze vršeno je po metodi Rascher-a i saradnika (2001). Merenje intenziteta fotosintetski aktivne radijacije (PAR) vršeno je „svetlomermom“ (Quantum Data Loger) *LI-1000* (*LI-COR*, Lincoln, NE, USA) na najmlađem potpuno razvijenom listu kukuruza, kao i većina merenja fluorescencije Chla.

Po merenju parametara fluorescencije Chla, na početku i na kraju ogleđa (sem ako nije drugačije naznačeno), uzimani su uzorci za analizu suve mase, fotosintetskih pigmenta i RWC. Uzorci ( $P_{\text{uzorka}}=1,57 \text{ cm}^{-2}$ ) za fotosintetske pigmente i RWC uzimani su borerom sa mladih, potpuno razvijenih listova, 20-25 cm od vrha lista i mereni na analitičkoj vagi. Ostatak uzoraka sušen je (na  $t=80^{\circ} \text{C}$ ) do vazdušno suvog stanja i meren na tehničkoj vagi radi određivanja suve mase. Pri izolaciji korena (ispira se pri umereno jakom mlazu vode), pored određivanja sveže mase određivana je zapremina korena na osnovu Arhimedovog zakona (Sarić i sar., 1986). Ekstrakcija fotosintetskih pigmenta iz uzoraka vršena je pasivno u 3,5 ml DMF-a na  $-20^{\circ} \text{C}$ . Iz ekstrakta direktno su na spektrofotometru (rezolucija 1-4 nm) očitavane apsorbance uzoraka na 664, 647 i 480 nm ( $A_{664}$ ,  $A_{647}$  i  $A_{480}$ ). Onda su izračunavani (po: Wellburn, 1994) sadržaji *Chla* ( $C_a$ ), *Chl<sub>b</sub>* ( $C_b$ ) i ukupnih karotenoida ( $C_{x+c}$ ) u ekstraktu uzorka lista. Sadržaj fotosintetskih pigmenta preračunat je na jediničnu površinu ( $\text{mg m}^{-2}$ ):

$$1) C=c \times V \times R / 0.1 p,$$

gde je  $C$  ( $\text{mg m}^{-2}$ ) koncentracija pigmenta po jediničnoj površini lista,  $c$  ( $\mu\text{g/ml}$ ) koncentracija pigmenta po jediničnoj zapremini ekstrakta,  $V$  (ml) ukupna zapremina ekstrakta,  $R$  faktor razblaženja (ukoliko je ekstrakt razblaživan),  $p$  označava površinu uzorka lista ( $\text{cm}^{-2}$ ). Određivanje RWC (relativni sadržaj vode: %), određivano je merenjem sveže mase uzoraka listova (FW: g) uzetih sa istog mesta gde je merena fluorescencija Chla. Zatim su inkubirane 4 časa na destilovanoj vodi u mraku, posle čega je (višak vode sa uzoraka se uklanja) merena turgidna tj. masa vlaženja uzorka (TW: g). Uzorci su sušeni na  $105^{\circ} \text{C}$ , pa je merena suva masa uzorka (DW: g). Iz tih vrednosti (FW, TW, DW) izračunavan je RWC (Sarić i sar., 1986).

$$2) RWC= ((FW-DW) / (TW-DW)) \times 100$$

Na osnovu morfometrijske analize izračunavan je RGR parametar rastenja. On predstavlja relativnu brzinu rastenja biljke (brzina povećanja/akumulacije suve mase po jedinici suve mase u vremenu:  $\text{mg g}^{-1} \text{ dan}^{-1}$ ) i izražava se:

$$3) RGR= 1000 \times (\ln W(t_f) - \ln W(t_0)) / (t_f - t_0),$$

gde su  $t_0$  i  $t_f$  vremena početka i završetka ogleđa, a  $W$  srednja suva masa biljaka u datom trenutku (De Groot i sar., 2002). Pre izračunavanja ovog parametra izvršena je ln-transformacija (srednje) suve mase biljaka ( $W$ ) (Poorter i Garnier, 1996). Preraspodela suve mase u biljci izražavana je alometrijskim koeficijenti-

ma, tj. koeficijentima preraspodele suve mase (udeona suva masa pojedinih biljnih organa u ukupnoj suvoj masi biljke) (Farrar i Gunn, 1998; Lambers i sar., 1998). To su: LMR (udeona suva masa listova:  $\text{g g}^{-1}$ ), RMR (udeona suva masa korena:  $\text{g g}^{-1}$ ) i SMR (udeona suva masa stabla:  $\text{g g}^{-1}$ ).

Statistička obrada rezultata započeta je izračunavanjem srednje vrednosti svakog parametra ponaosob (kompjuterski program *M Stat C*, Michigan Stat University, USA). Testiranje statističke značajnosti vršeno je analizom varijanse (isti kompjuterski program; testiranje vršeno bilo za pojedinačne oglede, bilo za više ogleada urađenih po istoj shemi), na nivou 5% (\*) i 1% (\*\*) praga statističke značajnosti, odnosno početka ogleada. Statistički značajna razlika 5% praga značajnosti data je i pomoću slovnih i drugih simbola. Testiranje veza pojedinih parametara akumulacije i preraspodele suve mase, rastenja, zapremine korena i RWC parametra vodnog režima, zatim različitih parametara fluorescencije Chla i fotosinteze, kao i sadržaja i odnosa fotosintetskih pigmenata vršeno je korelativnim računom (pomenuti kompjuterski program), na nivou 5% (\*) i 1% (\*\*) praga statističke značajnosti.

## REZULTATI I DISKUSIJA

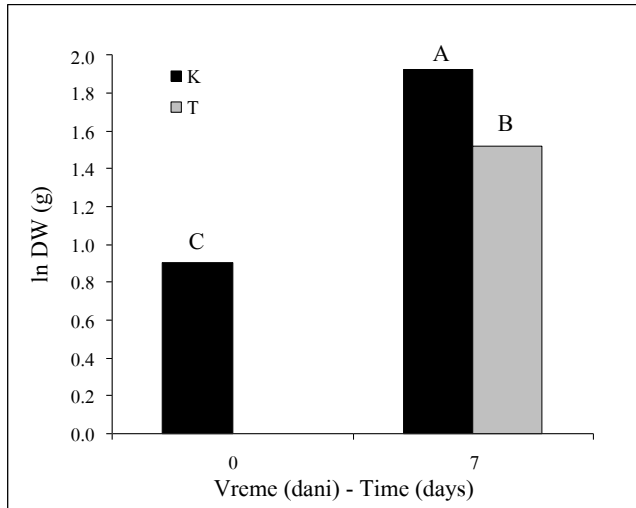
U prvom ogledu tretiranje biljaka kukuruza  $10^{-2}$  mol herbicidom sulfosatom tokom oglednog perioda značajno umanjuje akumulaciju suve mase (Tabela 1; Grafik 1), što usporava rasteње ( $\text{RGR}_k=141,57 \text{ mg g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ;  $\text{RGR}_r=67,57 \text{ mg g}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) kod tretiranih u odnosu na kontrolne biljke.

**Tabela 1** – Parametri preraspodele (RMR, SMR i LMR:  $\text{gg}^{-1}$ ) i akumulacije suve mase (ln DW: g) i RWC (%; 4-ti list) parametra vodnog režima kukuruza raslog 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 1** – Parameters of allocation (RMR, SMR i LMR:  $\text{gg}^{-1}$ ) and accumulation (ln DW: g) of dry matter and RWC (%; 4-th leaf) parameter of water regime of 4th weeks old maize plants grown in controled environment.

Parametar dan/tretman (K/T)	RMR	SMR	LMR	ln DW	RWC
0/K	0,144	0,288	0,556	0,900	99,23
7/K	0,200	0,306	0,494	1,923 **	96,05
7/T	0,162	0,443 **	0,412 **	1,526 **	85,48 **
LSD <sub>0,05</sub>	0,059	0,068	0,110	0,148	6,43
LSD <sub>0,01</sub>	0,082	0,094	0,136	0,205	8,92





**Grafik 1** – Akumulacija suve mase kontrolnih (K) i tretiranih (T:  $10^{-2}$  mol sulfosat) biljaka kukuruza tokom 7-dnevnog oglednog perioda. Biljke rasle 4 nedelje u kontrolisanim uslovima (Prema Tabeli 1).

**Graph 1** – Dry-matter accumulation of controled (K) and treated (T:  $10^{-2}$  mol sulphosate) maize plants during 7th days trial period. 4th weeks old maize plants grown in controled environment.

Tretiranje kukuruza sulfosatom dovelo je do statistički značajne preraspodele suve mase prema stablu, na „račun“ asimilatornog tkiva (Tabela 1). RWC parametar 4-og lista tretiranih biljaka značajno je manji u odnosu na isti list kontrolnih biljaka (Tabela 1). Taj nalaz tumačimo specifičnim ugljenohidratnim metabolizmom stabla kukuruza (ne sadrži skrob) (Setter i Meler, 1984), što bi mogao biti razlog relativnog uvećanja SMR pri inhibiciji sinteze skroba sulfosatom.

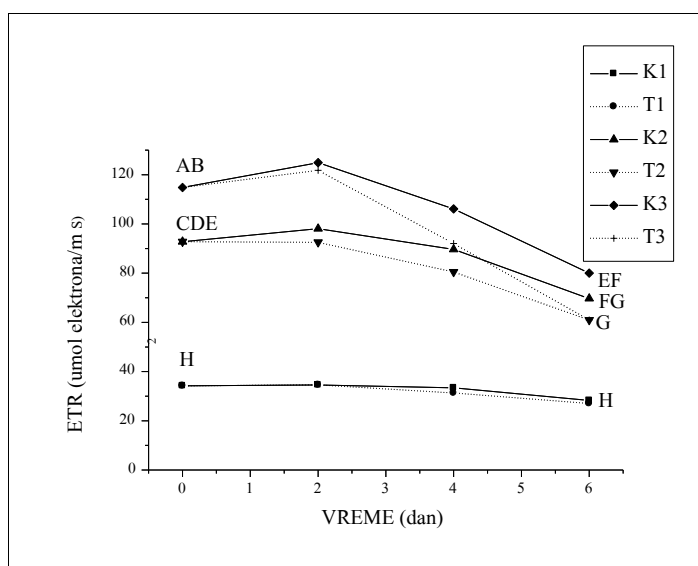
Akumulacija suve mase (ln DW) značajno je korelisana sa udeonom suvom masom korena, a negativno značajno korelisana sa parametrom LMR (Tabela 2). Parametri RWC i LMR nalaze se u pozitivnoj korelaciji (Tabela 2), nasuprot negativnoj korelaciji parametara RWC i SMR, kao i SMR i LMR (Tabela 2).

Zapaženo je da ETR parametar fotosinteze opada tokom ogleda kod kontrolnih i kod tretiranih biljaka (Grafik 2). Međutim, taj trend je izraženiji kod biljaka tretiranih sulfosatom, posebno pri intenzivnijoj aktinskoj svetlosti ( $PAR=348,69$  i  $466,39 \mu\text{mol (fotona) m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). To ukazuje na fotoinhibiciju fotosinteze uzrokovanu dejstvom sulfosata, što je saglasno literaturnim podacima (Shieh i sar., 1991). Na sličan način sulfosat deluje na parametre fluorescencije  $Chla$  qP i  $\Phi PS_2$  (nije prikazano). Parametri  $\Phi PS_2$  i ETR nisu u korelativnoj vezi.

**Tabela 2** – Korelativni odnosi parametara akumulacije i preraspodele suve mase, kao i RWC parametra vodnog režima. Biljke rasle 4 nedelje u kontrolisanim uslovima (Prema Tabeli 1).

**Table 2** – Corelative relationship between parameters of alocation and acumulation of dry matter and RWC parameter of water regime of 4th weeks old maize plants grown in controlled environment (According to Table 1).

	ln DW	RWC	RMR	SMR	LMR
ln DW		-0,305	0,413*	0,189	-0,432*
RWC			0,049	-0,705**	0,683**
RMR				-0,291	-0,315
SMR					-0,804**
LMR					



**Grafik 2** – Promene ETR parametra fotosinteze 5-og lista tokom 6-dnevnog oglednog perioda. Kontrolne i tretirane ( $10^{-2}$  mol sulfosat) biljke kukuruza rasle 4 nedelje u kontrolisanim uslovima. K1, K2, K3, T1, T2, T3: kontrolne, tj. tretirane biljke osvetljavane aktinskom  $PAR_1$  ( $=118,52 \pm 24,07 \mu\text{mol (fotona) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ),  $PAR_2$  ( $=348,69 \pm 30,17 \mu\text{mol (fotona) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) i  $PAR_3$  ( $=466,39 \pm 26,86 \mu\text{mol (fotona) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).

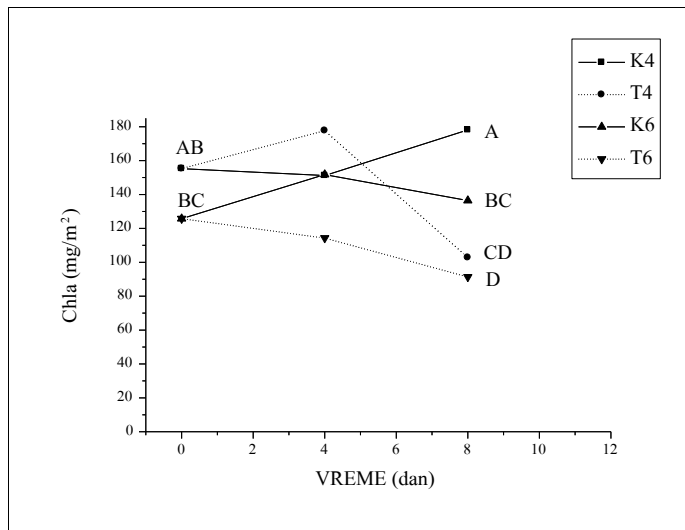
**Graph 2** – Changes of ETR parameter of photosynthesis of during 6th days trial period. Controlled (K) and treated (T:  $10^{-2}$  mol sulphosate) 4th week old maize plants grown in controlled environment. K1, K2, K3, T1, T2, T3: control and treated plants irradiated with actinic light of  $PAR_1$  ( $=118,52 \pm 24,07 \mu\text{mol (photons) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ),  $PAR_2$  ( $=348,69 \pm 30,17 \mu\text{mol (photons) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) and  $PAR_3$  ( $=466,39 \pm 26,86 \mu\text{mol (photons) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ).

U drugom ogledu praćene su promene RWC parametra 5-og lista (Tabela 3), promene sadržaja i odnosa fotosintetskih pigmenata 4-og i 6-og lista (Tabela 4, Grafik 3) i promene parametara fluorescencije *Chla* i fotosinteze 4-og, 5-og i 6-og lista (Tabele 5 i 6, Grafik 4).

**Tabela 3** – RWC (%) parametar vodnog režima 5-tog lista biljaka kukuruza gajenih 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 3** – RWC (%; 5-th leaf) parameter of water regime of 4th weeks old maize plants grown in controled environment

Parametar dani po T/tretman (K/T)	RWC
0/K	98,82
8/K	97,05
8/T	75,70 *
LSD <sub>0,05</sub>	4,12
LSD <sub>0,01</sub>	5,78



**Grafik 3** – Promene sadržaja hlorofila a (Chla) u 4-tom i 6-om listu kontrolnih i tretiranih ( $10^{-2}$  mol sulfosat) biljaka kukuruza tokom 8-dnevnog oglednog perioda. Biljke rasle 4 nedelje u kontrolisanim uslovima. K4, K6, T4, T6: 4-ti i 6-ti list kontrolnih i tretiranih biljaka.

**Graph 3** – Changes of contents of chlorophyll a (Chla) in 4th and 6th leaf of control and treated (T:  $10^{-2}$  mol sulphosate) maize plants during 8th days trial period. Four weeks old maize plants grown in controled environment. K4, K6, T4, T6: 4th and 6th leaf of control and treated plants

**Tabela 4** – Korelativni odnosi parametara sadržaja i odnosa fotosintetskih pigmenta 4-og i 6-og lista kontrolnih i tretiranih ( $10^{-2}$  mol sulfosat) biljaka kukuruza raslih 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 4** – Corelative relationship between parameters of content and ratios of photosynthetic pigments of 4th and 6th leaves of controled and treated ( $10^{-2}$  mol sulphosate) 4th weeks old maize plants grown in controled environment.

	Chla	Chlb	Chla+b	Chla/Chlb	x+c	Chla/x+c
Chla		0,974**	0,998**	0,607**	0,729**	0,520**
Chlb			0,985**	0,418*	0,763**	0,436*
Chla+b				0,563**	0,741**	0,502**
Chla/Chlb					0,186	0,650**
x+c						-0,193
Chla/x+c						

**Tabela 5** – Parametri fluorescencije Chla, qP i  $\Phi$  PS<sub>2</sub>, 4-og, 5-og i 6-og lista kukuruza gajenog 4 nedelje u kontrolisanim uslovima. Mereno pri PARaktinsko=360,00±3,17  $\mu$ mol (fotona) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

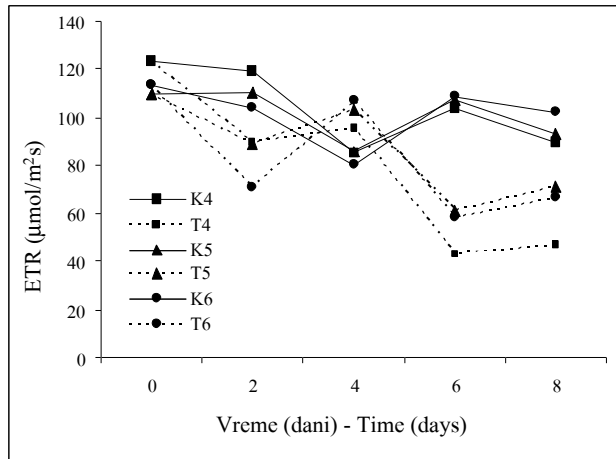
**Table 5** – qP and  $\Phi$  PS<sub>2</sub> parameters of fluorescence of Chla of 4th and 6th leaves of 4th weeks old maize plants grown in controled environment. Measured in actinic light of PAR=360,00±3,17  $\mu$ mol (photons) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

parametar/ list dan/ tretman (K/T)	qP/4	qP/5	qP/6	$\Phi$ PS II/4	$\Phi$ PS II/5	$\Phi$ PS II/6
0/K	0,917	0,912	0,886	0,684	0,610	0,630
2/K	0,906	0,900	0,870	0,660	0,612	0,578
2/T	0,793 **	0,775 **	0,745 **	0,499 **	0,490 *	0,390 **
4/K	0,816 *	0,814 *	0,822	0,474 **	0,478 **	0,443 **
4/T	0,795 **	0,845	0,860	0,531 **	0,575	0,594
6/K	0,852	0,871	0,891	0,578 *	0,597	0,602
6/T	0,655 **	0,789 **	0,780 *	0,240 **	0,341 **	0,326 **
8/K	0,839	0,799 **	0,804 *	0,499 **	0,517	0,567
8/T	0,660 **	0,679 **	0,601 **	0,264 **	0,395 **	0,371 **
LSD <sub>0,05</sub>		0,082			0,094	
LSD <sub>0,05</sub>		0,108			0,125	

**Tabela 6** – ETR parametar fotosinteze 4-og, 5-og i 6-og lista kukuruza gajenog 4 nedelje u kontrolisanim uslovima. Mereno pri PARaktinsko=360,00±3,17  $\mu\text{mol}$  (fotona)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Table 6** – ETR parameter of photosynthesis of 4th and 6th leaves of 4th weeks old maize plants grown in controlled environment. Measured in actinic light of PAR=360,00±3,17  $\mu\text{mol}$  (photons)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

parametar/list dan/tretman (K/T)	ETR/4	ETR/5	ETR/6
0/K	123,00	109,80	113,30
2/K	118,80	110,20	104,10
2/T	89,87 **	89,10 *	70,48 **
4/K	85,25 **	86,04 **	79,70 **
4/T	95,58 **	103,50	106,90
6/K	104,00	107,50	108,40
6/T	43,14 **	61,38 **	58,62 **
8/K	89,89 **	93,12	102,10
8/T	47,46 **	71,16 *	66,78 **
LSD <sub>0,05</sub>		16,91	
LSD <sub>0,05</sub>		22,33	



**Grafik 4.** – Promene ETR parametra fotosinteze 4-og, 5-og i 6-og lista kontrolnih i tretiranih ( $10^{-2}$  mol sulfosat) biljaka kukuruza tokom 8-dnevnog oglednog perioda. Biljke rasle 4 nedelje u kontrolisanim uslovima (Prema Tabeli 6). K4, K5, K6, T4, T5, T6: 4-ti, 5-ti i 6-ti list kontrolnih tj. tretiranih biljaka kukuruza.

**Graph 4.** Changes of ETR parameter of photosynthesis of 4th, 5th and 6th leaf of controlled and treated (T:  $10^{-2}$  mol sulphosate) maize plants during 8th days trial period. Four weeks old maize plants grown in controlled environment (According Table 6). K4, K5, K6, T4, T5, T6: 4-th, 5-th and 6-th leaf of controlled and treated maize plants.

Herbicide sulfosate tokom oglednog perioda statistički značajno umanjuje vrednost RWC parametra vodnog režima u odnosu na kontrolu (Tabela 3), a slično važi i u slučaju parametara sadržaja i odnosa fotosintetskih pigmenta (Tabela 4, Grafik 3).

Parametri fluorescencije *Chla* i fotosinteze ( $qP$ ,  $\Phi PS_2$  i ETR) 4-og, 5-og i 6-og lista kukuruza statistički su značajno manji kod tretiranih odnosno kontrolnih biljaka, već od 2-og dana po tretmanu (Tabele 5 i 6, Grafik 4). Mada kasnije dolazi i do obrnute situacije (to možemo protumačiti kompenzatornim procesima), do kraja ogleda ponovo dolazi do inhibicije fotosinteze pod dejstvom sulfosata (Tabele 5 i 6, Grafik 4). Zapažene razlike u vrednosti parametara fotosinteze i fluorescencije *Chla* između različitih listova kukuruza nisu statistički značajne (Tabele 5 i 6, Grafik 4).

Iz prikazanih rezultata da se zaključiti da promene parametara fotosinteze (Tabela 6, Grafik 4) i fluorescencije *Chla* (Tabela 5), prethode promenama parametra RWC (Tabela 3), kao i sadržaja i odnosa fotosintetskih pigmenta (Tabela 4, Grafik 3). Na osnovu toga mišljenja smo da je funkcionalna inhibicija fotosinteze rani simptom fitotoksičnog dejstva herbicida sulfosata i prethodi promenama vodnog režima i strukturnim promenama fotosintetskog aparata, barem u ovom ogledu.

U trećem ogledu nađeno je da primenjeni sulfosate umanjuje akumulaciju suve mase (Tabela 7, Grafik 5) i usporava rastenje biljaka kukuruza ( $RGR_K = 50,92 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ;  $RGR_T = 10,23 \text{ mg g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ). Tretiranje biljaka sulfosatom uvećava akumulaciju suve mase u stablu, na „račun“ listova (Tabela 7), što je ekvivalentno situaciji iz prvog ogleda (Tabela 1). Znači, sulfosate izaziva slične efekte, iako su vrednosti parametra RGR biljaka u ova dva ogleda vrlo različite. Ovaj herbicide inhibira porast zapremine korena, što ukazuje na inhibiciju funkcija tog organa pod njegovim dejstvom (Tabela 7).

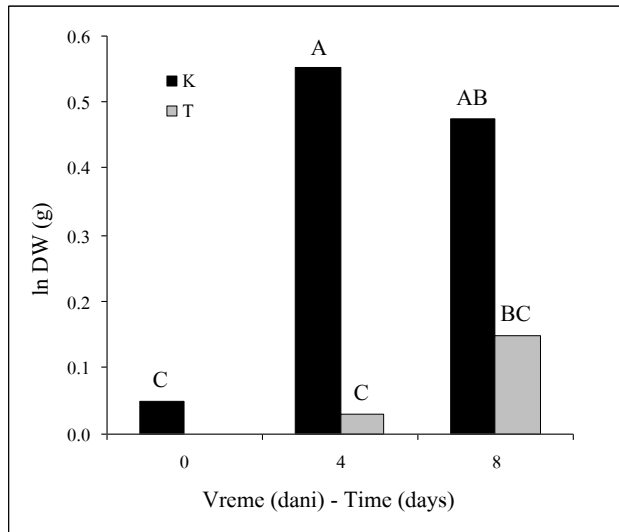
Akumulacija suve mase je u značajnoj negativnoj korelativnoj vezi sa RMR, dok je u značajno pozitivno korelisana sa LMR (Tabela 8), što je suprotno rezultatima prvog ogleda (Tabela 2). Parametar LMR je značajno negativno korelisana sa parametrima RMR i SMR (Tabela 8).

Iako vrednosti PAR aktinske svetlosti (korišćene u određivanju "svetlosnih krivi" parametara fluorescencije *Chla* i ETR parametra fotosinteze) nisu u potpunosti ekvivalentne (Tabela 9), može se zaključiti da su dobijeni rezultati (Tabele 10 i 11, Grafik 6) realni pokazatelji funkcionalnih promena fotosintetskog aparata kukuruza pod dejstvom sulfosata. Posebno zato što maksimalne vrednosti PAR ( $PAR_9$  i  $PAR_{10}$ ) odgovaraju PAR aktinske svetlosti pri kojoj glifosate inhibira fotosintezu (Shieh i sar., 1991).

**Tabela 7** – Parametri preraspodele (RMR, SMR i LMR:  $gg^{-1}$ ) i akumulacije (ln DW: g) suve mase, kao i zapremine korena (Vr:  $cm^3$ ) biljaka kukuruza gajenih 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 7** – Parameters of allocation (RMR, SMR i LMR:  $gg^{-1}$ ) and acumulation (ln DW: g) of dry matter and root volume (Vr:  $cm^3$ ) of 4th weeks old maize plants grown in controled environment.

parametri dan/tretman (K/T)	RMR	SMR	LMR	ln DW	Vr
0/K	0,252	0,478	0,269	0,048	2,00
4/K	0,162	0,308 **	0,531 **	0,552 **	2,12
4/T	0,193	0,308 **	0,522 **	0,030	1,25 *
8/K	0,168	0,295 **	0,538 **	0,474 *	2,20
8/T	0,176	0,358 **	0,465 **	0,148	1,17 **
LSD <sub>0,05</sub>	0,093	0,054	0,054	0,379	0,61
LSD <sub>0,05</sub>	0,127	0,073	0,073	0,517	0,83



**Grafik 5** – Akumulacija suve mase kontrolnih (K) i tretiranih (T:  $10^{-2}$  mol sulfosat) biljaka kukuruza tokom 8-dnevnog oglednog perioda. Biljke rasle 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Graph 5** – Dry-matter accumulation of controled (K) and treated (T:  $10^{-2}$  mol sulphosate) maize plants during 8th days trial period. Four weeks old maize plants grown in controled environment.

**Tabela 8** – Korelativni odnosi parametara akumulacije i preraspodele suve mase i zapremine korena biljaka kukuruza gajenih 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 8** – Corelative relationship between parameters of alocation and acumulation of dry matter and root volume (Vr: cm<sup>3</sup>) of 4th weeks old maize plants grown in controled environment.

	ln DW	Vr	RMR	SMR	LMR
ln DW		0,198	-0,498**	-0,130	0,526**
Vr			0,029	0,057	-0,122
RMR				0,017	-0,591**
SMR					-0,731**
LMR					

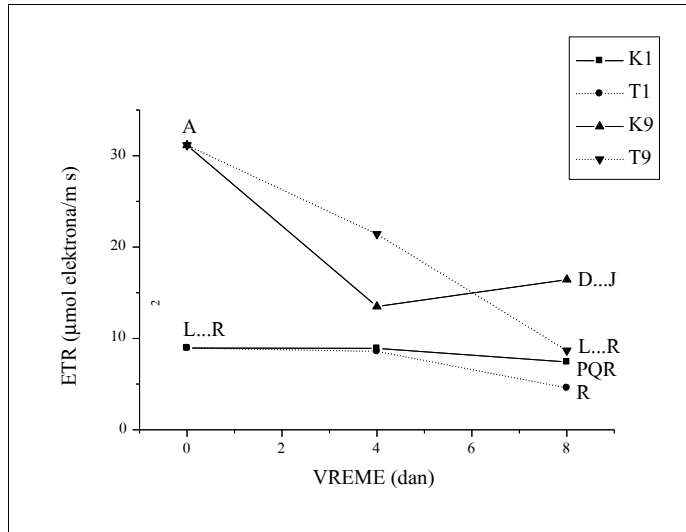
**Tabela 9** – Aktinska svetlost (10 različitih PAR:  $\mu\text{mol (fotona) m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) korišćena prilikom određivanja "svetlosnih krivi" parametara fotosinteze i fluorescencije Chla. Merenja obavljena na 4-tom listu biljaka kukuruza gajenih 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 9** – Actinic light of ten different PARs ( $\mu\text{mol (photons) m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) used during determination of „light currves“ of parameters of photosynthesis and Chla fluorescence. This determinations performed on 4th leaf of 4th weeks old maize plants grown in controled environment.

dan/ tretman (K/T)	0/K	4/K	4/T	8/K	8/T	LSD <sub>0,05</sub>	LSD <sub>0,01</sub>
PAR							
1	33,10	35,57	35,38	30,09	30,46		
2	45,98	49,98	49,74	42,29	42,74		
3	64,58	70,09	69,26	58,18 *	59,02		
4	90,10	98,50	98,09	82,56	83,39		
5	123,60	135,20 *	133,60	111,70 *	113,60		
6	173,00	189,70 **	188,80 **	158,60 **	160,10 *	10,84	14,32
7	198,10	216,40 **	214,30 **	178,00 **	180,90**		
8	277,10	304,10 **	304,20 **	254,60 **	256,80**		
9	404,60	406,30	404,30	335,50**	336,40**		
10	509,10	553,90 **	553,50 **	467,50 **	465,70**		

Nađeno je da se PAR i parametri fluorescencije *Chla* nalaze u značajnoj negativnoj korelativnoj vezi, dok se PAR i ETR parametar fotosinteze nalaze u pozitivnoj značajnoj ko-relaciji (Tabela 11). ETR parametar fotosinteze (u uslovima izvedenog oglada) nije u korelativnoj vezi sa merenim parametrima fluorescen-





**Grafik 6** – Promene ETR parametra fotosinteze 5-og lista kontrolnih i tretiranih ( $10^{-2}$  mol su-lfosat) biljaka kukuruza tokom 8-dnevnog oglednog perioda. Parametar ETR određivan je pri aktinskoj  $PAR_1$  i  $PAR_9$  (Saglasno Tabeli 9). Biljke rase 4 nedelje u kontrolisanim uslovima. K1, K9, T1, T9: kontrolne, tj. tretirane biljke osvetljavane aktinskom  $PAR_1$  i  $PAR_9$ .

**Graph 6** – Changes of ETR parameter of photosynthesis of 5th leaf of controled and treated (T:  $10^{-2}$  mol sulphosate) maize plants during 8th days trial period. ETR parameter determined under actinic ligts of  $PAR_1$  and  $PAR_9$  (According Table 9). Four weeks old maize plants grown in controled environment. K1, K9, T1, T9: controled and treated maize plants irradiated with actinic light of  $PAR_1$  and  $PAR_9$ .

cije Chla, dok su oni međusobom u pozitivnoj značajnoj korelaciji (Tabela 11). Zapažamo da se parametar ETR i PAR nalaze u sigmoidnom odnosu (Tabela 10), što liči na odnos fotosintetske fiksacije  $CO_2$  i PAR. To ukazuje da se parametar ETR može koristiti za procenu ukupne fotosinteze, barem u uslovima izvedenog ogleda.

Znači, tokom goreopisanog ogleda: a) ETR, kao pokazatelj fotosinteze, opada (Tabela 10, Grafik 6) (na kraju ogleda ETR kontrolnih biljaka je oko 2 puta, a ETR tretiranih biljaka je oko 3 puta niži od nivoa ETR na početku ogleda); b) sredinom ogleda (4-ti dan) ETR tretiranih biljaka viši je od ETR kontrolnih biljaka, što ukazuje na moguće kompenzacione procese (Tabela 10, Grafik 6); c) "Svetlosna kriva" ETR pokazuje sigmoidnu zavisnost (Tabela 10) od PAR aktinske svetlosti, slično odnosu fotosintetske asimilacije  $CO_2$  i PAR.

**Tabela 10** – "Svetlosna kriva" ETR ( $\mu\text{mol}$  (elektrona)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) parametra fotosinteze. Mereno na 10 različitih PAR ( $\mu\text{mol}$  (fotona)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) na 4-tom listu biljaka kukuruza gajenih 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 10** – „Light curves“ of ETR ( $\mu\text{mol}$  (electrons)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) parameter of photosynthesis. Measured under the light of ten different PARs ( $\mu\text{mol}$  (photons)  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) on 4th leaf of 4th weeks old maize plants grown in controlled environment.

dan/ tretman (K/T)	0/K	4/K	4/T	8/K	8/T	LSD <sub>0,05</sub>	LSD <sub>0,01</sub>
PAR							
1	8,95	8,92	8,58	7,42	4,59		
2	11,90	11,35	11,42	9,56	5,85 *		
3	15,30	13,59	13,83	12,17	6,94 **		
4	19,86	15,46	16,33	14,84	8,26 **		
5	23,15	16,79 *	17,57*	16,70 *	7,75 **		
6	26,41	16,33 **	18,46 **	17,22 **	8,06 **		
7	25,58	15,09 **	18,86 *	16,44 **	8,60 **	5,58	7,37
8	26,86	14,91 **	21,64	17,83 **	7,95 **		
9	31,14	13,49 **	21,42 **	16,44 **	8,67 **		
10	29,95	10,94 **	16,42 **	14,06 **	5,98 **		

**Tabela 11** – Korelativni odnosi intenziteta aktinske svetlosti (PAR), parametara fluorescencije Chla i ETR parametra fotosinteze merenih na 4-tom listu biljaka kukuruza gajenih 4 nedelje u kontrolisanim uslovima.

**Table 11** – Corelative relationship between PAR of actinic light, parameters of fluorescence of Chla and ETR parameter of photosynthesis measured on 4th leaf of 4th weeks old maize plants grown in controlled environment.

	PAR	qP	$\Phi$ PS II	Fv/Fm	ETR
PAR		-0,866**	-0,768**	-0,621**	0,274**
qP			0,950**	0,833**	-0,096
$\Phi$ PS II				0,939**	-0,068
Fv/Fm					0,060
ETR					

Promene funkcija kukuruza, raslog u kontrolisanim uslovima, pod dejstvom sulfosata, slične su promenama funkcija kukuruza, raslog u polju i tretiranog sulfosatom (Nikolić i sar., 2007a, b, c). Sulfosat na sličan način remeti iste fiziološke procese kod biljaka raslih u različitim uslovima.

## LITERATURA

- Amrhein, N., Deus, B., Gehrke, P. i H.C. Steinrücken (1980) The Site of the Inhibition of the Shikimate Pathway by Glyphosate. II. Interference of glyphosate with chorismate formation *in vivo* and *in vitro*. *Plant Physiology*, 66, 830-834.
- Babani, F. i H.K. Lichtenthaler (1996) Light-induced and Age-dependent Development of Chloroplasts in Etiolated Barley Leaves as Visualised by Determination of Photosynthetic Pigments, CO<sub>2</sub> Assimilation Rates and Different Kinds of Chlorophyll Fluorescence Ratios. *Journal of Plant Physiology*, 148, 555-566.
- De Groot, C.C., Marcelis, L.F.M., Van den Boogaard, R. i H. Lambers (2002) Inter-active effects of nitrogen and irradiance on growth and partitioning of dry-mass and nitrogen in young tomato plants. *Functional Plant Biology*, 11, 1319-1328.
- Farrar, J. i S. Gunn (1998) Allocation: allometry, acclimation-and alchemy? in: *INHERENT VARIATION IN PLANT GROWTH*. Physiological mechanisms and ecological consequences. Lambers, H., Poorter, H. and M.M.I. Van Vuuren, eds., pp. 183-198, Backhuys, Leiden, Holland.
- Geiger, D.R. i H.D. Bestman (1990) Self-Limitation of Herbicide Mobility by Phytotoxic Action. *Weed Science*, 38: 324-329.
- Geiger, D.R. i J.C. Servaites (1994) Diurnal regulation of photosynthetic carbon metabolism in C<sub>3</sub> plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 44: 235-256.
- Krall, J.P. i G.E. Edwards (1992) Relationship between photosystem II activity and CO<sub>2</sub> fixation in leaves. *Physiologia Plantarum*, 86, 180-187.
- Lambers, H., Poorter, H. i M.M.I. Van Vuuren (1998) Research on variation in plant growth-introduction. in: *INHERENT VARIATION IN PLANT GROWTH*. Physiological mechanisms and ecological consequences. Lambers, H., Poorter, H. and M.M.I. Van Vuuren, eds., pp. 1-4, Backhuys, Leiden, Holland.
- Lichtenthaler, H.K. (1996) Vegetation Stress: an Introduction to the Stress Concept in Plants. *Journal of Plant Physiology*, 148, 4-14.
- Maxwell, K. i G. Johnson (2000) Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51 (345), 659-668.
- Nikolić, B., Drinić, G., Jovanović V., Janjić, V. i S. Stojaković (2007) Different aspects of inhibition of growth and photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) by phosphonate herbicide sulphosate. 1. Root manipulation. *Acta herbologica*, Vol. 16, No. 1, 29-39.

- Nikolić, B., Drinić, G., Jovanović V., Janjić, V. i A. Marković (2007) Different aspects of inhibition of growth and photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) by phosphonate herbicide sulphosate. 2. Leaf canopy manipulation. Acta herbologica, Vol. **16**, No. **1**, 41-49.
- Nikolić, B., Drinić, G., Jovanović V., Janjić, V. i A. Marković (2007) Different aspects of inhibition of growth and photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) by phosphonate herbicide sulphosate. 3. Effect of plant age. Acta herbologica, Vol. **16**, No. **1**, 51-62.
- Oberhuber, W. i G.E. Edwards (1993) Temperature Dependence of the Linkage of Quantum Yield of Photosystem II to CO<sub>2</sub> fixation in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> Plants. Plant Physiology, 101, 507-512.
- Pons, T.L., Jordi, W. i D. Kuiper (2001) Acclimation of plants to light gradients in leaf canopies: evidence for a possible role for cytokinins transported in the transpiration stream. Journal of Experimental Botany, 52 (360), 1563-1574.
- Poorter, H. i E. GARNIER (1996) Plant growth analysis: evaluation of experimental design and computational methods. Journal of Experimental Botany, 47, 1343-1351.
- Sarić, M., Kastori, R., Petrović, M., Stanković, Ž., Krstić, B. i N. Petrović (1986) Praktikum iz fiziologije bilja. Naučna knjiga, Beograd, Jugoslavija.
- Servaites, J.C., Tucci, M.A. i D.R. Geiger (1987) Glyphosate Effects on Carbon Assimilation, Ribulose Bisphosphate Carboxylase Activity, and Metabolite Levels in Sugar Beet Leaves. Plant Physiology, 85, 370-374.
- Setter, T.L. i V.H. Meler (1984) Reserve Carbohydrate in Maize Stem. [<sup>14</sup>C] glucose and [<sup>14</sup>C] sucrose uptake characteristics. Plant Physiology, 75, 617-622.
- Shieh, W.-J., Geiger, D.R. i J.C. Servaites (1991) Effect of N-(Phosphonomethyl) glycine on Carbon Assimilation and Metabolism during a Simulated Natural Day. Plant Physiology, 97, 1109-1114.
- Wellburn, A.R. (1994) The Spectral Determination of Chlorophylls *a* and *b*, as well as Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution. Journal of Plant Physiology, 144, 307-313.

(Primljeno: 03.12.2008.)

(Prihvaćeno: 26.02.2009.)

**DIFFERENT ASPECTS OF INHIBITION OF GROWTH AND  
PHOTOSYNTHESIS BY THE PHOSPHONATE HERBICIDE  
SULPHOSATE IN MAIZE (*ZEA MAYS* L.).**

**4. INFLUENCE ON PLANTS GROWN IN CONTROLLED  
ENVIRONMENT**

BOGDAN NIKOLIĆ<sup>1</sup>, ZORAN MILIĆEVIĆ<sup>1</sup>, SANJA ĐUROVIĆ<sup>1</sup>,  
GORAN DRINIĆ<sup>2</sup>, VLADAN JOVANOVIĆ<sup>2</sup>, VASKRSIJA JANJIĆ<sup>3</sup>

Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade

Maize Research Institute „Zemun-Polje“, Zemun, Belgrade

Institute for Pesticides and Environmental Protection, Zemun, Belgrade

**SUMMARY**

Effect of the herbicide sulphosate on the growth, accumulation and distribution of dry weight, photosynthesis and water regime in maize plants grown in controlled environment was investigated. The herbicide sulphosate was found to significantly lowered dry matter accumulation and slow down growth of maize plants. Dry weight accumulation, which ultimately determines growth, was found to correlate highly significantly with dry matter allocation to root and leaves, but this dependence was not unique. Under influence of sulphosate dry matter allocated from leaves to stem. That the phenomena result from a specific carbohydrate metabolism in stem of maize plants (not contain starch). The herbicide sulphosate significantly affect the status and functioning of the root and water regime of maize plants (lowered values of parameters  $V_r$  and RWC). Changes in photosynthesis and photosynthetic structures (degradation of photosynthetic pigments) under the effect of sulphosate precede changes in the water regime of leaves of maize plants. This effects must be seen as photoinhibition of photosynthesis with photooxidation of photosynthetic pigments (particularly Chl<sub>a</sub>) under sulphosate-provoked stress. „Light curves“ of different parameters of Chl<sub>a</sub> fluorescence ( $qP$ ,  $F_v/F_m$ ,  $\Phi PS_2$ ) lowered under increased actinic light. ETR parameter of photosynthesis had sigmoid dependence of PAR, like to kinetic of photosynthetic fixation of CO<sub>2</sub>. Parameters of Chl<sub>a</sub> fluorescence and photosynthesis can be used to monitor and assess the volume of functional senescence of photosynthesis in maize leaves both in the control plants and those exposed to sulphosate-caused stress.

*(Received: 03.12.2008.)*

*(Accepted: 26.02.2009.)*