

Kompetitivnost i produktivnost kukuruza u različitim gustinama gajenja

- Originalni naučni rad -

Milena SIMIĆ i Lidija STEFANOVIĆ
Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd- Zemun

Izvod: Kombinovanom primenom dve i više mera gajenja može se uticati na povećanje kompetitivnosti i smanjenje zakorovljenosti useva. Jedna od mera koja se, po relativno niskoj ceni, uspešno može primeniti u tu svrhu, je gustina useva. Njena primena u kukuruзу kao širokoredom, jarom usevu, u kombinaciji sa primenom herbicida, može dosta da doprinese smanjenju zakorovljenosti i povećanju prinosa.

Istraživanja su sprovedena tokom 1996, 1997, 1998. i 1999. godine u Institutu za kukuruz "Zemun Polje". Ogled je bio postavljen po RCB dizajnu u četiri ponavljanja. Proučavan je uticaj tri različite gustine kukuruza na svežu masu korova (g m^{-2}), indeks lisne površine i prinos zrna dva hibrida kukuruza (t ha^{-1}) u uslovima sa i bez primene herbicida. Podaci su statistički obrađeni metodom analize varijanse (ANOVA).

Povećanje gustine kukuruza uticalo je na značajno smanjenje ($P < 0,05$) sveže mase korova. Istovremeno, indeks lisne površine i prinos zrna kukuruza su se vrlo signifikantno ($P < 0,01$) povećavali sa povećanjem gustine od A_1 do A_3 . Interakcija faktora gustina useva x primena herbicida, je uticala na vrlo značajne razlike u svežoj masi korova, tako da je najmanja sveža masa utvrđena na površini sa primenom herbicida u najvećoj gustini ($117,4 \text{ g m}^{-2}$). Sveža masa korova, indeks lisne površine i prinos zrna kukuruza su se vrlo značajno razlikovali između varijanti sa i bez primene herbicida. Prinos zrna kukuruza bio je vrlo značajno viši na tretiranoj površini, u gustini A_2 u odnosu na A_1 , a kod hibrida C_2 , i u gustini A_3 . Dobijeni rezultati pokazuju da se gajenjem hibrida kukuruza u povećanim gustinama uz primenu herbicida, može uspešno kontrolisati nivo zakorovljenosti.

Ključne reči: Gustina useva, herbicid, hibrid, kukuruz, mere suzbijanja korova, zakorovljenost.

Uvod

Usev kao edifikator i korovi kao pratilački kompleks čine komponente agrofitocenoze i ne javljaju se nezavisno. Čovek je oduvek težio da na što lakši i efikasniji način ukloni korove i obezbedi gajenoj biljci optimalne uslove za razviće i produkciju. Međutim, problem suzbijanja korova postoji odkad i sami korovi i do danas nije rešen. Posebnu važnost za opstanak korovskih biljaka imaju biološke osobine korova, a pre svega visok stepen prilagođenosti životnom ciklusu i habitusu gajene biljke. S obzirom da se u usevu kukuruza javlja veliki broj vrsta korova sa različitim životnim ciklusima i načinima preživljavanja, nerealno je očekivati da bilo koja mera pojedinačno može dati zadovoljavajući nivo kontrole korova, *Shaw*, 1982. U vezi s tim, neophodan je razvoj određenog integralnog sistema za suzbijanje korova koji zahteva detaljnije informacije o interakcijama između useva i korova, u prvom redu o relativnoj kompetitivnoj sposobnosti useva u pojedinim fazama rastanja i razvića. Kombinovanom primenom dve i više mera se može uticati na povećanje kompetitivnosti i smanjenje zakorovljenosti useva. Među tim merama su sve mere gajenja i nege useva koje se primenjuju radi postizanja većih prinosa zrna kukuruza (plodored, obrada zemljišta, navodnjavanje, gustina useva, izbor hibrida, primena herbicida i dr.), *Kovačević* i *Momirović*, 1996, *Stanojević i sar.*, 2000. Saznanja o stepenu delovanja određenog sistema gajenja na nivo zakorovljenosti i prinos useva neophodna su za pravilan izbor, blagovremenu primenu i adekvatno integrisanje raznih agrotehničkih mera u sistem koji bi obezbedio ekonomičnu i ekološki bezbednu proizvodnju, *Swanton* i *Weise*, 1991, *Kovačević* i *Momirović*, 2000. Jedna od mera koja se, po relativno niskoj ceni, uspešno može primeniti u tu svrhu, je gustina useva. Njena primena u kukuruza kao širokoredom, jarom usevu, u kombinaciji sa primenom herbicida, može dosta da doprinese smanjenju zakorovljenosti i povećanju prinosa.

U radu je ispitivan uticaj gustine gajenja dva hibrida kukuruza i primene herbicida na povećanje njihove kompetitivne sposobnosti i smanjenje zakorovljenosti, u cilju ostvarenja većeg prinosa zrna.

Materijal i metode

Istraživanja su sprovedena tokom 1996, 1997, 1998. i 1999. godine u Institutu za kukuruz "Zemun Polje" na zemljištu tipa slabokarbonatni černoze. Eksperiment je bio postavljen kao trofaktorijalni ogled po RCB dizajnu u četiri ponavljanja. Ispitivan je uticaj sledećih faktora: tri gustine kukuruza (A_1 -40.816, A_2 -69.686 i A_3 -98.522 biljaka po ha), dva hibrida (C_1 -ZPSC 42A i C_2 -ZPSC 704) u uslovima sa i bez primene herbicida (B_1 - kontrola i B_2 - tretirano), na svežu masu korova ($g\ m^{-2}$), indeks lisne površine i prinos zrna kukuruza ($t\ ha^{-1}$). Na tretiranoj površini primenjena je kombinacija herbicida atrazin+metolahlor u količini 1,0 i 2,88 $l\ ha^{-1}$.

Uzimanje uzoraka korova vršeno je metodom probnih kvadrata u vreme formiranog sklopa useva. Merena je sveža masa svake vrste korova pojedinačno a zatim izračunata ukupna sveža masa uzorka korova. U isto vreme merena je i ukupna lisna površina po biljci kukuruza, a zatim je na osnovu tih podataka izračunat indeks lisne površine deljenjem ukupne površine listova svih biljaka kukuruza po hektaru sa 10.000 m². Prinos zrna meren je na kraju vegetacionog perioda kukuruza.

Podaci su statistički obrađeni metodom analize varijanse (ANOVA) i analizirani LSD-testom. Zbog obima dobijenih podataka, u radu su prikazane prosečne vrednosti za četvorogodišnji period izvođenja oglada.

Rezultati i diskusija

Dobijeni podaci pokazuju da je gajenje kukuruza u većoj gustini uz primenu herbicida, uticalo na smanjenje ukupne sveže mase korova (Tabela 1). Prema podacima iz Tabele 1, na osnovu urađene statističke analize, vrednost sveže mase korova je vrlo značajno bila manja u najvećoj, A₃ gustini (329,8 g m⁻²) u odnosu na početnu, najmanju A₁ gustinu kukuruza (1.003,0 g m⁻²). Kao rezultat smanjene transmisije svetlosti u većoj gustini kukuruza, dolazi do značajne redukcije biomase korova i prema rezultatima drugih istraživanja, *Tollenaar i sar.*, 1994, *Ivashchenko*, 1999. Ukupna sveža masa korova bila je statistički vrlo signifikantno veća na kontrolnoj, B₁ (959,8 g m⁻²), u poređenju sa tretiranom, B₂ varijantom (262,2 g m⁻²). Pod uticajem interakcije gustine i primene herbicida, ukupna sveža masa korova bila je najmanja u uslovima sa primenom herbicida u najvećoj gustini (117,4 g m⁻²), što je rezultat delovanja kukuruza čija je kompetitivna sposobnost povećana primenom ovih mera, *Stanojević i sar.*, 1996.

Tabela 1. Sveža masa korova (g m⁻²) u zavisnosti od gustine useva (A₁₋₃), primene herbicida (B₁₋₂) i njihove interakcije (AxB)
Weed Fresh Weight (g m⁻²) at Three Crop Density Levels (A₁₋₃), Two Herbicide Treatments (B₁₋₂) and their Interaction (AxB)

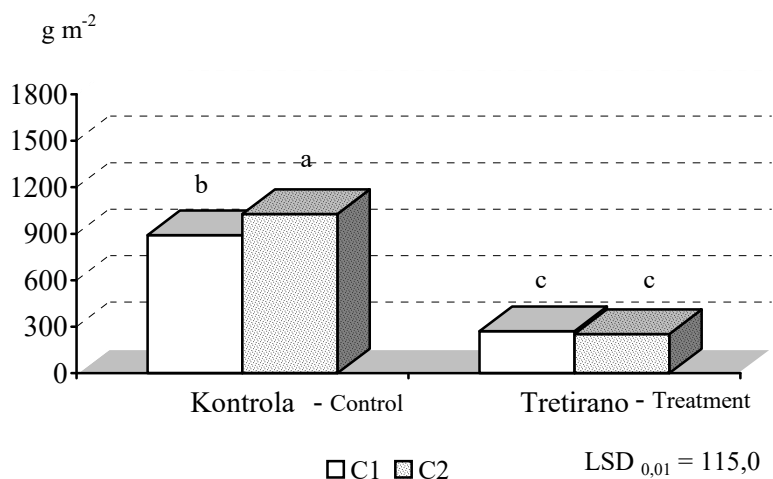
| Primena herbicida Herbicide application | Gustina kukuruza - Maize density | | | Prosek Mean |
|--|----------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | |
| B ₁ | 1153.0 ^{af} | 784.0 ^b | 542.2 ^c | 959.8 ^{**} |
| B ₂ | 453.7 ^c | 215.6 ^d | 117.4 ^d | 262.2 |
| Prosek - Average | 1003.0 ^a | 500.0 ^b | 329.8 ^c | |

LSD_{0,01} AxB = 140,9; LSD_{0,05} A = 75,61; **P<0,01

†Vrednosti označene istim slovima statistički se ne razlikuju na nivou 0,05 odnosno 0,01

†Averages followed by the same letter(s) are not statistically different for P<0.05 and P<0.01 (LSD-test)

Na vrednost ukupne sveže mase korova statistički značajno je uticala i interakcija faktora primena herbicida x hibrid (Grafikon 1). Iz rezultata prikazanih u grafikonu se uočava da je ukupna sveža masa korova u oba hibrida bila značajno



Grafikon 1. Statistička analiza sveže mase korova za interakciju faktora primena herbicida i hibrid (vrednosti sredina označene istim slovima značajno se ne razlikuju na osnovu LSD-testa na nivou 0,01)

Statistical analysis for weed fresh weight under herbicide application x hybrid interaction (averages followed by the same letter(s) are not significantly different for $P < 0.05$ and $P < 0.01$ (LSD-test))

veća na kontrolnoj varijanti. Na kontrolnoj varijanti su se, u poređenju sa tretiranom površinom, vrednosti za svežu masu korova značajno razlikovale između hibrida. U uslovima bez primene herbicida, usev je u situaciji da se sam bori protiv korova, tako da su utvrđene razlike u vrednostima za svežu masu korova na kontrolnoj varijanti, direktna posledica kompetitivnih svojstava svakog od ispitivanih hibrida, **Hakansson**, 1997.

Povećanu kompetitivnu sposobnost kukuruza kao posledicu gajenja u većoj gustini i na tretiranoj površini, najbolje ilustruje indeks lisne površine kukuruza (Tabela 2). Podaci iz Tabele 2 pokazuju da je indeks lisne površine, a samim tim i lisna površina kukuruza, najveće vrednosti imao u najvećoj A₃ gustini (6,26) i na tretiranoj varijanti (4,72). Ranija istraživanja su takođe pokazala da se indeks lisne površine kukuruza povećava sa povećanjem gustine gajenja, uz istovremeno smanjenje količine svetlosti koja dopire do korova, **Walker i sar.**, 1988, **Tetio-Kagho** i **Gardner**, 1988. Faktori gustina useva i primena herbicida su u interakciji uticali na razlike u vrednosti indeksa lisne površine, jedino uticaj interakcije nije bio i statistički signifikantan.

Između hibrida je takođe bilo razlike u vrednostima za indeks lisne površine, koji je kod hibrida C₁ iznosio 4,34, a kod hibrida C₂ 4,80, što je statistički vrlo značajna razlika (Tabela 3). Ovo je potpuno razumljivo obzirom da je poznato da hibrid C₂ pripada kasnoj grupi zrenja i ima vrlo razvijen habitus i krupne listove.

U vezi sa dobijenim vrednostima za navedene parametre kompeticijskog

Tabela 2. Indeks lisne površine kukuruza u zavisnosti od gustine useva (A_{1-3}), primene herbicida (B_{1-2}) i njihove interakcije ($A \times B$)
 Maize Leaf Area Index in Dependence on Three Crop Density Levels (A_{1-3}), Two Herbicide Treatments (B_{1-2}) and their Interaction ($A \times B$)

| Primena herbicida Herbicide application | Gustina kukuruza - Maize density | | | Prosek Mean |
|--|----------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | |
| B ₁ | 2,74 | 4,37 | 6,15 | 4,42 |
| B ₂ | 2,95 | 4,83 | 6,37 | 4,72** |
| Prosek - Average | 2,85 ^{ct} | 4,60 ^b | 6,26 ^a | |

LSD_{0,01} A = 0,1981; **P < 0,01

†Vrednosti označene istim slovima statistički se ne razlikuju na nivou 0,05 odnosno 0,01

†Averages followed by the same letter(s) are not statistically different for P < 0.05 and P < 0.01 (LSD-test)

Tabela 3. Indeks lisne površine kukuruza u zavisnosti od primene herbicida (B_{1-2}) i hibrida (C_{1-2})
 Maize Leaf Area Index in Dependence on Hherbicide Application (B_{1-2}) and Hybrid (C_{1-2})

| Hibrid Hybrid | Primena herbicida – Herbicide application | | Prosek Mean |
|------------------|---|----------------|----------------|
| | B ₁ | B ₂ | |
| C ₁ | 4,18 | 4,66 | 4,34 |
| C ₂ | 4,51 | 4,93 | 4,80** |
| Prosek - Average | 4,42 | 4,72** | |

**Značajno na P < 0,01 - Significant at P < 0.01

delovanja kukuruza na svežu masu korova, je i visina ostvarenog prinosa zrna (Tabela 4). Podaci iz Tabele 4 pokazuju da se prinos zrna kukuruza u proseku, povećao u A₂ i A₃ u poređenju sa A₁ gustinom, dok je sa povećanjem gustine useva od A₂ na A₃ došlo do blagog smanjenja prinosa. Usled primene herbicida, prinos zrna kukuruza bio je vrlo značajno viši na tretiranoj površini (12,24 t ha⁻¹) u odnosu na kontrolnu (10,69 t ha⁻¹). U rezultatu delovanja interakcije faktora gustina useva i primena herbicida, prinos zrna bio je najviši na tretiranoj površini u gustini A₂ (13,15 t ha⁻¹).

Tabela 4. Prinos zrna kukuruza (t ha⁻¹) u zavisnosti od gustine useva (A_{1-3}), primene herbicida (B_{1-2}) i njihove interakcije ($A \times B$)
 Maize Grain Yield (t ha⁻¹) in Dependence on Three Crop Density Levels (A_{1-3}), Two Herbicide Treatments (B_{1-2}) and their Interaction ($A \times B$)

| Primena herbicida Herbicide application | Gustina kukuruza - Maize density | | | Prosek Mean |
|--|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| | A ₁ | A ₂ | A ₃ | |
| B ₁ | 9,14 ^{ct} | 11,38 ^c | 11,55 ^c | 10,69 |
| B ₂ | 10,92 ^d | 13,15 ^a | 12,65 ^b | 12,24** |
| Prosek - Average | 10,03 ^b | 12,26 ^a | 12,10 ^a | |

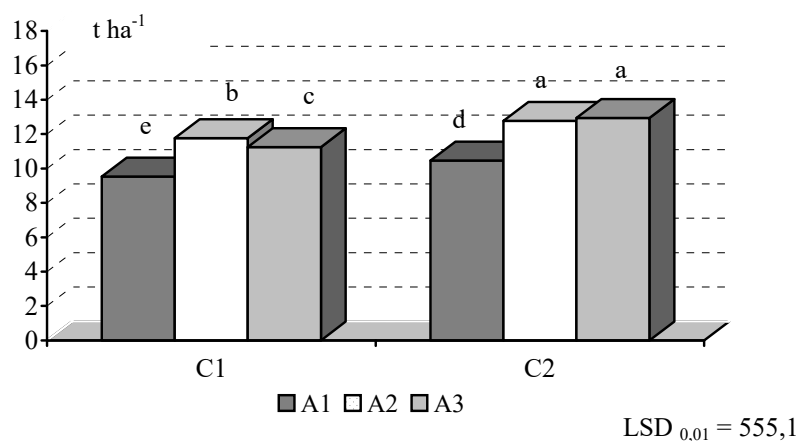
LSD_{0,05} AxB = 421.3; LSD_{0,01} A = 392,5; **P < 0,01

†Vrednosti označene istim slovima statistički se ne razlikuju na nivou 0,05 odnosno 0,01

†Averages followed by the same letter(s) are not significantly different for P < 0.05 and P < 0.01 (LSD-test)

Ispitivani hibridi, u smislu ispoljavanja svog potencijala rodnosti, podnose gajenje u povećanim gustinama do izvesne mere, uprkos tome što se sa daljim povećanjem gustine useva smanjuje zakorovljenost.

Na visinu prinosa zrna ispitivanih hibrida kukuruza, uticala je i interakcija njihovih rodni osobina sa gustinom gajenja (Grafikon 2). Uticaj interakcije navedenih faktora na prinos zrna kukuruza bio je statistički vrlo značajan ($LSD_{0,01} = 555,1$). Prema podacima prikazanim u Grafikonu 2 može se uočiti da je hibrid C_2 zahvalnije reagovao na povećanje gustine gajenja vezano za ostvarenje što višeg prinosa zrna, za razliku od hibrida C_1 , što se poklapa i sa opisom i preporukama za gajenje ovih hibrida u kome se kaže da hibrid ZPSC 704 dobro podnosi gajenje u većim gustinama. Ranija istraživanja su takođe ukazala na značaj izbora hibrida sa dobrim kompeticijskim osobinama, koji se mogu uspešno gajiti u većim gustinama ili pri smanjenom međurednom razmaku, radi boljeg kompetitivnog delovanja na korove i ostvarivanja većeg prinosa zrna, *Graybill i sar.*, 1991, *Dong i Hu*, 1993, *Cox*, 1996.



Grafikon 2. Prinos zrna kukuruza ($t\ ha^{-1}$) zavisno od interakcije faktora gustina gajenja x hibrid ($A \times C$) (vrednosti sredina označene istim slovima značajno se ne razlikuju na osnovu LSD-testa na nivou 0,01)
 Maize grain yield ($t\ ha^{-1}$) under crop density x hybrid interaction ($A \times C$) (averages followed by the same letter(s) are not significantly different for $P < 0.05$ and $P < 0.01$ (LSD-test))

Zaključak

Kombinovanom primenom mera gajenja (gustina useva, primena herbicida i izbor hibrida) može se uspešno uticati na smanjenje zakorovljenosti i povećanje prinosa kukuruza. Sveža masa korova se značajno ($P < 0,05$) smanjivala sa povećanjem gustine kukuruza, usled primene herbicida kao i u rezultatu delovanja ovih faktora u interakciji. Najmanja sveža masa je utvrđena na površini tretiranoj herbicidima u najvećoj gustini ($117,4 \text{ g m}^{-2}$). Istovremeno, indeks lisne površine i prinos zrna kukuruza su se vrlo signifikantno ($P < 0,01$) povećavali sa povećanjem gustine od A_1 do A_3 kao i usled primene herbicida. Prinos zrna kukuruza takođe je bio vrlo značajno viši u uslovima primene herbicida u gustini A_2 u odnosu na gustinu A_1 i kod hibrida C_2 . Dobijeni rezultati pokazuju da se gajenjem hibrida kukuruza u povećanim gustinama uz primenu herbicida može uspešno kontrolisati i smanjiti nivo zakorovljenosti i samim tim ostvari veći prinos zrna.

Ovim se potvrđuje da se kombinovanom primenom dve i tri mere u vidu sistema mera za gajenje kukuruza mogu ostvariti značajni rezultati u kontroli korova i povećanju kompetitivnosti i rodosti kukuruza. Primena herbicida za suzbijanje korova treba da bude sve više samo deo integralnog sistema mera za kontrolu zakorovljenosti radi postizanja ekonomske opravdanosti proizvodnje i zaštite životne sredine.

Literatura

- Cox, J.W.** (1996): Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. *Agronomy J.* 88: 489-496.
- Dong, S.T.** and **C.H. Hu** (1993): Effect of plant population density on canopy net photosynthesis and their relation to grain yield in maize cultivars. *Photosynthetica* 29: 25-32.
- Graybill, S.J., J.W. Cox** and **J.D. Otis** (1991): Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date and plant density. *Agronomy J.* 83: 559-564.
- Hakansson, M.** (1997): Competitive effects and competitiveness in annual plant stands. 1. Measurement methods and problems related to plant density. *Swedish Journal of Agricultural Research* 27: 53-73.
- Ivashchenko, O.** (1999): The factor light in management of *Agropyron repens*. Book of Abstracts of the 11th European Weed Research Society Symposium, Basel, Switzerland, pp. 57.
- Kovačević, D.** i **N. Momirović** (1996): Integralne mere suzbijanja korova u savremenoj tehnologiji gajenja kukuruza. Zb. rad. V Kongresa o korovima, Banja Koviljača, Jugoslavija, str. 410-431.

- Kovačević, D.** i **N. Momirović** (2000): Uloga integralnih sistema suzbijanja korova u konceptu održive poljoprivrede. Zb. rad. VI Kongresa kongresa o korovima, Banja Koviljača, Jugoslavija, str. 116-150.
- Shaw, W.C.** (1982): Integrated weed management system technology for pest management. Weed Sci. Suppl. 30: 2-12.
- Stanojević, M., L. Stefanović** i **Ž. Jovanović** (2000): Uloga gustine useva i primene herbicida u sistemu integralne kontrole korova kukuruza. Herbologija I (I): 111-121.
- Stanojević, M., L. Stefanović, K. Mirković** and **D. Božić** (1996): Effect of crop density of weeds in maize. Book of Proceedings of the 2nd International Weed Control Congres, Copenhagen, Denmark, I: 197-202.
- Swanton, J.C.** and **F.S. Weise** (1991): Interated weed management: the rationale and approach. Weed Technology 5: 657-663.
- Tetio-Kagho, F.** and **F.P. Gardner** (1988): Responses of maize to plant population density. I. Canopy development, light relationships and vegetative growth. Agronomy J. 80: 930-935.
- Tollenaar, M., A.A. Dibo, A. Aguilera, F.S. Weise** and **J.C. Swanton** (1994): Effect of crop density on weed interference in maize. Agronomy J. 86: 591-595.
- Walker, G.K., E.R. Blackshaw** and **J. Dekker** (1988): Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight transmission. Weed Technology 2: 159-165.

Primljeno: 12.04.2003.

Odobreno: 24.04.2003.

* *
*

Maize Competitiveness and Productivity under Different Crop Densities

- Original scientific paper -

Milena SIMIĆ and Lidija STEFANOVIĆ
Maize Research Institute, Zemun Polje, Belgrade-Zemun

Summary

Two or more integrated management practices can improve crop competitiveness and lower weed infestation. The crop density is one of factors which can improve crop competitiveness and may suppress weed at a relatively low cost. Its application in maize, as a broad-cast, spring crop, in the combination with a herbicide application, can, to a great extent, contribute to weed suppression and yield increase.

Field studies were conducted during the 1996-1999 period at the Maize Research Institute, Zemun Polje. The 4-replicate trial was set up according to the RCBD. Effects of three different maize densities on fresh weight of weeds (g m^{-2}) and the leaf area index and grain yield (t ha^{-1}) of two maize hybrids were studied under conditions with and without herbicide applications. Data were processed by ANOVA.

The increased maize density significantly reduced ($P < 0.05$) the fresh weight of weeds and increased the leaf area index and grain yield ($P < 0.01$). At the same time, the higher crop density (D_1 to D_3) was the significantly higher ($P < 0.01$) leaf area index and grain yield were. The weed fresh weight, leaf area index and grain yield of maize significantly differed over variants with and without herbicide applications. The crop density x herbicide application interaction resulted in very significant differences in the weed fresh weight. The lowest weed fresh weight (117.4 g m^{-2}) was determined in the highest crop density on the area treated with herbicides. Obtained results point to the fact that weed infestation can be successfully controlled by the application of both higher densities of maize together with herbicide applications.

Received: 12/04/2003

Accepted: 24/04/2003

Adresa autora:
Milena SIMIĆ
Institut za kukuruz "Zemun Polje"
Slobodana Bajića 1
11185 Beograd-Zemun
Srbija i Crna Gora
e-mail: smilena@mrizp.co.yu