

Izbor osobina za ocenu genetičke divergentnosti genotipova paradajza (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

- Originalninaučni rad -

Tomislav ŽIVANOVIĆ¹, Saša KRSTANOVIĆ² i
Gordana ŠURLAN MOMIROVIĆ¹
¹Poljoprivredni fakultet Beograd,
²INI Agroekonomik, Padinska Skela

Izvod: Metodom hijerarhijske klaster analize izvršeno je grupisanje šest roditeljskih genotipova paradajza u dva klastera. Određivanje fenotipskih distanci vršeno je na osnovu sedam komponenti prinosa (dužine i širine ploda, debljine perikarpa ploda, broja komora ploda, broja plodova po biljci, mase ploda i mase plodova po biljci). Vrednosti posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS) i heterozisa F₁ hibrida dobijenih dijalelnim ukrštanjem između ispitivanih šest roditeljskih genotipova su poslužile za proveru pouzdanosti dobijenih fenotipskih distanci među ispitivanim genotipovima. Utvrđeno je da su dobri hibridi sa visokim PKS i visokim efektima heterozisa nastali ukrštanjem genotipova iz istih ili različitih klastera. To je u skladu sa činjenicama da se visok prinos može ostvariti ukrštanjem divergentnih genotipova. Kombinacione sposobnosti i heterozis bi trebalo proveravati za svaki konkretni slučaj kod paradajza. Pošto je metod uspešno primenjen i proveren na šest genotipova, može se primeniti i za karakterizaciju i klasifikaciju celokupne kolekcije germplazme paradajza za što veći broj osobina, čime se olakšava selekcija ove biljne vrste.

Ključne reči: Heterozis, klaster analiza, kombinaciona sposobnost, osobine, paradajz.

Uvod

Determinacija odnosa i divergentnosti unutar kolekcije germplazme paradajza jedan je od uslova za njeno uspešno iskorišćavanje u procesu selekcije. Metod hijerarhijske klaster analize olakšava klasifikaciju genotipova pod uslovom da su pri analizi obuhvaćene najvažnije kvantitativne i kvalitativne osobine. Klasifikacija ukazuje na opštu divergentnost grupa (klastera), preko relativnih distanci između

njih. Sachan i Sharma, 1971, (cit. **Singh i Singh**, 1980) i **Peter i Rai**, 1976, su analizirali genetičku divergentnost paradajza. U njihovim istraživanjima ističu da geografska distribucija za ispitivane genotipove paradajza nije bila u saglasnosti sa stanjem genetičke divergencije. **Khanna i Mishra**, 1977, su izučavali varijabilnost unutar kolekcije od 50 genotipova paradajza. Na bazi prinosa, broja plodova i broja cvetnih grana po biljci, broja komora, visine biljke, ranostasnosti i sadržaja suve materije u plodu, oni su klasifikovali genotipove u deset klastera. **Singh i Singh**, 1980, su koristili osam komponenti prinosa za grupisanje 30 varijeteta paradajza u osam klastera. Da bi što uspješnije koristili genotipove iz kolekcije potrebno je da se opiše varijabilnost za agronomski korisne osobine, **Duwick**, 1984. Dilema oko genotipske klasifikacije putem korišćenjem hijerarhijske klaster analize se javlja kod izbora osobina za njenu karakterizaciju i grupisanje, **Sušić i sar.**, 1999. Različit izbor osobina utiče na oblik dendrograma fenotipskih distanci, tj. na formiranje različitih grupa genotipova. Prema tome, veoma je značajan izbor osobina koje pokazuju divergenciju na najbolji način. Cilj ovog rada je da se na osnovu osobina ispitivanih genotipova odrede fenotipske distance na dendrogramu dobijenom na osnovu hijerarhijske klaster analize. Dendrogram bi trebalo pouzdano da reflektuje prisutnu varijabilnost odabranih genotipova, a dobijeni rezultati bi trebalo da budu potvrđeni kombinacionim sposobnostima i heterozisom.

Materijal i metode

Šest genotipova paradajza, linija, bile su izabrane za ukrštanje: 1. B-99 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Boljevca), 2. Ma-127 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Malog Zvornika), 3. M-29 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Mačve), 4. ZJ-17 (linija poreklom iz lokalne populacije paradajza iz Zaječara), 5. Kz-13 (linija izvedena iz sorte Kazanova) i 6. Az-09 (linija dobijena iz sorte Arizona). Prema tome, linije su poreklom iz domaćeg i introdukovanog selekcionog materijala, koji je selekcionisan u SCG. Ukrštanje je izvedeno po metodi punog dijalela bez recipročnog ukrštanja. Roditelji i F₁ hibridi su analizirani za sledeće osobine: dužina ploda (cm), širina ploda (cm), debljina perikarpa (cm), broj komora po plodu, broj plodova po biljci i masa ploda (g). Prosečan broj plodova po biljci i masa ploda po biljci su utvrđeni na uzorku od 20 biljaka po ponavljanju, a ostale osobine su ispitivane na uzorcima od 10 plodova po ponavljanju za roditelje i hibridne kombinacije. Ogled je postavljen po potpuno slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja u Bijeljini u 2000. godini.

Relativan heterozis je ispitivan na bazi boljeg roditelja. Analiza kombinacionih sposobnosti je urađena primenom Grifingovog metoda, **Grifing**, 1956, metod 2, matematički model I, koji uključuje roditelje i F₁ generaciju.

Vrednosti za hijerarhijske klaster analize su transformisane prema metodi **Warda**, 1963. Euklidova distanca (E.d.) je korišćena kao realno rastojanje između genotipova. Da pokažemo sličnosti i razlike između analiziranih genotipova konstruisan je dendrogram fenotipskih distanci sa roditeljskim genotipovima.

Vrednosti heterozisa i posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS) za hibride dobijene ukrštanjem šest roditelja su poslužile za proveru rezultata dobijenih hijerarhijskom klaster analizom roditelja u dijalelnim ukrštanjima.

Rezultati i diskusija

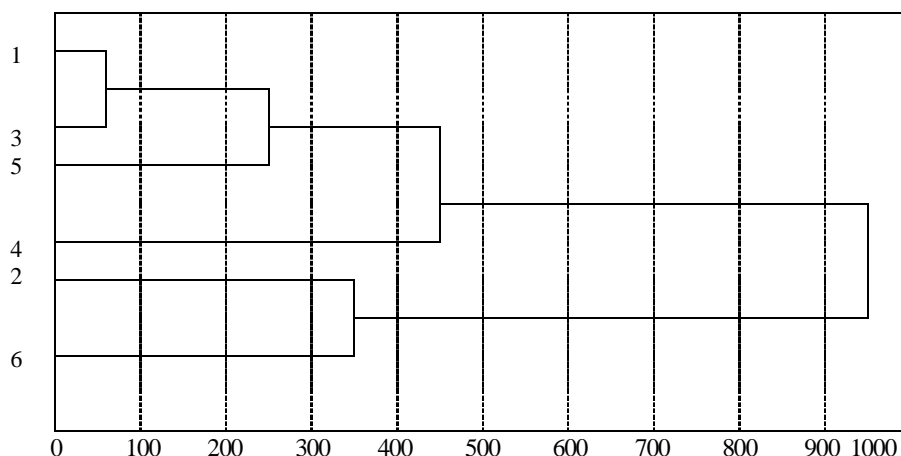
Na bazi srednjih vrednosti sedam osobina (Tabela 1), roditeljski genotipovi su grupisani u genetički srodne grupe (klaster) primenom metoda hijerarhijske klaster analize. Na dendrogramu fenotipskih distanci između roditeljskih genotipova, može se videti da su roditeljski genotipovi svrstani u dva klastera, što potvrđuje pretpostavku da su odabrani genotipovi divergentni (Slika 1). Prisutna varijabilnost između roditeljskih parova je različita i kreće se od 6-43 E.d. (Euklidove distance).

Klaster I čine genotipovi 6 (Az-09) i 2 (Ma-127) (posmatrano od dole na gore, Slika 1). U poređenju sa drugim roditeljskim genotipovima koji su korišćeni za

Tabela 1. Srednje vrednosti za osobine paradajza
Mean Values of Studied Tomato Traits

Genotip Genotype	Osobine - Traits						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1 (B-99)	5,72	6,61	5,03	0,54	27,01	107,74	2645,48
2 (Ma-127)	6,28	7,12	5,90	0,49	19,91	170,27	3085,41
3 (M-29)	5,49	6,27	5,43	0,51	23,42	127,71	2709,66
4 (ZJ-17)	5,14	5,71	4,99	0,43	21,88	104,64	2064,50
5 (Kz-13)	4,56	5,24	3,20	0,42	41,97	64,66	2418,40
6 (Az-09)	6,87	8,20	7,73	0,56	16,79	231,63	3418,24
1 x 2	5,85	6,72	4,63	0,53	25,65	146,87	3261,36
1 x 3	5,58	6,35	4,16	0,56	26,21	112,49	2551,33
1 x 4	5,32	6,04	4,61	0,53	23,48	107,27	2319,79
1 x 5	5,19	5,81	6,76	0,48	28,66	84,76	2245,57
1 x 6	6,36	7,53	5,76	0,57	26,11	168,60	3923,59
2 x 3	5,76	6,67	4,04	0,54	21,75	131,16	2576,72
2 x 4	5,20	5,75	3,48	0,47	21,58	102,17	2027,79
2 x 5	4,99	5,74	3,21	0,49	31,51	85,16	2399,35
2 x 6	6,59	7,43	6,14	0,51	15,13	181,20	2525,29
3 x 4	5,43	6,02	3,51	0,52	24,70	114,56	2588,81
3 x 5	5,18	5,99	3,50	0,48	28,98	100,63	2651,29
3 x 6	6,43	7,33	4,33	0,65	22,65	176,97	3705,59
4 x 5	5,02	5,72	3,19	0,49	36,47	91,22	2991,30
4 x 6	5,95	6,80	4,22	0,63	22,84	150,53	3043,28
5 x 6	5,28	6,02	3,85	0,48	30,94	101,64	2811,67
LSD 0,05	0,41	0,43	0,34	0,034	1,32	9,49	166,38
LSD 0,01	0,45	0,58	0,45	0,040	1,76	12,69	222,61

I - dužina ploda - fruit length; II - prečnik ploda - fruit diameter; III - broj komora ploda - number of locules per a fruit; IV - debljina perikarpa - pericarp thickness; V - broj plodova - number of fruits; VI - masa ploda - fruit weight; VII - Masa plodova po biljci - number of fruits per a plant



Slika 1. Dendrogram distanci između genotipova paradajza
Dendrogram of distances among tomato genotypes

ukrštanja, ovi genotipovi imaju veću prosečnu dužinu ploda, prečnik ploda, broj komora po plodu, masu ploda i masu plodova po biljci. Nasuprot tome ovi genotipovi imaju manji prosečan broj plodova po biljci od drugih genotipova (Tabela 1).

Drugi klaster čine ostali genotipovi: 4 (ZJ-17), 5 (Kz-13), 3 (M-29) i 1 (B-99) (posmatrano od dole na gore, Slika 1). Genotip ZJ-17 ima srednje vrednosti osobina oko proseka, ali ima najnižu prosečnu masu ploda po biljci. Genotip Kz-13 pripada klasteru I. Ovaj genotip se karakteriše najnižim prosečnim vrednostima osobina ploda (dužinom, prečnikom, brojem komora, debljinom perikarpa i masom), a najvećim brojem plodova po biljci. Genotipovi B-99 i M-29 su imali približne vrednosti za većinu osobina (Tabela 1). To pokazuje da slično variraju i da je prisutna genetička srodnost za ispitivane osobine između ove dve roditeljske komponente. Isto bi se moglo istaći za genotipove Ma-127 i Az-09, koji su pripadaju klasteru I (Slika 1). Genotipovi ZJ-17 i Kz-13 nisu imali prosečne vrednosti većine osobina koje bi se posebno mogle istaći i koje se značajnije razlikuju od prosečnih vrednosti roditeljskih genotipova.

Na varijabilnost svih osobina značajno utiče genotip, što se može videti u Tabeli 2.

Za potvrdu validnosti dobijenih dendrograma koristili smo vrednosti posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS; Tabele 3 i 4) i efekta heterozisa (Tabela 5) kod hibrida dobijenih metodom dijalelnog ukrštanja roditeljskih genotipova koji su klasifikovani. Pošli smo od hipoteze da će hibridi dobijeni ukrštanjem divergentnih roditelja koji pripadaju različitim klasterima imati dobre PKS i visoke vrednosti heterozisa za analizirane osobine.

Hibridna kombinacija ZJ-17 x Kz-13 je imala najbolje PKS, za ispitivane osobine, osim broj komora ploda (B-99 x Kz-13) i debljinu perikarpa ploda (ZJ-17 x Az-09). Ove linije pripadaju istom klasteru na dendrogramu fenotipskih distanci između roditeljskih genotipova (Slika 1). To ne odgovara hipotezi da bi se superiorno

Tabela 3. PKS vrednosti za osobine paradajza - SCA Values for Tomato Traits

Genotip Genotype	Osobine - Traits						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1 x 2	-0,02	0,02	-0,54	0,01	2,41	14,12	512,28
1 x 3	-0,09	-0,15	-0,62	0,01	1,00	-8,28	-264,22
1 x 4	-0,07	-0,06	-0,03	0,01	-1,40	1,02	-196,62
1 x 5	0,010	-0,04	2,38	-0,01	-5,22	1,30	-375,34
1 x 6	0,07	0,21	-0,22	-0,01	3,38	3,96	688,94
2 x 3	-0,05	0,06	-0,42	0,02	0,13	-8,56	-159,92
2 x 4	-0,34	-0,46	-0,82	-0,02	-0,25	-23,03	-409,71
2 x 5	-0,26	-0,22	-0,83	0,03	1,22	-17,25	-142,66
2 x 6	0,15	-0,01	-0,50	-0,03	-4,01	-2,40	-630,45
3 x 4	0,08	0,01	-0,41	-0,01	0,90	1,34	84,84
3 x 5	0,13	0,23	-0,16	-0,01	-3,27	10,20	42,82
3 x 6	0,19	0,10	-0,93	0,07	1,56	5,36	483,37
4 x 5	0,24	0,35	-0,31	0,03	7,00	15,32	681,96
4 x 6	-0,02	-0,03	-0,89	0,09	1,53	-6,55	120,20
5 x 6	-0,39	-0,56	-0,99	-0,03	1,17	-32,66	-215,91
SE	0,10	0,11	0,09	0,01	0,34	2,43	42,61
LSD 0,05	0,35	0,38	0,29	0,03	1,14	10,99	144,09
LSD 0,01	0,47	0,50	0,39	0,03	1,52	8,22	192,78

I - dužina ploda - fruit length; II - prečnik ploda - fruit diameter; III - broj komora ploda - number of locules per a fruit; IV - debljina perikarpa - pericarp thickness; V - broj plodova - number of fruits; VI - masa ploda - fruit weight; VII - Masa plodova po biljci - number of fruits per a plant

potomstvo moglo dobiti ukrštanjem roditelja iz različitih klastera. Ovo nije u saglasnosti sa *Bhutani i sar.*, 1983 i *Sušić i sar.*, 1999. Autori su mišljenja da se poželjne rekombinacije gena mogu desiti samo sa hibridizacijom između divergentnih roditelja. Na osnovu rezultata iz prakse mala je verovatnoća da će se dobiti poželjan rekombinant između izrazito divergentnih genotipova (na primer genotipova sa plodovima velike mase i genotipova sa plodovima male mase). Ovome u prilog idu i relativno male vrednosti pozitivnog heterozisa za većinu osobina paradajza. Hibrid ZJ-17 x Kz-13 ima najboljim PKS i heterozis za masu ploda po biljci. Ovi i ovakvi rezultati pokazuju da selekcioneri materijal koji je na ovaj način dobijen sadrži relativno mali broj poželjnih aditivnih gena, te da bi na njemu u buduću trebalo raditi sa ciljem većeg akumuliranja aditivnih gena i stvaranju većeg broja epistatičnih blokaova za agronomski važne kvantitativne osobine. Takođe, ovo potvrđuje i staru dogmu u selekciji "da se rodnije potomstvo može dobiti ukrštanjem roditelja sa visokim prinosom".

Značajne heterotične efekte su imali sledeći hibridi za pojedine komponente prinosa: za broj plodova po biljci - B-99 x Kz-13 (isti klaster), za masu ploda - ZJ-17 x Az-09 (različiti klasteri), za dužinu ploda - B-99 x Ma-127 (različiti klasteri) i za prečnik ploda - ZJ-17 x Kz-13 (isti klaster). Ovo ukazuje da neke osobine imaju povoljno formirane epistatične blokove i relativno visoku akumulaciju poželjnih aditivnih gena, jer je ovo na neki način samo "početni" selekcioneri materijal. Cilj

Tabela 5. Heterozis osobina paradajza (%) - Heterosis of Tomato Traits (%)

Genotip Genotype	Osobine - Traits						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1 x 2	-2,55	-2,05	-8,57	3,26	9,34	12,98	13,82
1 x 3	-0,52	-1,34	-19,69	7,03	5,93	-4,44	-4,71
1 x 4	-2,02	-1,80	-7,98	9,28	-3,94	1,01	-1,49
1 x 5	0,97	-1,87	64,20	0,42	-16,90	-1,66	-11,31
1 x 6	0,95	1,74	-9,67	4,56	19,20	-0,55	29,41
2 x 3	-2,09	-0,33	-28,17	7,95	0,40	-11,96	-11,07
2 x 4	-8,88	-10,34	-36,01	1,95	4,11	-25,67	-21,25
2 x 5	-7,99	-7,34	-29,47	7,03	1,84	-27,49	-12,81
2 x 6	0,20	-3,00	-9,83	2,29	-17,56	-9,83	-22,34
3 x 4	2,09	0,58	-32,06	9,77	9,05	-1,39	8,45
3 x 5	13,00	4,08	-18,05	2,58	-11,36	4,62	3,40
3 x 6	4,04	1,27	-33,77	22,06	12,67	-1,50	20,94
4 x 5	3,38	4,15	-22,08	15,13	14,23	7,76	33,45
4 x 6	-1,00	-2,16	-33,65	27,79	18,13	-10,47	11,01
5 x 6	-7,74	-10,42	-29,55	-0,82	5,32	-31,39	-3,65

I - dužina ploda - fruit length; II - prečnik ploda - fruit diameter; III - broj komora ploda - number of locules per a fruit; IV - debljina perikarpa - pericarp thickness; V - broj plodova - number of fruits; VI - masa ploda - fruit weight; VII - Masa plodova po biljci - number of fruits per a plant

buduće selekcije na ovom materijalu može biti akumuliranje poželjnih gena za kvantitativne osobine paradajza, a ovo je dokaz da je procesom selekcije obuhvaćen relativno srodan genetički materijal. Tek posle dodatne selekcije i uključivanjem nekog novog selekcionog materijala, kao izvora poželjnih gena moći će se reći da samo genetički divergentni genotipovi (ali dobijeni selekcijom) mogu dati dobre kombinacione sposobnosti i heterozis, a da geografsko poreklo ne igra značajnu ulogu i da genotipovi nisu pouzdano divergentni, *Sušić i sar.*, 1999. Gore izneto nagoveštava sugestiju da se može dobiti dendrogram fenotipskih distanci, koji daje realnu sliku srodnosti između genotipova koji su korišćeni u ukrštanjima, a da se kombinacione sposobnosti i heterozis moraju proveravati u svakom konkretnom slučaju. To se može postići primenom metoda hijerarhijske klaster analize na bazi komponenti prinosa. Ova istraživanja zahtevaju analizu mnogo većeg broja osobina i uključivanje velikog broja genotipova. Ovaj materijal je u osnovi divergentan, mada je se za ispitivane komponente prinosa može reći da su dobijene relativno male vrednosti fenotipskih distanci. Na osnovu ovoga sledi da se selekcijom na neki način vrši "erozija" genofonda gajenih vrsta. Pored ovih osobina trebalo bi pratiti i druge kao što su: broj cvetova po cvetnoj grani, procenat zametnutih plodova, tipove cvetnih grana, prisustvo zelene boje na plodovima i prisustvo pucanja plodova, indeks ploda, dužina vegetacionog perioda i tip rasta. Međutim, potrebno istaći da prinos i njegove komponente igraju najvažniju ulogu u procesu selekcije paradajza.

Zaključak

Metod klasifikacije genotipova paradajza primenom hijerarhijske klaster analize na bazi sedam komponenti prinosa koje su ispitivane u ovom radu i testirane na šest genotipova mogao bi biti primenjen za karakterizaciju i klasifikaciju cele kolekcije germplazme paradajza. Roditeljski parovi mogu biti genotipovi iz istih ili različitih klastera zato što se ukrštanjem samo rodnih linija mogu dobiti rodniji potomci a hibridizacijom divergentnih genotipova iz različitih klastera mogu se očekivati poželjne rekombinacije gena u F₁ generaciji. Ipak bi kombinacione sposobnosti i heterozis trebalo proveravati za svaki konkretni slučaj. To čini lakšim, jednostavnijim, efikasnijim, jeftinijim i uspešnijim proces selekcije paradajza, jer se tako smanjuje broj kombinacija, obim i dužina trajanja selekcije u početnim fazama selekcionog rada.

Literatura

- Bhutani, R., D. Kallo** and **P.S. Partap** (1983): Genetic divergence among tomato genotypes for quality characters and yield. *Indian J. Agri. Sci.* **53** (2): 108-111.
- Duvick, D.N.** (1984): Genetic diversity in major farm crops and in reserve. *Econ. Bot.* **38**: 161-171.
- Griffing, B.** (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* **9**: 463-493.
- Khanna, K.R.** and **C.H. Mishra** (1977): Divergence and heterosis in tomato. *J. Soc. Advmt Breed. Res. Asia Oceania.* **9** (1): 43-50.
- Peter, K.V.** and **B. Rai** (1976): Genetic divergence in tomato. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* **36** (3): 379-383.
- Sachan, K.S.** and **J.R. Sharma** (1971): Multivariate analysis of genetic divergence in tomato. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* **31**: 86-93.
- Singh, R.R.** and **H.N. Singh** (1980): Genetic divergence in tomato. *Indian J. Agri. Sci.* **50** (8): 591-594.
- Sušić, Z., J. Zdravković, N. Pavlović** and **S. Prodanović** (1999): Selecting features for estimating genetic divergence of tomato genotypes (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Genetika* **31**(3): 235-244.
- Warda, J.H.** (1963): Hierarchical grouping to optimise an objective function. *J. Am. Stat. Assos.* **58**: 236-241.

Primljeno: 06.11.2003.

Odobreno: 26.12.2003.

* *
*

Selecting Traits for Estimating Genetic Divergence of Tomato genotypes (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

- Original scientific paper -

Tomislav ŽIVANOVIĆ¹, Saša KRSTANOVIĆ² and
Gordana ŠURLAN MOMIROVIĆ¹

¹ Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun,

² Institute for Crop Production PKB INI "Agroekonomik", Belgrade

Summary

On the basis of the seven tomato yield components (fruit length and width, pericarp thickness, number of locules per fruit, number of fruits per plant, fruit mass and fruits mass per plant), six tomato genotypes were grouped into two clusters by applying the method of hierarchical cluster analysis. The values of the specific combining abilities (SCA) and heterosis effects in 15 tomato hybrids of F₁ generation obtained by diallel crossing of six parental genotypes testified that the dendrogram of phenotypic differences was obtained on the basis of these features. It was concluded that the good hybrids with high SCA values and high heterosis effects were obtained by crossing the divergent genotypes of different clusters and high yielding genotypes of the same cluster. It was in conformity with the fact that the favourable gene recombining abilities and high heterosis effects were obtained by crossing the divergent parents and parents with the high accumulation of favourable genes for yield and yield components. Since this method was successfully applied and tested on six genotypes, it could also be applied for the characterisation and classification of the entire tomato germplasm collection. In such a way, the process of tomato selection would be greatly facilitated.

Received: 06/11/2003

Accepted: 26/12/2003

Adresa autora:

Tomislav ŽIVANOVIĆ

Poljoprivredni fakultet

Nemanjina 6

11080 Beograd-Zemun

Srbija i Crna Gora

e-mail: tomislav@agrifaculty.bg.ac.yu

J. Sci. Agric. Research/Arh. poljopr. nauke 64, 227-228 (2003/3-4), 133-141

141