

UDK: 631.524; 633.11

INTERAKCIJA SORTI ŠEĆERNE REPE I FAKTORA SPOLJAŠNJE SREDINE

SKLENAR, P., KOVAČEV, L. ČAČIĆ, N¹

IZVOD: Šećerna repa je osnovna biljna vrsta za dobijanje šećera u našim agroekološkim uslovima. Najvažnije osobine koje određuju prinos kristalnog šećera kod šećerne repe su: prinos korena, sadržaj šećera i iskorišćenje šećera. Dvanaest sorti šećerne repe ispitivano je u sortnim mikroogledima tokom 1997 i 1998 godine u Novom Sadu, Somboru i Kikindi. Ogledi su bili postavljeni po slučajnom blok sistemu u pet ponavljanja. Adaptabilnost i stabilnost ispitivanih sorti procenjena je primenom metoda AMMI analize. Za sve ispitivane osobine utvrđen je visoko značajan uticaj sorti i lokaliteta i njihove interakcije na ispoljavanje ispitivanih osobina. Interakcija nije bila značajna samo za osobinu sadržaj šećera. Najviši prinos korena (71.40 t/ha) i prinos kristalnog šećera (10.10 t/ha) u istraživanju je ostvarila sorta Delta, a sorta Crvenka MZ je ostvarila najviši sadržaj (16.57 %) i iskorišćenje šećera (14.33 %)

Ključne reči: šećerna repa, AMMI, adaptabilnost, stabilnost

UVOD: Na ispoljavanje kvantitativnih osobina sorti pored genetskih faktora utiču faktori spoljašnje sredine i njihova interakcija sa genetskom osnovom sorte. U literaturi su brojni termini i definicije pojave interakcije genotipova i uslova spoljašnje sredine. Tarasjev (1995) daje detaljan prikaz odnosa fenotipske plastičnosti i ostalih pojmova vezanih za ovaj fenomen.

Najviše prihvaćeni termini koji definišu pojavu interakcije genotipa i uslova sredine su adaptabilnost i stabilnost. Adaptabilnost se definiše kao genetska sposobnost sorte da ostvari stabilan i visok prinos u različitim uslovima spoljne sredine Finlay i Wilkinson (1963), dok stabilnost podrazumeva sposobnost genotipova da daju ujednačen prinos bez obzira na delovanje uslova sredine Roemer (1917), prema Becker (1981).

Interakcija genotipa i spoljašnje sredine je kompleksna pojava te za njenu detekciju i definiciju-merenje postoje brojni statistički metodi koji su više ili manje zastupljeni u literaturi Westcott (1986). Matematičko-biometrijski modeli za procenu interakcije genotip x spoljna sredina najčešće su zasnovane na analizi varijanse, regresionim, neparametrijskim i multivarijacionim metodama. Prednosti i nedostatke pojedinih metoda su detaljno dali Yue et al. (1990), Argillier et al. (1994) Cooper i De Lacy (1994). Najpouzdaniji rezultati se mogu ostvariti kombinacijom pojedinih metoda Mihajčević (1991) ili primenom metoda koje u sebi objedinjuju različite matematičko-statističke postupke kao što je AMMI analiza.

Materijal i metod rada

Ispitivano je ponašanje 12 sorti šećerne repe: 10 stvorenih u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada i po jedna iz Zavoda za selekciju šećerne repe-Selekcija Aleksinac i KWS-Einbeck, FR Nemačka. Ogled je postavljen na tri lokaliteta: Novi Sad, Sombor i Kikinda tokom 1997 i 1998 godine.

Dizajn ogleda bio je potpuno slučajni blok sistem u 5 ponavljanja. Analizirane su osobine: prinos korena (t/ha), sadržaj šećera (%), iskorišćenje šećera (%) i prinos kristalnog šećera (t/ha). Analiza tehnološkog kvaliteta sorti šećerne repe je izvršena u Laboratoriji za ispitivanje kvaliteta šećerne repe, tip VENEMATTM, Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Na osnovu dobijenih vrednosti iskorišćenje šećera je izračunato prema Reinefeld et al. (1974) godine.

Procene glavnih efekata i interakcija ispitivanih osobina sorti izvršena je metodom AMMI analize (Glavni aditivni efekat višestruka interakcija) prema Zobel et al. (1988) i Crossa et al. (1990).

Rezultati istraživanja i diskusija

Prinos korena: Najviši prosečan prinos korena je ostvaren na lokalitetu Novi Sad. Između lokaliteta Novi Sad i Sombor ne postoji statistički značajna razlika za ovu osobinu (Tab. 5).

Izvorni naučni rad

¹ Mr PAVLE SKLENAR istraživač saradnik, dr LAZAR KOVAČEV naučni savetnik, dr NIKOLA ČAČIĆ viši naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Email: psklenar@ifvcns.ns.ac.yu

Sorta Delta je imala najviši prinos korena na lokalitetima Novi Sad i Sombor kao i prosečan prinos na tri lokaliteta, dok je sorta Dana imala najviši prinos na lokalitetu Kikinda (Tab. 6).

Analizom varijanse AMMI analize je utvrđen visoko značajan uticaj glavnih efekata i interakcija na prinos korena (Tab. 1).

Biplot AMMI analize za prinos korena ukazuje da su lokaliteti Novi Sad i Sombor u istom kvadrantu. Lokalitet Novi Sad je bliži apscisi u odnosu na lokalitet Sombor, dok su oba lokaliteta na približno jednakoj udaljenosti od ordinate, te se razlike u prinosima korena na ova dva lokaliteta mogu pripisati većem uticaju glavnih efekata u odnosu na interakcije. Lokalitet Kikinda se nalazi u drugom kvadrantu podjednako udaljen od obe ose. Sorte koje se nalaze u istom kvadrantu sa lokalitetima se smatraju dobro adaptiranim za ove lokalitete (Graf. 1).

Sadržaj šećera: Najviši sadržaj šećera je postignut na lokalitetu Kikinda (17.13 %) dok je najniži ostvaren na lokalitetu Novi Sad (15.39 %) (Tab. 5). U proseku za dve godine najvišim sadržajem šećera se odlikovala sorta Crvenka MZ (16.57 %), a najnižima sorta Rita (15.83 %). U toku ispitivanja sorta Crvenka MZ je na lokalitetu Kikinda ostvarila najviši sadržaj šećera (17.56 %), a sorta Norma je na lokalitetu Novi Sad zabeležila najniži sadržaj šećera (15.24 %) (Tab. 7).

Analiza varijanse AMMI analize pokazala je statistički visoko značajan uticaj glavnih efekata na ispoljavanje sadržaja šećera. Uprkos statistički ne značajnom uticaju interakcije sorta x lokalitet, raščlanjenjem sume kvadrata ove interakcije utvrđen je statistički značajan efekat prve glavne interakcione ose (Tab. 2).

Na biplot prikazu AMMI analize uočavamo da su uticaji interakcija na ispoljavanje sadržaja šećera imali najviši uticaj na lokalitetu Sombor, dok je uticaj glavnih efekata imao najviši uticaj na lokalitetu Kikinda. Kao najstabilnije sorte u pogledu sadržaja šećera pokazale su se sorte: Dana, Nera, Delta i Al Primona (Graf. 3).

Iskorišćenje šećera: Predstavlja značajan pokazatelj tehnološkog kvaliteta korena šećerne repe. Važno je da se sorta odlikuje što višim iskorišćenjem šećera. U našem istraživanju na lokalitetu Kikinda

(14.90 %) je ostvarena najviša, a na lokalitetu Novi Sad (13.23 %) najniža vrednost iskorišćenja šećera (Tab. 5). Tokom istraživanja najviše iskorišćenje šećera su pokazale sorte: Crvenka MZ i Neda (14.33%), a najniže sorta Rita (13.70%). Sorta Crvenka MZ je ostvarila najviše iskorišćenje šećera na lokalitetu Kikinda (15.26%), a najniža vrednost za ovu osobinu konstatovana je kod sorte NS Hy-11 (12.82%) na lokalitetu Novi Sad (Tab.8).

Analizom varijanse AMMI modela za iskorišćenje šećera (Tab. 3) je utvrđen statistički visoko značajan uticaj glavnih efekata, dok je uticaj interakcije bio samo značajan. Raščlanjenjem sume kvadrata interakcije na glavne komponente, prva interakcione glavna komponenta (IIPCA) je pokazala statistički visoko značajan - agronomski važan efekat interakcije genotip x sredina na ispoljavanje iskorišćenja šećera.

Biplot AMMI analize za iskorišćenje šećera (Graf. 3) ukazuje da su glavni efekti imali najviši uticaj na iskorišćenje šećera na lokalitetu Novi Sad, dok su efekti interakcija najviše uticali na iskorišćenje šećera na lokalitetu Sombor. Na lokalitetu Kikinda se može konstatovati približno jednak uticaj glavnih efekata i interakcija na iskorišćenje šećera. Kao najstabilnije sorte u pogledu iskorišćenja šećera su se izdvojile sorte: Dana, Nera, Delta i Al Primona.

Prinos kristalnog šećera: Cilj gajenja šećerne repe je dobijanje što veće količine kristalnog šećera po jedinici površine pa se ovoj osobini pridaje najveća pažnja prilikom stvaranja i odabiranja sorti. Tokom istraživanja najviši prinos kristalnog šećera je ostvaren na lokalitetu Sombor (10.48t/ha), a najniži na lokalitetu Kikinda (7.22t/ha) (Tab. 5). Sorta Delta (10.10t/ha) je ostvarila najviši, a sorta Novita (8.41t/ha) najniži prosečan prinos kristalnog šećera. U ogledima je sorta Delta (11.77t/ha) na lokalitetu Sombor postigla najviši, a sorta Novita (6.10t/ha) na lokalitetu Kikinda najniži prinos kristalnog šećera (Tab.9).

Analizom varijanse AMMI analize utvrđen je statistički visoko značajan uticaj glavnih efekata i interakcija na prinos kristalnog šećera kod ispitivanih sorti. Raščlanjenjem sume kvadrata interakcija je utvrđen statistički visoko značajan uticaj prve glavne komponente interakcije i statistički

Tab. 1. Analiza varijanse AMMI analize za prinos korena

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrat	Sredina kvadrata	F vrednosti
Sorta	11	801,64	72,88	9,13**
Lokalitet	2	30683,75	15341,87	1922,76**
Sorta x Lokalitet	22	943,61	42,89	5,37**
IPCA 1	12	706,58	58,88	7,38**
IPCA 2	10	237,04	23,70	2,97**
Greška	144	1148,99		
Total	179	33577,99		

*, **: Značajno na nivou 5% i 1%

značajan uticaj druge glavne komponente interakcija (Tab. 4).

Biplot AMMI analize ukazuje da je na lokalitetu Novi Sad bio izraženiji uticaj glavnih efekata na prinos kristalnog šećera, dok je na lokalitetima Sombor i Kikinda uticaj glavnih efekata i interakcija bio podjednak, ali suprotnog dejstva. Kao najstabilnije za prinos kristalnog šećera su se izdvojile sorte: Nera, Dana, Neta, Crvenka MZ i Rita (Graf. 4).

Dobijeni rezultati se mogu objasniti brojem i efektom gena koji utiču na ispoljavanje ispitivanih osobina. Prinos korena je tipična kvantitativna osobina na čije ispoljavanje utiče veći broj minor gena, a genetička kompozicija je određena uglavnom neaditivnom komponentom genetičke varijanse, Čačić (1991). Sadržaj šećera je sa druge strane uslovljen sa 4-5 glavnih genetičkih lokusa u homozigotnom stanju, a na njihovu ekspresiju utiču i

Tab.2. Analiza varijanse AMMI analize za sadržaja šećera

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrat	Sredina kvadrata	F vrednosti
Sorta	11	12,97	1,79	14,31**
Lokalitet	2	93,43	46,71	566,92**
Sorta x Lokalitet	22	2,67	0,12	1,47
IPCA 1	12	1,78	0,15	1,74*
IPCA 2	10	0,87	0,09	1,06
Greška	144	11,87		
Total	179	120,92		

*,** Značajno na nivou 5% i 1%

Tab.3. Analiza varijanse AMMI analize za iskorišćenja šećera

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrat	Sredina kvadrata	F vrednosti
Sorta	11	18,68	1,70	16,19**
Lokalitet	2	85,37	42,68	406,98**
Sorta x Lokalitet	22	3,77	0,17	1,63*
IPCA 1	12	2,77	0,23	2,19**
IPCA 2	10	1,00	0,10	0,95
Greška	144	15,10		
Total	179	122,91		

*,** Značajno na nivou 5% i 1%

Tab.4. Analiza varijanse AMMI analize za prinosa kristalnog šećera

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrat	Sredina kvadrata	F vrednosti
Sorta	11	35,23	3,20	14,92**
Lokalitet	2	386,16	193,08	899,42**
Sorta x Lokalitet	22	20,31	0,92	4,30**
IPCA 1	12	16,27	1,36	6,30**
IPCA 2	10	4,04	0,40	1,88*
Greška	144	30,91		
Total	179	472,60		

*,** Značajno na nivou 5% i 1%

Tab. 5. Srednje vrednosti ispitivanih osobina po lokalitetima

Lokalitet	Prinos korena (t/ha)	Sadržaj šećera (%)	Iskorišćenje šećera (%)	Prinos kristalnog šećera(%)
Novi Sad	76,18	15,39	13,23	10,13
Sombor	75,35	16,02	13,88	10,48
Kikinda	48,07	17,13	14,90	7,22
LSD 0,05	1,02	0,10	0,12	0,17
0,01	1,35	0,14	0,15	0,22

Tab. 6. Prinos korena (t/ha) na tri lokaliteta

Sorta	Novi Sad	Sombor	Kikinda	Prosek
NS Hy-11	78,35	70,40	50,06	66,30
Nera	76,51	74,75	48,47	66,60
Neda	73,85	78,20	47,98	66,70
Dana	77,78	76,45	52,12	68,80
Nomega	78,46	76,90	47,50	67,63
Norma	72,39	71,65	47,88	64,00
Neta	79,53	75,80	46,46	67,27
Delta	83,08	83,40	47,72	71,40
Novita	72,23	76,00	43,49	63,90
Crvenka MZ	73,67	76,45	46,05	65,43
Rita	76,19	75,70	48,68	66,87
Alprimona	72,14	68,45	50,51	63,70
LSD 0,05		3,53		2,04
0,01		4,66		2,69

Tab. 7. Sadržaj šećera (%) na tri lokaliteta

Sorta	Novi Sad	Sombor	Kikinda	Prosek
NS Hy-11	14,98	16,01	16,96	15,98
Nera	15,56	16,21	17,13	16,30
Neda	15,63	16,44	17,36	16,47
Dana	15,58	16,16	17,29	16,37
Nomega	15,40	16,29	17,23	16,30
Norma	15,24	15,68	17,18	16,03
Neta	15,62	16,02	17,40	16,33
Delta	15,42	16,13	17,23	16,23
Novita	15,75	15,60	16,35	15,60
Crvenka MZ	15,86	16,16	17,56	16,57
Rita	15,29	15,45	16,71	15,83
Alprimona	15,38	16,04	17,21	16,20
LSD 0,05		0,36		0,21
0,01		0,47		0,27

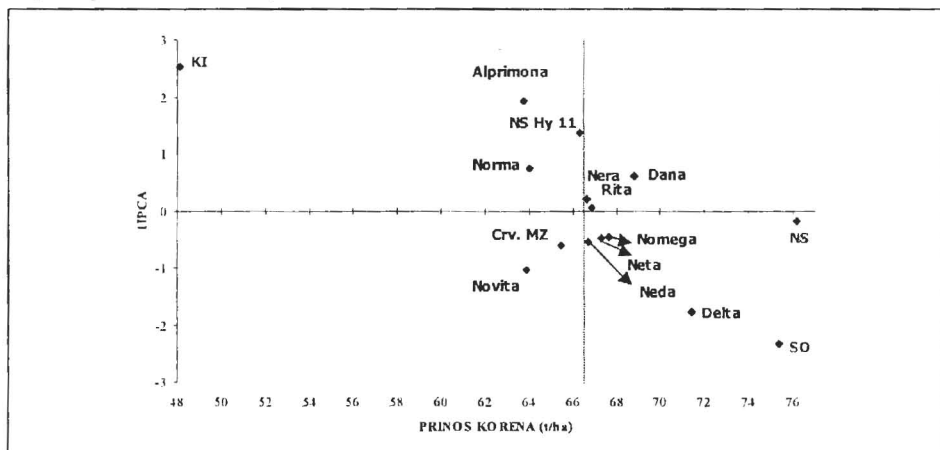
Tab. 8. Iskorišćenje šećera (%) na tri lokaliteta

Sorta	Novi Sad	Sombor	Kikinda	Prosek
NS Hy-11	12,82	13,82	14,67	13,77
Nera	13,45	14,08	15,00	14,20
Neda	13,47	14,34	15,18	14,33
Dana	13,46	14,04	15,14	14,20
Nomega	13,31	14,22	15,04	14,17
Norma	12,96	13,43	14,95	13,80
Neta	13,55	13,98	15,25	14,30
Delta	13,35	14,08	15,08	14,20
Novita	12,45	13,37	13,76	13,23
Crvenka MZ	13,66	13,96	15,26	14,33
Rita	13,20	13,29	14,58	13,70
Alprimona	13,10	13,91	14,94	13,97
LSD 0,05		0,41		0,12
0,01		0,54		0,15

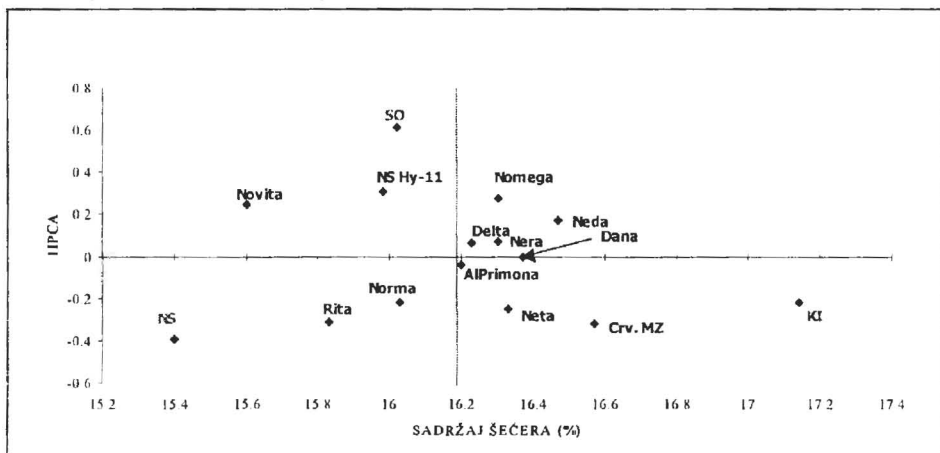
Tab. 9. Prinos kristalnog šećera (t/ha) na tri lokaliteta

Sorta	Novi Sad	Sombor	Kikinda	Prosek
NS Hy-11	10,07	9,71	7,39	9,07
Nera	10,33	10,56	7,34	9,41
Neda	10,02	11,24	7,32	9,51
Dana	10,50	10,79	7,91	9,74
Nomega	10,49	10,90	7,21	9,54
Norma	9,45	9,65	7,17	8,76
Neta	10,83	10,66	7,17	9,56
Delta	11,16	11,77	7,29	10,10
Novita	9,03	10,17	6,01	8,41
Crvenka MZ	10,13	10,72	7,10	9,30
Rita	10,09	10,08	7,12	9,11
Alprimona	9,48	9,54	7,56	8,86
LSD 0,05		0,58		0,33
0,01		0,77		0,44

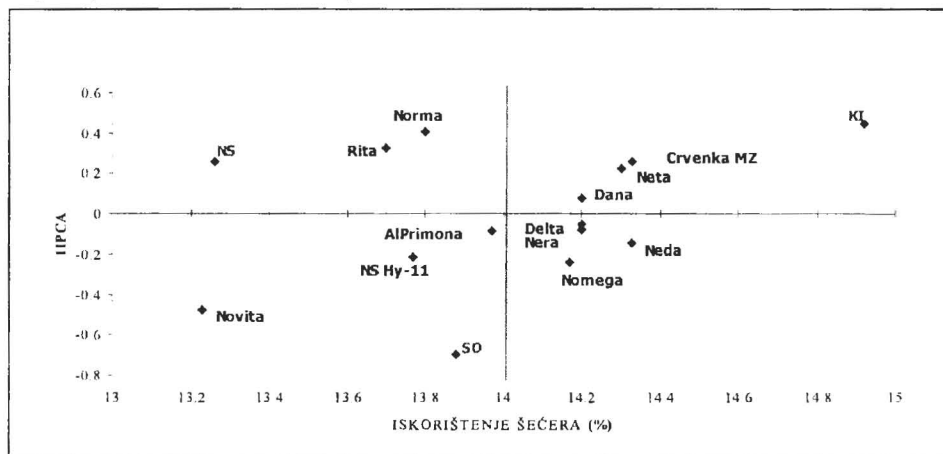
Graf. 1. Biplot AMMI analize za prinos korena



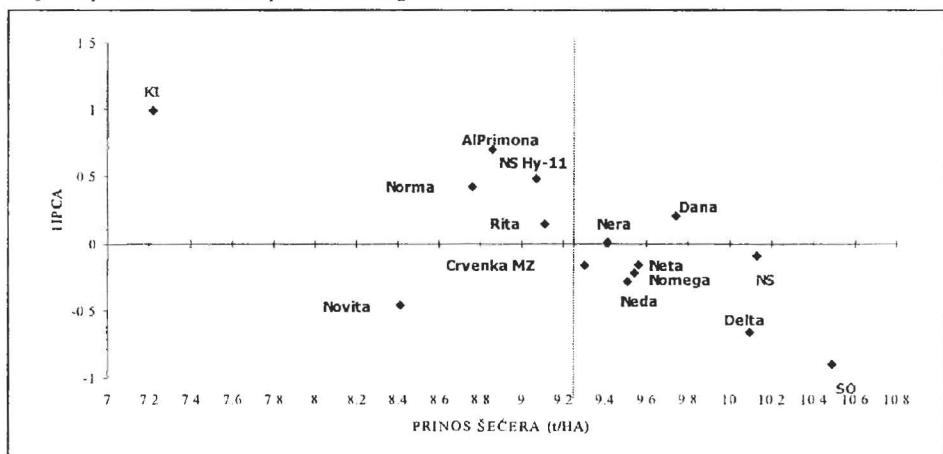
Graf. 2. Biplot AMMI analize za sadržaj šećera



Graf. 3. Biplot AMMI analize za iskorišćenje šećera



Graf. 4. Biplot AMMI analize za prinos kristalnog šećera



geni modifikatori, Hraska et al. (1989). Način delovanja gena koji utiču na sadržaj šećera je uglavnom aditivan. Varijabilnost sadržaja šećera uslovljena uticajem faktora spoljne sredine prema Kovačevu (1992) približno je deset puta manja nego što je to slučaj sa prinosom korena. Na osobinu iskorišćenje šećera u većoj meri utiče sadržaj šećera, ali i međusobni odnos sadržaja kalijuma, natrijuma i alfa-amino azota. Sadržaj nešećera u korenu uglavnom se nasleđuje intermedijarno. Prinos kristalnog šećera zavisi od prinosa korena i iskorišćenja šećera te je genetička osnova i način nasleđivanja ove osobine kompleksnog karaktera.

Zaključak

Na osnovu podataka dobijenih primenom AMMI analize mogu se izdvojiti sorte koje su pokazale najvišu stabilnost u određenim agroekološkim

uslovima-lokalitetima. Na osnovu naših rezultata za gajenje na lokalitetu Novi Sad i Sombor mogu se preporučiti sorte: Delta, Nomega, Neta Nomega i Crvenka MZ, a na lokalitetu Kikinda sorte: Dana, Ns Hy-11 Nera, Neda i Norma.

Metod AMMI je pokazao visoku preciznost u detekciji interakcije između sorti i lokaliteta kod šećerne repe, što ga čini pogodnim za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

LITERATURA

- ARGILLIER, O., HEBERT, Y. AND BARRIERE, Y. (1994): Statistical analysis and interpretation of line x environment interaction for biomass yield in maize, *Agronomie* 14, 661-672.
- BECKER, H. C. (1981): Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica* 30, 835-840.

- COOPER, M. AND DE LACY, I. H. (1994): Relationships among analytical methods used to study genotypic variation and genotype-by-environment interaction in plant breeding multi environment experiments, TAG 88, 561-572.
- CROSSA, J., GAUCH, H. AND ZOBEL, R. (1990): Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials, Crop Science, Vol. 30, No. 3, pp. 493-500.
- ČAČIĆ, N. (1991): Nasleđivanje proizvodnih svojstava i karakteristika lista u dialelnim ukrštanjima šećerne repe, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- FINLAY, K. W. AND WILKINSON, G. M. (1963): The analysis of adaptation in plant breeding programme, Aust. J. Agric. Res. 14, 742-754.
- HRAŠKA, S., BAROŠ, P. MARŠALEK, L. (1989): Špecialna genetika polnohospodarských raslin, Priroda, Bratislava.
- KOVAČEV, L. (1992): Genetika šećerne repe, iz monografije Šećerna repa, DD Jugošćer, Beograd, str. 67-86.
- MIHALJČEVIĆ, M. (1991): Fenotipska stabilnost inbred linija i hibrida suncokreta tolerantnih prema Sclerotinijum Bataticola Taub. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- REINEFELD, E., EMMERICH, A., BAUMGARTEN, G., WINNER, C., BEISS, U. (1974): Zur Veraussage des Melassezuckers aus Rubenanalysen, Zucker 27, Hannover p.2-15.
- TARASJEV, A. (1995): Fenotipska plastičnost u prirodnim populacijama *Iris pumila* L., Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, str. 3-4.
- WESTCOTT, B. (1986): Some methods of analyzing genotype-environment interaction, Heredity, No. 56, pp. 243-253.
- YUE, G., PERNG, S. K., WALTER, T. L., WASSOM C. E. AND LIANG, G. H. (1990): Stability analysis of yield in maize, wheat and sorghum and its implications in breeding programs. Plant Breeding 104, 72-80.
- ZOBEL, R., WIGHT, M. AND GAUCH, H. (1988): Statistical analysis of yield trial, Agronomy journal, Vol. 80, No. 3, pp. 388-393.

GENOTYPE BY ENVIRONMENT INTERACTIONS OF SUGAR BEET VARIETIES

by

SKLENAR, P., KOVACEV, L., CACIC, N.

SUMMARY

Sugar beet is the most important plant species for crystal sugar production for our agro-ecological conditions. Crystal sugar yield of variety is determined by its root yield, sugar content and recoverable sugar. Twelve sugar beet varieties were evaluated during 1997 and 1998 years thru micro experiments conducted in Novi Sad, Sombor and Kikinda. Design of trials was completely randomized block design in five replications. Adaptability and stability traits of varieties were assessed by AMMI model. For all examined traits main effects and their interactions were significant except for interaction effect of sugar content. Higher root yield (71.40 t/ha) and crystal sugar yield (10.10 t/ha) has variety Delta while highest sugar content (16.57 %) and recoverable sugar (14.33 %) showed variety Crvenka MZ.

Key words: AMMI, adaptability, stability, sugar beet