

Fenotipsko utvrđivanje genetičkog diverziteta među lokalnim populacijama kukuruza

- Originalni naučni rad -

Danijela RISTIĆ, Dragana IGNJATOVIĆ-MIČIĆ, Vojka BABIĆ,
Violeta ANĐELKOVIĆ i Jelena VANČETKOVIĆ
Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun

Izvod: Banka gena Instituta za kukuruz održava kolekciju od 2178 lokalnih populacija (podeljenih u 18 agroekoloških grupa), koje su sakupljene sa teritorija bivše Jugoslavije. U ovom radu su predstavljeni rezultati fenotipske analize 54 lokalne populacije, sa tri populacije iz svake agroekološke grupe. Šest introdukovanih populacija, iz Francuske, Kine i Gruzije su takođe uključene u ova ispitivanja kao kontrola, jer se pošlo od pretpostavke da bi trebalo da su genetički udaljene od lokalnih populacija. Analizirano je ukupno 15 morfoloških svojstava, kao i interval između svilanja i metličanja. Na osnovu srednjih vrednosti merenih osobina urađena je klaster analiza (formirano je ukupno četiri klastera), koja je ukazala na visok stepen heterogenosti među lokalnim populacijama. Na ovaj način je indirektno potvrđena njihova prilagođenost specifičnim uslovima spoljašnje sredine, kao i različitim namenama. Između populacija unutar jednog (sub)klastera najmanja varijabilnost je utvrđena za svojstva visina biljke i visina klipa, kao i za broj listova i dužinu lista do klipa. Većina lokalnih populacija se grupisala u isti klaster, podeljen u dva subklastera. Klaster analiza je jasno izdvojila tvrduce, koji najverovatnije predstavljaju veoma stare populacije, koje su gajene u izolovanim područjima, pod specifičnim agroekološkim uslovima i koje se nisu ukrštale sa drugim sortama kukuruza.

Ključne reči: Genetička divergenost, kukuruz, lokalne populacije, statistička analiza.

Uvod

Jedna od značajnih posledica obimnog korišćenja uniformnih komercijalnih varijeteta u proizvodnji kukuruza je gubitak njegove genetičke varijabilnosti - procenjuje se da se danas koristi tek oko 5% germplazme kukuruza za stvaranje hibrida, *Hoisington i sar.*, 1998. Održavanje genetičke varijabilnosti je bitno zato što

omogućava adaptaciju biljaka na različite biotičke i abiotičke stresove, kao i na klimatske promene. Takođe je bitno i za heterozis, zato što se procena genetičke varijabilnosti može koristiti za identifikaciju novih izvora germplazme koja bi ukrštanjem sa postojećim komercijanim genotipovima dovela do daljeg povećanja prinosa kukuruza, *Ajmon-Marsan i sar.*, 1998, *Smith i sar.*, 1991.

Danas se germplazma kukuruza, sakupljana decenijama, nalazi u gen bankama širom sveta. Smatra se da najveći značaj u očuvanju varijabilnosti imaju lokalne populacije. Lokalne populacije su genotipovi sa visokim stepenom genetičke varijabilnosti i visokim stepenom prilagođenosti prirodnim i antropološkim sredinama iz kojih vode poreklo, *Brandolini*, 1969. Sa svojom rezervom predačkih gena lokalne populacije su pravi izvor poželjnih svojstava, koji se mogu inkorporirati u odgovarajuće programe selekcije.

Institut za kukuruz "Zemun Polje" održava kolekciju od 2178 lokalnih populacija, koje su sakupljene sa teritorija bivše Jugoslavije. Ove populacije su nastajale tokom četiri veka kultivacije kukuruza na ovim prostorima, te su se tokom dugog perioda gajenja formirali genotipovi različitih genetičkih konstitucija, adaptirani na ravnice, rečne doline, brda i planine (do 1100m nadmorske visine), obalu Jadranskog mora ili ostrva.

Najdetajniju studiju jugoslovenskih lokalnih populacija su sproveli *Pavličić* i *Trifunović*, 1966, svrstavajući sve populacije u 18 agroekoloških grupa prema metodi *Andersona* i *Cutlera*, 1942. Deo kolekcije je analiziran izoenzimskim markerima, *Gerić i sar.*, 1989, kao i AFLP i SSR molekularnim markerima, *Ignjatović-Micić i sar.*, 2007, 2008. Međutim, genetički diverzitet lokalnih populacija kukuruza banke gena Instituta za kukuruz nikada nije sveobuhvatno izučavan. Štaviše, uzorci koji se čuvaju u kolekciji predstavljaju uzorke originalnih populacija koje su, putem umnožavanja, izgubile deo varijabilnosti usled genetičkog drifta i inbridinga.

U ovom radu su prikazani rezultati fenotipske analize dela kolekcije lokalnih populacija banke gena Instituta za kukuruz. Zastupljene su sve agroekološke grupe sa istim brojem populacija. Cilj rada je bio da se utvrdi genetička divergentnost populacija unutar i među različitim agroekološkim grupama.

Materijal i metode

Ukupno je analizirano 60 populacija, od kojih su 54 bile lokalne populacije sa teritorije bivše Jugoslavij, dok je bilo šest introdukovanih populacija. Lokalne populacije su obuhvatale po tri populacije iz svake od 18 agroekoloških grupa. Introdukovane populacije (po dve populacije iz Francuske, Gruzije i Kine) su uključene u ispitivanja kao kontrole, uz pretpostavku da su genetički udaljene od lokalnih populacija. Lista analiziranih populacija je data u Tabeli 1.

Sve populacije su posejane na lokaciji Zemun Polja, u 2008. godini, u dve različite gustine - 44.640 i 64.935 biljaka po hektaru. Ogled je postavljen po metodi slučajnog blok sistema sa dva ponavljanja, četiri reda po ponavljanju (za svaku

Tabela 1. Lista analiziranih domaćih lokalnih populacija i introdukovanih populacija
List of Analysed Local and Introduced Populations

Br. No.	Ime grupe Agro-ecological group	Skraćenica Abbreviation	Br. grupe Group no.	Uzorak Accession	Poreklo Origin
Lokalne populacije - Landraces					
1	Crnogorski tvrdunci Montenegrin flints	cT	1	Domaći žuti	Crna Gora Montenegro
2				Beli domaći	Crna Gora Montenegro
3				Beli kosovski brzak	Srbija Serbia
4	Bosanski rani zuban Bosnian early dents	brZ	2	Narandžasti višeredni tvrdunac	Srbija Serbia
5				Žuti polutvrdunac	Bosna Bosnia
6				Svetložuti zuban	Bosna Bosnia
7	Kosmetški polutvrdunci	kPT	3	Tetovac bijeli	Crna Gora Montenegro
8	Kosmet flinty dents			Beli osmak	Srbija Serbia
9				Tanka kočenka	Srbija Serbia
10	Makedonski tvrdunci	makT	4	Belo žito	Crna Gora Montenegro
11	Macedonian flints			Visoko seme	Macedonia Macedonia
12				Žolti tvrdi	Macedonia Macedonia
13	Osmaci tipa severoistočne	Osm	5	Crvenožuti osmak	Srbija Serbia
14	Amerike Northeastern			Brdski osmak	Srbija Serbia
15	American eight-row types			Beli tvrdunac	Srbija Serbia
16	Prelazni tvrdunci Derived flints	pT	6	Beli stodanac	Srbija Serbia
17				Žuti tvrdunac	Slovenija Slovenia
18				Ječmenka	Slovenija Slovenia
19	Mediteranski tvrdunci	medT	7	Pijesak	Bosna Bosnia
	Mediterranean flints				

Tabela 1 Nastavak/Table 1 continuation

Br. No.	Ime grupe Agro-ecological group	Skraćenica Abbreviation	Br. grupe Group no.	Uzorak Accession	Poreklo Origin
Lokalne populacije - Landraces					
20	Mediterranski tvrdunci			Rumena gorenka	Slovenija Slovinia
21	Mediterranean flints			Kukuruz domaći	Hrvatska Croatia
22	Sitnozrni tvrdunci	sT	8	Žuti staklarac	Srbija Serbia
23	Small kernel flints			Kvarantin k-49	Hrvatska Croatia
24				Koroška hitrica	Slovenija Slovinia
25	Osmoredi meki zubani	omZ	9	Žuti stodanac	Srbija Serbia
26	Eight-row soft dents			Beli pločan	Srbija Serbia
27				Staklenac žolti	Srbija Serbia
28	Rumunski tvrdunci	rT	10	Žuti murg optak	Srbija Serbia
29	Romanian flints			Žuti osmak	Srbija Serbia
30				Žuti osmak	Srbija Serbia
31	Tvrdunci krupnog klipa	kkT	11	Žuti tvrdunac	Srbija Serbia
32	Large-eared flints			Žuti osmak	Hrvatska Croatia
33				Tinska rumena	Slovenija Slovinia
34	Beli poluzuban - Moravac	mPZ	12	Beli moravac	Srbija Serbia
35	White flinty-dents Moravac			Beli abavc	Srbija Serbia
36				Beli	Srbija Serbia
37	Zubani tipa kukuruznog pojasa	kpZ	13	Topčiderac	Srbija Serbia
38	SAD			Šidski zuban	Srbija Serbia
39	US Com Belt Dents			Šumadijski beli	Srbija Serbia

Tabela 1 Nastavak/Table 1 continuation

Br. No.	Ime grupe Group name	Skraćenica Abbreviation	Br. grupe Group no.	Uzorak Sample	Poreklo Origin
Lokalne populacije - Landraces					
40	Prelazni zubani Derived dents	pZ	14	Moravac zuban	Srbija Serbia
41				NS 26	Srbija Serbia
42				NS 29	Srbija Serbia
43	Zubani tipa južnih predela SAD	jpZ	15	Žuti zuban	Hrvatska Croatia
44	Southern US type dents			Bijeli kukuruz	Hrvatska Croatia
45				Dentože	Hrvatska Croatia
46	Srbijanski suban Serbian dents	srbZ	16	Žuti zuban	Hrvatska Croatia
47				Crveni zuban	Srbija Serbia
48				Domaći beli zuban	Srbija Serbia
49	Tvrđi zuban Flinty dents	PZ	17	Moravac kolomeći kuć	Srbija Serbia
50				Bijelac zuban	Srbija Serbia
51				Zlatni zuban	Srbija Serbia
52	Meki tvrdunci Denty flints	PT	18	Stopanka beli osmak	Srbija Serbia
53				Beli polutvrđunac	Srbija Serbia
54				Tamnožuti poluzuban	Srbija Serbia
Introdukovane populacije - Introduced populations					
55				285 razul	Gruzija Georgia
56				Kartuli krugi	Gruzija Georgia
57				Pyrenees France 10	Francuska France
58				Pyrenees France 3	Francuska France

Tabela 1 Nastavak/Table 1 continuation

Br. No.	Ime grupe Group name	Skraćenica Abbreviation	Br. grupe Group no.	Uzorak Sample	Poreklo Origin
Introdukovane populacije - Introduced populations					
59				Qinshanbeimaja	Kina China
60				Uparjagerda	Kina China

Tabela 2. Opseg, srednje vrednosti i heritabilnost (h^2) analiziranih svojstva
Range, Means and Heritability (h^2) of Analysed Traits

	Morfološki deskriptor Morphological descriptor	Opseg Range	Srednja vrednost Mean	h^2
1.	Visina biljke (cm) Plant height (cm)	80-380	216,7	0,95
2.	Visina do klipa (cm) Ear height (cm)	10-210	87,58	0,94
3.	Broj listova Leaf number up to the ear insertion	5-22	11,57	0,95
4.	Dužina lista do klipa (cm) Ear leaf length (cm)	16-110	76,80	0,91
5.	Dužina metlice (cm) Tassel length (cm)	12-92	45,51	0,75
6.	Dužina ose metlice (cm) Length of tassel main axis	8-44	24,34	0,60
7.	Broj primarnih grana metlice Number of primary tassel branches	3-34	13,32	0,82
8.	Dužina granatog dela metlice (cm) Length of the branched part of the tassel (cm)	3-28	10,78	0,24
9.	Dužina klipa (cm) Ear length (cm)	7-31	14,78	0,84
10.	Broj redova zrna Kernel row number	6-24	12,11	0,96
11.	Broj zrna po redu Number of kernels per row	8-58	30,82	0,79
12.	Prečnik klipa (cm) Ear diameter (cm)	3,1-6,5	3,97	0,79
13.	Dužina zrna (cm) Kernel length (cm)	0,6-1,4	0,94	0,85
14.	Širina zrna (cm) Kernel width (cm)	0,63-1,2	0,87	0,94
15.	Debljina zrna (cm) Kernel thickness (cm)	0,34-0,63	0,42	0,57
16.	Period između metličanja i svilanja (dana) Anthesis-silking interval (days)	0,5-8	3,5	0,52

populaciju) i 20 biljaka po redu. Dva srednja reda po populaciji su korišćena za merenje morfoloških svojstava. Ukupno je analizirano 15 morfoloških svojstava na 20 kompetativnih biljaka po ponavljanju (ukupno 40 biljaka po populaciji) i na dva zrna po klipu. Period između metličanja i svilanja (ASI - *anthesis-silking interval*) određivan je tako što je beležen datum pojavljivanja polena i svile kod više od 50 % biljaka odabranih za analizu po familiji, a zatim je računata razlika između ove dve vrednosti. Spisak merenih fenotipskih svojstava dat je u Tabeli 2.

Radi testiranja značajnosti varijacija između populacija urađena je analiza varijanse. Ova analiza je omogućila procenu genotipske i sredinske varijanse, kao i heritabilnost za svaku ispitivano fenotipsko svojstvo.

Na osnovu srednjih vrednosti morfoloških svojstava i njihovih standardnih devijacija urađena je klaster analiza pri čemu je kao mera distance korišćen kvadrat euklidskog rastojanja, a kao metod grupisanja kompletna vezanost gena (*complete linkage*). Statističke analize su rađene u NTSYSpc 2.1.

Rezultati i diskusija

Fenotipska analiza je pokazala visok stepen heterogenosti među lokalnim populacijama ukazujući na visoku adaptiranost populacija na specifične uslove sredine i namene. Kao takve, one mogu biti poželjan izvor genetičke varijabilnosti. Ovi rezultati su u saglasnosti sa podatkom da je kukuruz žito sa najvećom varijabilnošću, sa visokim stepenom diverziteta i na fenotipskom i na molekularnom nivou, **Buckler i sar.**, 2006. Štaviše, istraživanja evropske germplazme su ukazala na prisustvo značajne morfološke i molekularne varijabilnosti kod tradicionalnih populacija, **Gauthier i sar.**, 2002.

Lokalne populacije su pokazale visok stepen varijacija za sva analizirana svojstva, a samim tim i visoke vrednosti heritabilnosti za većinu analiziranih svojstava (Tabela 2). Izračunate vrednosti heritabilnosti ispitivanih svojstava se u velikoj meri poklapaju sa vrednostima dobijenim u radovima drugih autora, **Rebourg i sar.**, 2001, **Hartings i sar.**, 2008, ali su u proseku nešto veće za svojstva visina biljke, visina do klipa, dužina lista do klipa, dužina klipa i broj redova zrna.

Klaster analiza je ukazala na heterogenost lokalnih populacija sa teritorije bivše Jugoslavije (uključujući i dve populacije iz Francuske) i introdukovanih populacija iz Gruzije i Kine. Među populacijama unutar jednog klastera najmanja varijabilnost je utvrđena za svojstva visina biljke i visina klipa, kao i broj listova i dužina lista do klipa (rezultati nisu prikazani). Dendrogram se može podeliti u četiri klastera, a klaster III u dva sub-klastera (Slika 1). Klaster I čine samo dve populacije, jedna iz grupe crnogorskih tvrđunaca i jedna iz grupe mediteranskih tvrđunaca. Ove dve populacije su imale najniže vrednosti skoro svih merenih svojstava, osim broja redova zrna. U klasteru II se grupisalo deset lokalnih populacija tipa tvrđunca iz pet agroekoloških grupa. Klaster III obuhvata najveći broj analiziranih lokalnih populacija. Obe populacije poreklom iz Francuske, tipa tvrđunca, su se grupisale sa lokalnim populacijama u klaster IIIA. Introdukovane populacije iz Gruzije i Kine su

formirale poseban klaster - klaster IV, koji obuhvata i dve lokalne populacije (jednu iz grupe zubana kukuruznog pojasa SAD i jednu iz grupe prelaznih zubana).

Najveći deo analiziranih lokalnih populacija se grupisao u klaster III - većinazubana (15 od 16), prelaznih tipova (13 od 14) i polovina tvrdunaca (12 od 24). Populacije koje su imale veće vrednosti visine biljaka, visine do klipa, broja listova i dužine lista do klipa su formirale subklaster IIIB, a populacije sa nižim vrednostima ovih svojstava subklaster IIIA.

Najhomogenije agroekološke grupe su bile: sitnozrni tvrdunci (klaster II), bosanski rani zubani (klaster IIIB), kosmetski polutvrdunci (klaster IIIA), tvrdunci krupnog klipa (klaster IIIB) i srbijanski zubani (klaster IIIB).

Najheterogenije agroekološke grupe su bile: mediteranski tvrdunci (populacije u klasteru I, subklasteru IIIA i subklasteru IIIB), crnogorski tvrdunci (populacije u klasteru I i II), makedonski tvrdunci (populacije u klasteru II i IIIA), prelazni tvrdunci (populacije u klasteru II i IIIA), rumunski tvrdunci (populacije u klasteru II i IIIA), zubani tipa kukuruznog pojasa SAD (populacije u klasteru IIIA i IV) i prelazni zubani (populacije u klasteru IIIB i IV).

Raspored lokalnih populacija dobijen klaster analizom bi mogao da ukazuje na tok njihove introdukcije na teritorije bivše Jugoslavije. Prve dve introdukcije su se desile tokom 16. veka, a uključivale su tvrdunce sa Karipskih ostrva, Meksika i Anda. Treća introdukcija, u 18. veku, je obuhvatala tvrdunce iz Kanade i Nove Engleske (SAD), a poslednja (u 19. veku) zubane iz kukuruznog pojasa SAD. Tada je došlo do ukrštanja između postojećih varijeteta tvrdunaca i introdukovanih zubana, a nastale populacije su se brzo širile u ravnice i rečne doline, potiskujući genotipove tvrdunaca, *Trifunović*, 1978. Tvrdunci, koji se nalaze u klasterima I i II najverovatnije predstavljaju veoma stare populacije, koje su gajene u izolovanim područjima, na specifičnim agroekološkim uslovima i koje nisu ukrštane sa drugim sortama kukuruza. U klasteru III se nalaze kasnije introdukovane sorte zubana, kao i sorte nastale ukrštanjima zubana i postojećih tvrdunaca. Dve populacije koje su se grupisale sa populacijama iz Kine i Gruzije su sorte zubana i poluzubana. One su genetički sličnije između sebe nego sa introdukovanim populacijama, a svojstva koja su najviše uticala na njihovo grupisanje u klaster IV su visina biljke i visina do klipa, kao i broj listova, dužina lista do klipa i broj ptimarnih grana metlice.

Iako se morfološka karakterizacija koristi za određivanje divergentnosti lokalnih populacija, *Galarreta i Alvarez*, 2001, *Hartings i sar.*, 2008, smatra se da se najbolji rezultati dobijaju kombinacijom morfoloških podataka sa podacima molekularnih markera, *Hammer i sar.*, 1999. Rezultati oba tipa analiza su neophodni da podrže efikasnu konzervaciju, menadžment i razvoj biljnih genetičkih resursa. S obzirom da oba tipa markera imaju određene prednosti i nedostatke preporučuje se njihova kombinovana primena radi povećanja moći analiza genetičkog diverziteta, *Singh i sar.*, 1991. S obzirom na navedene činjenice, rezultati dobijeni u ovom radu predstavljaju prvi korak u utvrđivanju genetičkih odnosa lokalnih populacija, a konačna slika će biti dobijena nakon njihove analize SSR molekularnim markerima.

Zaključak

Fenotipska analiza lokalnih populacija je ukazala na visok stepen heterogenosti, što indirektno ukazuje na njihovu prilagođenost specifičnim uslovima spoljašnje sredine, kao i različitim namenama. Klaster analiza je jasno izdvojila tvrdunce koji najverovatnije predstavljaju veoma stare populacije, koje su bile gajene u izolovanim područjima, pod specifičnim agroekološkim uslovima i koje nisu bile ukrštane sa drugim sortama kukuruza. Većina lokalnih populacija je ušla u klaster III. Za dobijanje konačne slike genetičkog diverziteta među lokalnim populacijama kukuruza neophodno je uraditi analizu molekularnim markerima.

Napomena

Ovaj rad je realizovan kroz projekat TR31028 "Genetički resursi kukuruza kao izvor poboljšanog kvaliteta zrna i tolerantnosti prema suši" Ministarstva za prosvetu i nauku RS.

Literatura

- Ajmone-Marsan, P., P. Castiglioni, F. Fusari, M. Kupier and M. Motto** (1998): Genetic diversity and its relationship to hybrid performance in maize as revealed by RFLP and AFLP markers. *Theor. Appl. Genet.* **96** (2): 219-227.
- Anderson, E. and H.M. Cutler** (1942): Races of *Zea mays*: Their recognition and classification. *Ann. Mo. Bot. Gard.* **29**: 69-88.
- Brandolini, A.G.** (1969): European races of maize. Book of Proceedings of the 24th Annual Corn and Sorghum Research Conference, December 9-11, 1969, Chicago, IL, USA, pp. 36-48.
- Buckler, E.S., B.S. Gaut and M.D. McMullen** (2006): Molecular and functional diversity of maize. *Curr. Opin. Plant Biol.* **9** (2): 172-176.
- Galarreta de Ruiz, J.I. and A. Alvarez** (2001): Morphological classification of maize landraces from northern Spain. *Genet. Resour. Crop Ev.* **48** (4): 391-400.
- Gauthier, P., B. Gouesnard, J. Dallard, R. Redaelli, C. Rebourg, A. Charcosset and A. Boyat** (2002): RFLP diversity and relationships among traditional European maize populations. *Theor. Appl. Genet.* **105** (1): 91-99.
- Gerić, I., M. Zlokolica, C. Gerić and C.W. Stuber** (1989): Races and populations of maize in Yugoslavia. In: *Isozyme Variation and Genetic Diversity*, ed. IBPGR, Rome, Italy.
- Hammer, K., A. Diederichsen and M. Spahillari** (1999): Basic Studies Toward Strategies for Conservation of Plant Genetic Resources. In: *Proceedings of Technical Meeting on the Methodology of the FAO World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources*, ed. by Serwinski J, Feberova, I, Prague. Czech Republic.

- Hartings, H., N. Berardo, G.F. Mazzinelli, P. Valoti, A. Verderio and M. Motto** (2008): Assessment of genetic diversity and relationships among maize (*Zea mays* L.) Italian landraces by morphological traits and AFLP profiling. *Theor. Appl. Genet.* **117** (6): 831-842.
- Hoisington, D., M. Khairallah, T. Reeves, J.M. Ribaut, B. Skovmand, S. Taba and M. Warburton** (1998): Plant genetic resources: what can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **96** (11): 5937-5943.
- Ignjatović-Micić, D., S. Mladenović Drinić, A. Nikolić and V. Lazić-Jančić** (2007): Comparison of AFLP and SSR markers for genetic diversity studies in maize populations. *Maydica* **52**: 399-406.
- Ignjatović-Micić, D., S. Mladenović Drinić, A. Nikolić and V. Lazić-Jančić** (2008): SSR analysis for genetic structure and diversity determination of maize local populations from former Yugoslavian territories. *Russ. J. Genet.* **44**: 1317-1324
- Pavličić, J. i V. Trifunović** (1966): Prilog poznavanju nekih značajnijih ekotipova kukuruza gajenih u Jugoslaviji i njihova klasifikacija. *Arh. poljopr. nauke XIX* (66): 44- 62.
- Rebourg, C., B. Gouesnard and A. Charcosset** (2001): Large scale molecular analysis of traditional European maize populations. Relationships with morphological variation. *Heredity* **86**: 574-584
- Singh, S.P., J.J.A. Gutierrez, A. Molina, C. Urrea and P. Gepts** (1991): Genetic diversity in cultivated common bean: II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Sci.* **31**: 23-29.
- Smith, O.S., J.S.C. Smith, S.L. Bowen and R.A. Tenborg** (1991): Similarities among a Group of Elite Maize Inbreds as Measured by Pedigree, F1 Heterosis and RFLPs. *Theor. Appl. Genet.* **80** (6): 833-840.
- Trifunović, V.** (1978): Maize Production and Maize Breeding in Europe. In: D.B. Walden (ed) *Maize Breeding and Genetics*, John Wiley and sons NY, pp. 41-57.

Primljeno: 29.09.2011.
Odobreno: 10.10.2011.

* *
*

Phenotypic Genetic Diversity among Maize Landraces

- Original scientific paper -

Danijela RISTIĆ, Dragana IGNJATOVIĆ-MIČIĆ, Vojka BABIĆ,
Violeta ANĐELKOVIĆ and Jelena VANČETOVIĆ
Maize Research Institute, Zemun Polje, Beograd-Zemun

Summary

Maize Research Institute genebank maintains the collection of 2178 landraces (divided in 18 agroecological groups) collected from the territories of the former Yugoslavia. The results of phenotypic analyses of 54 accessions (representatives of all 18 agroecological groups) are presented in this study. Six introduced populations (originating from France, China and Georgia) were also analysed as checks, as it was assumed that they should be genetically distant from the landraces. Fifteen morphological traits were analysed, as well as, the anthesis-silking interval. The cluster analysis was performed based on the average values of the measured traits (four clusters were formed). High heterogeneity among the landraces was observed. This result is an indirect confirmation of landraces adaptations to specific environments and different purposes. Among the landraces within the same (sub)cluster the lowest variability was determined for the plant height and the ear height, as well as, for the leaf number and the ear leaf length. The cluster analysis clearly separated several flint landraces, which most probably represent old populations that used to be grown in isolated areas, under specific agroecological conditions in which crosses to other maize varieties did not occur.

Received: 29/09/2011

Accepted: 10/10/2011

Adresa autora:

Danijela RISTIĆ
Institut za kukuruz "Zemun Polje"
Slobodana Bajića 1
11185 Beograd-Zemun
Srbija
E-mail: idragana@mrizp.rs