

Originalni naučni rad
Original research article

NS hibridi kukuruza u proizvodnim rejonima Srbije

Milisav Stojaković*, Mile Ivanović, Đorđe Jocković, Goran Bekavac,
Božana Purar, Aleksandra Nastasić, Dušan Stanisavljević, Bojan Mitrović,
Sanja Treskić, Rajko Laišić

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

Izvod: Ova istraživanja su deo višegodišnjih istraživanja čiji je cilj rejonizacija hibrida kukuruza. Tokom 2009. ispitivano je 15 hibrida FAO grupa zrenja 300-700 u 30 lokacija na teritoriji Srbije. Najveći prosečan prinos zrna ostvario je hibrid NS 6030 (10,9 t ha⁻¹). Za ocenu strukture interakcije genotip x sredina i mogućeg postojanja različitih mega-sredina (*mega environment*) u proizvodnim rejonima Srbije korišćeni su matematički modeli AMMI i SREG. Rezultati ispitivanja prinosa zrna kod 15 hibrida na 10 lokaliteta ukazuju na postojanje specifičnih devijacija lokalitet-godina (AMMI biplot) i najmanje jedne mega-sredine (GGE biplot).

Cljučne reči: hibrid, kukuruz, prinos zrna, rejon, sredina

Uvod

Stvaranje novih hibrida kukuruza obuhvata izbor roditeljskih parova, metoda selekcije i testiranja novih hibridnih potomstava. To je kreativan posao, a uspeh koji se meri doprinosom novog hibrida razvoju društva predstavlja merilo uspešnosti svakog oplemenjivača. Oplemenjivanje kukuruza, odnosno stvaranje novog hibrida dugotrajan je i skup proces koji zahteva desetak godina planskog rada na ukrštanju, izvođenju i testiranju potomstava u generacijama razdvajanja. Unatoč značajnim finansijskim sredstvima i uloženom vremenu, samo nekoliko novih hibrida iz svakog ciklusa oplemenjivanja svojim karakteristikama zadovolji zahteve proizvođača u određenim uslovima gajenja i bude prihvaćeno u proizvodnji.

Ocena genetičkog materijala jedna je od kritičnih faza u oplemenjivanju. Selekcioni materijal u generacijama razdvajanja, novi i već prošireni hibridi koji se masovno koriste svake godine se ispituju u multi-lokacijskim

ogledima sa jednim ciljem: da se od velikog broja odaberu oni hibridi koji ostvaruju najviši prinos zrna u određenom rejonu, čime se obezbeđuje bolje iskorišćavanje prirodnih potencijala rejlona i genetičkih potencijala genotipa (Giauffret et al. 2000, Epinat-Le Signor et al. 2001, Casanoves et al. 2005, Ivanović i sar. 2007). Oplemenjivači svih biljnih vrsta masovno koriste multilokacijske ogledne kao osnovu za preporuku sorti za pojedine rejone gajenja. S obzirom na troškove oko izvođenja oglada opravdano se postavlja pitanje optimalno potrebnog broja oglada (lokacija) i godina ispitivanja na određenoj teritoriji. Casanoves et al. (2005) u radu na kikirikiju nastojali su da povećaju preciznost oglada podelom postojećih rejlona na subregione i ustanovili da to nije dovelo do preciznije rejlonezacije sorti. Praktičnije je povećati preciznost oglada i prilagoditi dizajn oglada. Pri izboru lokacija za ispitivanje hibrida potrebno je odabrati reprezentativne lokacije uzimajući u obzir količinu i raspored padavina, sumu temperatura i prosečne temperature u vegetaciji. Na pravilno

*autor za kontakt / corresponding author
(milisav.stojakovic@ifvcns.ns.ac.rs)

odabranim lokacijama, odnosno na lokacijama koje reprezentuju prirodne uslove gajenja, dvogodišnja ispitivanja povećavaju verovatnoću za izbor najboljih hibrida u odnosu na jednogodišnja ispitivanja, čak ako se povećava broj lokacija u okviru postojećih rejonu (Epinat-Le Signor et al. 2001).

Kukuruz se seje skoro na celoj teritoriji Srbije. Najveće površine, oko 70 % od ukupnih nalaze se u ravničarskom delu Srbije: u Vojvodini, Mačvi, Stigu i dolinama reka centralne i južne Srbije do 300 metara nadmorske visine. Ostatak površina (oko 30 %) nalazi se na brdsko-planinskim terenima do 700 metara nadmorske visine. Analizirajući važnije činioce prirodnih uslova za proizvodnju kukuruza (temperatura, padavine, zemljište) Trifunović (1965) izdvaja četiri različita proizvodna rejonu kukuruza na teritoriji tadašnje Jugoslavije. Rosić & Bajić (1989) ističu pet osnovnih rejonu proizvodnje kukuruza. U sveobuhvatnoj i do danas najdetaljnijoj studiji o proizvodnim rejonima kod nas, Stojković (1972) definiše deset rejonu ratarske proizvodnje na teritoriji Vojvodine. Na osnovu prosečnih prinosa kukuruza u Vojvodini od 1981. do 2000. i prirodnih uslova u ostalim delovima Srbije, Stojaković i sar. (2001, 2006) izdvajaju pet rejonu u Srbiji.

Selekcija za određene uslove sredine povećava adaptivnu komponentu hibrida, ali ne isključuje njihovu ocenu u različitim uslovima gajenja radi što pravilnijeg rangiranja. Ova istraživanja predstavljaju nastavak višegodišnjeg kontinuiranog rada na ispitivanju novih i već proširenih hibrida kukuruza u cilju odabiranja najboljih, najstabilnijih i najprinosnijih za svaki proizvodni rejon.

Materijal i metod rada

U ovom radu su korišćeni rezultati makro-ogleda koje Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad izvodi svake godine na oko 30 različitih lokaliteta na teritoriji Srbije. U makro-ogledima je ispitivan jedinstveni set od 15 hibrida, što omogućuje njihovo međusobno poređenje u okviru lokaliteta, kao i između lokaliteta iz raznih rejonu gajenja. Setva je obavljena sejalicama, a berba kombinom.

Prilikom postavljanja ogleda vodilo se računa da mrežom ogleda budu obuhvaćeni svi proizvodni rejonu kukuruza u Srbiji, prema Stojaković i sar. (2001). Uspešno su izvedeni i obrađeni makro-ogledi sa 30 lokacija. U prvom rejonu (južna i zapadna Bačka, istočni i južni Srem i Podrinjsko-kolubarski rejon) izvedeno je 7 ogleda. U drugom rejonu (južni Banat i Šumadijsko-pomoravski rejon) izvedeno je 7 ogleda. U trećem rejonu (severna Bačka, severni Srem i istočni, severni i centralni Banat) izvedeno je 8 ogleda. U četvrtom (centralna, istočna i južna Srbija) izvedeno je 8 ogleda. Primenjena je uobičajena tehnologija proizvodnje kukuruza u dotičnom rejonu uz obaveznu primenu mineralnih đubriva prema potrebama kukuruza i obezbeđenosti zemljišta hranjivim materijama, jesenje duboko oranje, setva u prvim ili optimalnim rokovima setve, zaštita od korova i poštovanje predviđene gustine useva (broj biljaka/ha) po FAO grupama zrenja (FAO 300-400, 65.000; FAO 500-600, 59.000; FAO 700, 55.000). Ogledi su izvedeni u suvom ratarenju. Na osnovu dužine vegetacije hibridi su svrstani u tri grupe. Iz grupe zrenja FAO 300-400 ispitivani su hibridi: NS 3014, NS 4015 i NS 4030. Iz grupe FAO 500 ispitivani su hibridi: NS 510, NS 540, NS 5010, NS 5043, a iz FAO 600 grupe zrenja NS 640, NS 6010, NS 6030 i Radan. Iz grupe FAO 700 ispitivani su Zenit, Tisa, NS 770 i NS 7020.

Prinos suvog zrna po hektaru izračunat je na osnovu prinosa sirovog zrna po parceli površine 1.120 m² sa korekcijom na 14 % vlage.

Kao prilog rejonizaciji NS hibrida kukuruza odabrali smo 10 od 30 lokaliteta koji reprezentuju raznolikost agroekoloških uslova Srbije i svih 15 hibrida ispitivanih u makro-ogledima 2009. Analiziran je prinos zrna sa 14 % vlage u zrnu. Za analizu je korišćen AMMI model (linearni efekti višestruke interakcije) koji varijansu interakcije genotip x sredina (G x E), dvofaktorijalne ANOV-a razdvajaju u dve celine metodom analize glavnih komponenti (IPC). Prva, značajna za predikciju i interpretaciju specifičnih devijacija genotip x sredina i druga koja predstavlja neobjašnjenu varijabilnost (Gauch 1992). Za procenu interakcije genotip x lokalitet kori-

šćen je regresioni SREG model (Cornelius et al. 1996) i SREG-GGE (genotip, G + genotip x sredina, G x E) biplot (Yon et al. 2000).

Rezultati i diskusija

Srednje vrednosti hibrida kukuruza u makroogledima

U makroogledima 2009. na 30 lokacija na celoj teritoriji Srbije ostvaren je prosečan prinos zrna od 10,1 t ha⁻¹, što je za 2 t ha⁻¹ odnosno skoro 3 t ha⁻¹ više nego u 2008. i 2007. (8,09 t ha⁻¹ odnosno 7,19 t ha⁻¹ pojedinačno). Između 15 hibrida od FAO 300 do

FAO 700 grupa zrenja, najveći prinos zrna ostvario je hibrid NS 6030 od 10,9 t ha⁻¹ (Tab. 1).

Prinos zrna hibrida kukuruza u prvom rejonu

Zapadna i južna Bačka, istočni i južni Srem i Podrinjsko-kolubarski rejon po prirodnim uslovima za biljnu, a naročito ratarsku i povrtarsku proizvodnju predstavljaju najproduktivnije proizvodne rejone. Prirodni i veštački vodotokovi (reke, jezera, kanali), količina i raspored atmosferskih padavina tokom godine i kvalitet zemljišta obezbeđuju prirodne uslove za rekordne prinose.

Tab.1. Srednje vrednosti hibrida kukuruza u makroogledima 2009.

Tab.1. Mean value of maize hybrids obtained at large plot trials in 2009.

Hibrid / Hybrids	Sklop / Density (000)	Vlaga / Moisture (%)	Prinos zrna/ Grain yield (t ha ⁻¹)
NS 3014	58	16,7	9,6
NS 4015	56	16,8	9,9
NS 4030	57	16,4	9,6
NS 510	54	19,3	9,6
NS 540	54	19,1	10,1
NS 5010	55	19,4	9,9
NS 5043	55	18,9	10,0
NS 640	51	20,5	10,1
NS 6010	52	20,4	10,3
NS 6030	53	19,7	10,9
ZENIT	53	20,2	10,3
RADAN	51	20,8	10,0
TISA	52	21,1	10,1
NS 7020	52	19,5	10,4
NS 770	52	21,0	10,3
Prosek / Average	54	19,3	10,1

Prosečan prinos NS hibrida kukuruza u makro-ogledima u prvom rejonu na 7 lokacija iznosio je 11,0 t ha⁻¹ zrna sa 14 % vlage (Tab. 2). Najveći prinos ostvaren je na lokalitetu Loznica (13,5 t ha⁻¹), a najniži na lokalitetu Sremska Mitrovica (9,2 t ha⁻¹). Četiri lokaliteta su ostvarila veći ili jednak prosečan prinos zrna od proseka rejona 11,0 t ha⁻¹, Loznica (LO), Vrbas (NS2), Maglić (NS1) i Sombor (SO), dok su tri lokaliteta ostvarila

niži prosečan prinos od 11,0 t ha⁻¹ Šabac (ŠA), Sremska Mitrovica (SM) i Ruma (RU).

Kod 15 ispitivanih hibrida iz grupa zrenja FAO 300-700 ustanovljene su razlike u prosečnom prinosu zrna, i to više između pojedinih grupa zrenja nego unutar iste grupe zrenja (Tab. 2). Hibridi pune vegetacije iz grupa zrenja FAO 600-700 ostvarili su izrazito viši prinos zrna od hibrida kraće vegetacije FAO 300-400 i FAO 500 grupa

zrenja (11,3 t ha⁻¹; 10,7 t ha⁻¹ i 10,5 t ha⁻¹ pojedinačno). Pojedinačno po hibridima, najveći prosečan prinos zrna ostvario je hibrid NS 6030 (11,9 t ha⁻¹) a slede NS 6010, NS 770 i NS 7020 sa neznatno nižim prosečnim prinosima zrna (11,7 t ha⁻¹; 11,7 t ha⁻¹ i 11,5 t ha⁻¹). Važno je istaći visok potencijal za prinos zrna ranih hibrida NS 3014, NS 4015 i

NS 4030 iz grupa zrenja FAO 300-400 koji su po prinosu zrna sasvim konkurentni, ili čak nešto bolji od hibrida iz grupe zrenja FAO 500 (10,7 t ha⁻¹ i 10,5 t ha⁻¹) sa 2 % do 3 % nižim sadržajem vlage u zrnu. Prednost ovih hibrida naročito dolazi do izražaja u sušnim godinama, kada hibridi pune vegetacije više podbace u prinosu zrna od ranih hibrida.

Tab.2. Prinos zrna (t ha⁻¹) hibrida kukuruza u zapadnoj i južnoj Bačkoj, istočnom i južnom Sremu i Podrinjsko-kolubarskom regionu

Tab.2. Grain yield (t ha⁻¹) of maize hybrids at Western and Southern Bačka, Eastern and Southern Srem and Podrinjsko-kolubarski region

Hibrid / Hybrids	Lokacije / Location							Prosek / Average
	NS1	SO	RU	SM	LO	ŠA	NS2	
NS 3014	10,8	10,6	10,6	9,4	12,8	9,1	11,2	10,6
NS 4015	11,6	9,9	9,9	8,5	11,9	10,2	12,7	10,7
NS 4030	11,6	10,2	9,8	8,6	14,2	9,5	11,8	10,8
NS 510	9,7	10,1	9,7	9,0	13,2	10,3	11,4	10,5
NS 540	9,8	10,9	9,4	8,2	13,1	9,6	12,0	10,4
NS 5010	10,4	10,7	10,1	9,3	12,3	9,5	11,8	10,6
NS 5043	11,7	10,9	9,9	8,4	12,5	9,5	12,0	10,7
NS 640	8,7	9,7	8,9	8,9	13,1	11,2	12,8	10,5
NS 6010	11,1	11,7	10,1	9,4	13,9	11,9	14,0	11,7
NS 6030	12,6	11,9	10,6	9,9	14,8	11,9	11,4	11,9
ZENIT	10,2	11,7	10,3	9,2	14,2	10,6	13,5	11,4
RADAN	10,2	10,9	9,1	9,5	14,2	10,5	12,6	11,0
TISA	11,1	11,2	9,3	9,1	13,7	9,8	12,7	11,0
NS 7020	12,4	11,2	10,2	10,1	13,9	10,1	12,9	11,5
NS 770	11,6	11,6	10,1	10,2	14,0	11,2	13,2	11,7
Prosek / Average	10,9	10,9	9,9	9,2	13,5	10,3	12,4	11,0

Prinos zrna hibrida kukuruza u drugom rejonu

Južni Banat sa Šumadijom, Pomoravljem i delom Stiga značajni su za proizvodnju kukuruza u Srbiji kako po setvenim površinama tako i po ostvarenim prinosima. Za razliku od prvog rejona koji se karakteriše većom stabilnošću prinosa u odnosu na ostale rejone, prinosi zrna kukuruza u ogleđima u južnom Banatu, Stigu i Šumadiji više variraju nego u našim najboljim rejonima (zapadna i južna Bačka i južni Srem). Petnaest NS hibrida kukuruza ispitivanih na 7 lokacija u ovom rejonu ostvarilo je prosečan

prinos zrna od 11,6 t ha⁻¹ (Tab. 3). Najviši prosečan prinos ostvaren je na lokalitetu BG2 (Padinska Skela), a najmanji na lokalitetu KG (Kragujevac) i SD (Smederevo) (15,0 t ha⁻¹ odnosno 9,5 t ha⁻¹). Viši prinos od opšteg proseka rejona ostvarila su tri lokaliteta: BG2 (Padinska Skela), PO (Požarevac) i JA (Jagodina), dok su lokaliteti KG (Kragujevac), SD (Smederevo), BG1 (PKB) i KO (Kovin) ostvarili prinos ispod 11,6 t ha⁻¹. Nedostatak padavina u kritičnim fazama razvoja kukuruza osnovni je faktor koji umanjuje prinos kukuruza u Srbiji. Najbolja ilustracija toga je primer BG2 gde je u fazi nicanja primenjeno

jedno navodnjavanje kako bi se osiguralo ravnomerno nicanje i postigao željeni sklop biljaka, što je na kraju rezultiralo najvišim prinosom zrna u makro-ogledima u 2009.

Kod ispitivanih hibrida su ustanovljene razlike u prosečnom prinosu zrna, kako unutar jedne grupe zrenja tako i između FAO grupa zrenja (Tab. 3). Najviši prosečan prinos zrna su ostvarili hibridi iz grupa zrenja FAO 600-700 (11,8 t ha⁻¹), a proporcionalno

se smanjivao sa dužinom vegetacije. Po hibridima najprinosniji je bio NS 7020 (12,5 t ha⁻¹), zatim slede NS 6030, Zenit i NS 540. Rani hibridi NS 3014, NS 4015 i NS 4030 sa prosečnim prinosom zrna od 11,2 t ha⁻¹ su interesantni za proizvođače pšenice, pošto njihova berba počinje ranije pa su dobar predusev za setvu pšenice, a sa druge strane zbog nižeg sadržaja vode u zrnu niži su troškovi sušenja.

Tab. 3. Prinos zrna (t ha⁻¹) hibrida kukuruza u južnom Banatu i Šumadijsko-pomoravskom regionu
Tab. 3. Grain yield (t ha⁻¹) of maize hybrids at Southern Banat and Šumadijsko-pomoravski region

Hibrid / Hybrids	Lokacije / Location							Prosek / Average
	KG	JA	KO	BG1	PO	BG2	SD	
NS 3014	8,4	12,3	10,7	10,1	11,7	15,2	10,3	11,2
NS 4015	8,5	11,8	10,9	10,1	13,1	14,2	10,1	11,2
NS 4030	7,4	13,6	11,4	10,5	11,1	15,1	8,5	11,1
NS 510	8,5	13,3	11,1	10,7	13,3	14,2	7,9	11,3
NS 540	13,3	12,4	12,5	10,7	11,5	15,3	9,5	12,2
NS 5010	8,3	12,6	9,6	10,5	13,5	15,1	7,7	11,1
NS 5043	8,7	12,8	11,3	11,3	12,0	15,2	8,6	11,4
NS 640	10,1	14,4	10,1	11,4	11,5	14,3	11,8	11,9
NS 6010	8,3	12,2	11,3	12,3	11,8	15,2	8,4	11,3
NS 6030	9,6	14,0	12,2	11,3	14,0	16,0	9,5	12,4
ZENIT	8,1	11,8	10,8	11,3	11,8	14,2	10,4	11,2
RADAN	11,1	13,4	11,8	10,8	13,0	15,4	9,8	12,2
TISA	9,7	10,9	11,8	10,1	14,8	14,9	10,2	11,8
NS 7020	12,1	14,2	11,5	11,5	12,8	16,1	9,3	12,5
NS 770	10,9	12,5	9,9	10,5	10,1	15,2	10,3	11,3
Prosek / Average	9,5	12,8	11,1	10,9	12,4	15,0	9,5	11,6

Prinos zrna hibrida kukuruza u trećem rejonu

Treći rejon za proizvodnju kukuruza u Srbiji, koji čine severna Bačka, centralni, severni i istočni Banat i severni Srem, ima lošije prirodne uslove od ostalih delova Vojvodine. Specifičnost prirodnih uslova ovog rejona predstavlja nedostatak padavina, njihov nepravilan raspored i temperaturni stres u julu i avgustu. Kod srednje-kasnih hibrida grupa zrenja FAO 600 i 700 cvetanje nastupa krajem juna ili početkom jula i odvija se najčešće u uslovima vodnog stresa (manjak padavina) i vazdušnog stresa (visoka temperatura i niska relativna vlažnost vaz-

duha). Na složenost odnosa između hibrida i uslova gajenja ukazuju razlike između prosečnih prinosa grupa hibrida (FAO 300-400, FAO 500 i FAO 600-700) po lokacijama ispitivanja: NS3 (Titel), SU (Subotica), ZR (Zrenjanin), VŠ (Vršac), SE (Senta), KI (Kikinda), BT (Bačka Topola) i SO2 (Aleksa Šantić) (Tab. 4). U našim najsušnijim rejonima (lokaliteti NS3, SU, SE i BT) rani hibridi FAO 300-400 su ostvarili veći prinos zrna od hibrida FAO 500 i FAO 600-700 grupa zrenja.

Povoljniji pokazatelji fenotipske plastičnosti, uz približno isti prosečni prinos zrna najrodnijih srednje ranih u odnosu na srednje kasne hibride, daju prednost ranim hibridima u praksi (Ivanović i sar. 2003).

Tab.4. Prinos zrna ($t ha^{-1}$) hibrida kukuruza u severnoj Bačkoj, severnom Sremu, centralnom, severnom i istočnom BanatuTab.4. Grain yield ($t ha^{-1}$) of maize hybrids at Northern Bačka, Northern Srem, Central, Northern and Eastern Banat regions

Hibrid / Hybrids	Lokacije / Location								Prosek / Average
	NS3	SU	ZR	VŠ	SE	KI	BT	SO2	
NS 3014	7,5	8,5	9,1	11,2	7,5	7,7	8,9	8,2	8,6
NS 4015	10,9	7,9	10,2	9,6	7,2	8,0	8,7	9,0	8,9
NS 4030	7,7	7,4	10,4	10,0	6,7	7,4	8,9	9,2	8,5
NS 510	7,8	7,1	9,4	10,0	6,7	8,3	7,8	8,0	8,1
NS 540	9,0	7,2	10,0	11,1	6,9	9,5	8,7	8,7	8,9
NS 5010	7,6	7,7	10,5	10,5	5,1	9,0	9,0	8,8	8,5
NS 5043	9,5	7,7	10,9	11,3	5,9	9,0	9,8	9,0	9,1
NS 640	7,2	7,8	8,6	9,9	7,1	7,9	9,1	8,8	8,3
NS 6010	6,7	7,7	9,5	11,2	6,9	7,5	8,8	8,3	8,3
NS 6030	7,9	8,3	10,6	11,9	6,8	8,7	9,0	10,0	9,2
ZENIT	8,8	8,0	10,5	11,5	6,3	9,2	9,1	10,3	9,2
RADAN	6,5	8,3	10,5	10,4	6,2	8,3	8,4	9,0	8,5
TISA	6,6	8,2	10,1	11,1	7,2	8,2	7,9	8,8	8,5
NS 7020	6,7	8,3	9,8	11,3	6,9	8,7	8,7	9,6	8,8
NS 770	6,3	8,2	10,4	10,6	7,2	8,1	8,8	9,9	8,7
Prosek / Average	7,8	7,9	10,0	10,8	6,7	8,4	8,8	9,0	8,7

Tab.5. Prinos zrna ($t ha^{-1}$) hibrida kukuruza u centralnoj, istočnoj i južnoj SrbijiTab.5. Grain yield ($t ha^{-1}$) of maize hybrids at Central, Eastern and Southern Serbia

Hibrid / Hybrids	Lokacije / Location								Prosek / Average
	PK	UE	ČA	LE	KV	PI	NI	ZA	
NS 3014	6,4	8,8	8,6	4,7	8,5	10,1	7,5	9,9	8,1
NS 4015	6,7	9,2	9,7	8,0	9,5	10,7	8,0	9,8	9,0
NS 4030	7,1	8,1	7,8	5,5	8,0	10,4	7,7	10,4	8,1
NS 510	7,2	8,9	7,5	4,9	10,5	11,0	8,7	11	8,7
NS 540	8,8	10,0	8,2	3,2	10,5	10,6	9,5	10,9	9,0
NS 5010	8,7	10,7	9,9	5,0	10,9	10,8	9,0	10,8	9,5
NS 5043	9,0	7,9	7,6	4,2	9,8	11,0	9,7	10,1	8,7
NS 640	10,1	10,2	8,7	5,1	12,6	9,8	10,0	12,5	9,9
NS 6010	10,1	10,8	8,6	5,7	12,0	10,1	9,4	11,8	9,8
NS 6030	10,5	9,6	8,7	5,6	11,6	10,7	11,4	12,1	10,0
ZENIT	8,1	9,2	8,2	6,8	9,1	11,5	9,4	11,8	9,3
RADAN	9,1	9,0	7,2	5,7	9,3	7,6	9,7	10,3	8,5
TISA	9,1	8,9	7,1	5,6	9,1	10,6	10,5	10,9	9,0
NS 7020	9,6	8,8	7,5	7,3	8,5	8,6	9,5	11,5	8,9
NS 770	10,4	9,3	9,4	8,2	8,8	9,1	9,0	11,2	9,4
Prosek / Average	8,7	9,3	8,3	5,7	9,9	10,2	9,3	11,0	9,0

Prinos zrna hibrida kukuruza u četvrtom rejonu

Centralna, istočna i južna Srbija predstavljaju veoma raznoliko područje po uslovima za proizvodnju kukuruza, gde dominira brdsko-planinsko područje sa kotlinama u dolinama reka Morave i Timoka i njihovih pritoka.

Po tradiciji je istočna Srbija najaridniji deo Srbije, što u 2009. nije bio slučaj. Sa prosečnim prinosom od 11,0 t ha⁻¹ lokalitet Zaječar je bio na nivou najboljih lokaliteta u 2009. (Tab. 5). Istovremeno Pirot, Niš i Prokuplje su najbolji u poslednjih pet godina.

Jedino je Leskovac sa prosečnim prinosom od 5,7 t ha⁻¹ na nivou loše tradicije u proizvodnji kukuruza. Prilikom preporuke sortimenta za centralnu i istočnu Srbiju, čini se da je oblik reljefa najispravniji kriterijum za odabir hibrida. U svim lokalitetima u dolinama do 300 metara nadmorske visine najviše prinose su ostvarili hibridi iz grupe zrenja FAO 600 (NS 6030, NS 6010, NS 640). Hibridi pune vegetacije iz grupe zrenja FAO 700 manje su rodili od hibrida kraće vege-

tacije iz grupa zrenja FAO 500 i FAO 600, uz istovremeno veći sadržaj vlage u zrnu, što upućuje na zaključak da je naročito u centralnoj Srbiji suma temperatura opredeljujući faktor kod izbora hibrida, a ne padavine kao u ostalim rejonima Srbije.

Specifičnosti rejonizacije

Izraženije klimatske promene u protekloj deceniji, u odnosu na višegodišnji prosek, sve više ističu značaj rejonizacije hibrida. U ovom poglavlju smo izdvojili rezultate makro-ogleda u 2009. koji predstavljaju prinos zrna (t ha⁻¹) 15 hibrida kukuruza na 10 različitih lokaliteta odabranih tako da obuhvata veći deo agroekološke varijabilnosti Srbije (Tab. 6).

Interval variranja prinosa (istih) hibrida iznosio je preko 10 t ha⁻¹, i kretao se od 4,9 t ha⁻¹ u Vranju (VR), do 15 t ha⁻¹ u Beogradu (BG). Naš osnovni cilj je bio da metodama multivarijacione analize pokušamo da izdvojimo pozitivnu devijacijsku interakciju lokalitet x hibrid (i), što može biti od značaja za rejonizaciju hibrida.

Tab.6. Prinos zrna sa 14 % vlage (t ha⁻¹)

Tab.6. Grain yield with 14 % moisture content (t ha⁻¹)

Hibrid / Hybrids	Lokacije / Location									
	SO	VB	SM	ŠA	LO	BG	PO	PR	ZA	VR
NS 3014	10,6	11,2	9,4	9,1	12,8	15,2	11,7	6,4	9,9	3,6
NS 4030	10,2	11,8	8,6	9,5	14,2	15,1	11,1	6,7	10,4	4,2
NS 4015	9,9	12,7	8,5	10,2	11,9	14,2	13,1	7,1	9,8	4,0
NS 5043	10,9	12,0	8,4	9,5	12,5	15,2	12,0	8,7	10,1	4,8
NS 510	10,1	11,4	9,0	10,3	13,2	14,2	13,3	9,0	10,7	4,8
NS 540	10,9	12,0	8,2	9,6	13,1	15,3	11,5	7,2	10,9	4,7
NS 5010	10,7	11,8	9,3	9,5	12,3	15,1	13,5	8,8	10,8	4,7
NS 640	9,7	12,8	8,9	11,2	13,1	14,3	12,0	10,1	12,5	5,5
NS 6010	11,7	14,0	9,4	11,9	13,9	15,2	11,8	10,1	11,8	5,2
NS 6030	11,9	11,4	9,9	11,9	14,8	15,9	14,0	10,5	12,1	5,5
ZENIT	11,7	13,5	9,2	10,6	14,2	15,4	13,0	8,1	11,8	5,2
RADAN	10,9	12,6	9,5	10,5	14,2	14,2	11,8	9,1	10,3	5,0
TISA	11,2	12,7	9,1	9,8	13,7	14,9	14,8	9,1	10,9	5,1
NS 7020	11,2	12,9	10,1	10,1	13,9	16,1	12,8	9,6	11,5	5,6
NS 770	11,6	13,2	10,2	11,2	14,0	15,2	10,1	10,4	11,2	5,7
Prosek / Average	10,9	12,4	9,2	10,3	13,5	15,0	12,4	8,7	11,0	4,9

Radi pojednostavljenja prikazaćemo samo grafikone (biplot) oba korišćena multiva-

rijaciona modela. Prvi (AMMI1) biplot predstavljen je sa prinosima zrna (t ha⁻¹) na x-osi i

vrednostima (scores) prve glavne komponente (PC1) na y-osi (Fig. 1). Biplot drugog multivariacionog modela (SREG) predstavlja samo interakcijske vrednosti (PC1 na x-osi i PC2 na y-osi na Fig. 2). Na oba grafikona su lokaliteti označeni kvadratima, a hibridi krugovima. Pozicija lokaliteta i hibrida u koordinatnom sistemu, kao funkcija vrednosti x i y ose, osnova je njihove međuzavisnosti. Ne ulazeći u tumačenje navedenih matematičkih modela, treba napomenuti da se oni, između ostalog, razlikuju u tome što se prvi (AMMI) bazira na analizi samo interakcijske komponente ANOVA-a (genotip x sredina, $G \times E$), a drugi (SREG) uključuje i varijansu fenotipa (G), odnosno $G + G \times E$, ili češće GGE.

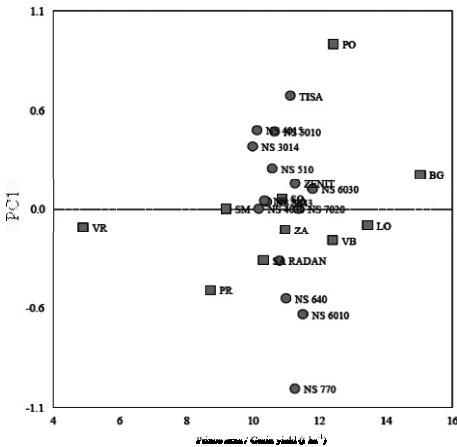


Fig. 1. AMMI - biplot

Na x-osi AMMI1 biplota (Fig. 1) položaj lokaliteta i hibrida odgovara njihovim prosečnim prinosima (Tab. 6). Drugim rečima, položaj lokaliteta Beograd (BG) nalazi se na x-osi na vrednosti od 15 t ha^{-1} , sledi lokalitet Loznica (LO) sa $13,5 \text{ t ha}^{-1}$, itd. Položaj svakog hibrida u odnosu na x-osu takođe predstavlja njihovu prosečnu vrednost, ili prosečan prinos (preko lokaliteta). Prosečan prinos hibrida nije dat u tabeli 6. jer je on samo deo rezultata makro-ogleda diskutovanih u prethodnim poglavljima ovog rada. Udaljenost hibrida i lokaliteta od nulte vrednosti (ispredana linija) na PC1-osi govori o nivou njihove stabilnosti. Poželjan genotip je onaj

koji ispoljava visok prinos (ili neko drugo svojstvo) i interakcijsku vrednost (score) blisku nuli (Gauch 1992). U našem slučaju to su: NS 6030, NS 7020, NS 5043 i Zenit (Fig. 1). Takođe, pozicija i distanca između lokaliteta hibrida ukazuje na nekoliko specifičnih veza. Na primer, hibridima NS 7020, NS 5043 (nalaze se na nultoj vrednosti), kao i hibridima Zenit i NS 6030 odgovara lokalitet Sombor (SO). Zatim, hibrid Radan je blisko povezan sa lokalitetom Šabac (ŠA), dok je lokalitetu Požarevac (PO) koji ispoljava najveću devijaciju najbliži hibrid Tisa.

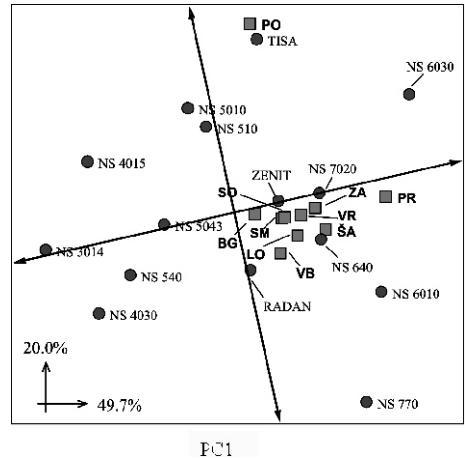


Fig. 2. GGE - biplot

Dodatne informacije analize interakcije lokalitet x hibrid, naročito za veći broj lokaliteta (megaenvironments prema Yon et al. 2000) pruža GGE biplot (SREG model). Zasnovan samo na interakcijskim komponentama PC1 i PC2, uz navedene metodološke razlike u odnosu na AMMI model, pruža i mogućnost izdvajanja grupe ili grupa lokaliteta, koji ne utiču značajno na promenu ranga hibrida u okviru grupe, što može biti od velikog značaja ne samo za rejonizaciju hibrida, već i za redukciju broja lokaliteta (i troškova) u programima oplemenjivanja. Rezultati prikazani na Fig. 2. (GGE biplot), jasno izdvajaju takvu grupu lokaliteta (Zaječar, Vranje, Sremska Mitrovica i Sombor) i njima odgovarajućih hibrida (NS 7020 i Zenit). Istovremeno, hibrid Tisa ispoljava još

manju distancu (ili veću povezanost) sa lokalitetom Požarevac u odnosu na AMMI1 biplot.

Rezultati dobijeni primenom navedenih modela u velikoj meri su analogni, ali postoje i razlike. Nema sumnje da su oba modela efikasna i međusobno komplementarna u proceni interakcije genotip x sredina, iako o tome često postoje različita, pa i polemična stanovišta u literaturi (Gauch 2006). Neke razlike su očekivane i metodološke su prirode. Na primer, korišćenje $G \times E$ (AMMI) u odnosu na $G + G \times E$ (SREG), ili razlike u izračunatoj PC vrednosti (*scores*). Takođe, zbog različite osnove za razdvajanje suma kvadrata (SS) u ANOV-a očekuju se i razlike u strukturi izdvojenih međusobom nekorelirajućih (perpendikularnih) SS i MS vrednosti za PC komponente, itd.

Rejonizacija u osnovi ima predikcioni karakter. Njena pouzdanost zavisi od stepena ponovljivosti ključnih parametara životne sredine (rejona), a time i interakcije genotip x životna sredina (lokalitet). Zbog toga je korišćenje pouzdanih multivarijacionih (ili drugih) matematičkih modela od velike koristi za procenu složene interakcije genotip x sredina, što čini osnovu pravilne rejonizacije hibrida

Literatura

Casanoves F, Baldessari J, Balzarini M (2005): Evaluation of multi-environment trials of pinat cultivars. *Crop Sci.* 45: 18-26
Cornelius P L, Crossa J, Seyedsader M S (1996): Statistical tests and estimators of multiplicative models for genotype-by-environment interaction. In: M.S. Kang and

H.G. Gauch (ed). *Genotype-by-environment interaction*. CRC Press, Boca Raton, FL. 199-234
Eberhart S A, Russell W A (1966): Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40
Epinat-Le Signor C, Dousse S, Lorgeou J, Denis B, Bonhomme P, Carolo P, Charcosset A (2001): Interpretation of genotype x environment interactions for early maize hybrids over 12 years. *Crop Sci.* 41: 663-669
Gauch H G (1992): Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands; Chinese edition 2001, China National Rice Research Institute, Hangzhou, China
Gauch H G (2006): Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Sci.* 46: 1488-1500
Giaufluff C, Lothrop J, Dorvillez D, Gouesnard B, Derieux M (2000): Genotype x environment interactions in maize hybrids from temperate or highland tropical origin. *Crop Sci.* 40: 1004-1012
Hallauer A R, Miranda J B (1988): Quantitative genetics in maize breeding. Second edition, Iowa State University Press, Ames, Iowa
Ivanović M, Vasić N, Bekavac G (2003): Stabilnost prinosa zrna hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad 38: 101-108
Ivanović M, Nastasić A, Stojaković M, Jocković Đ (2007): Rejonizacija hibrida kukuruza. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad 43: 89-94
Stojaković M, Bekavac G, Simić D, Bogdanović B (2001): Rejonizacija NS hibrida kukuruza na osnovu prinosa zrna u makroogledima u periodu 1997-2000. godina. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Zbornik referata 35: 11-19
Stojaković M, Jocković Đ, Ivanović M, Vasić N, Simić D, Bočanski J (2006): NS hibridi kukuruza u ogledima u 2005 godini. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad 42: 3-14
Stojković L (1972): Proizvodni rejoni Vojvodine. U: Živković B, Nejgebauer V, Tanasijević Đ, Miljković N, Drezgić P: Zemljišta Vojvodine. Institut za poljoprivredna istraživanja Novi Sad, 513-571
Rosić K, Baijić N (1989): Kukuruz, Ratarstvo-Proizvodnja ratarskih biljaka. Agronomski fakultet, Čačak, 170-210
Trifunović V (1965): Prirodni uslovi za proizvodnju kukuruza. Kukuruz, Zadrudna knjiga, 191-204
Weikai Yan, Hunt, L. A., Quinglai Sheng, Szlavnic Z (2000): Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on GGE biplot. *Crop Sci.* 40: 597-605

NS maize hybrids in production regions of Serbia

Milislav Stojaković, Mile Ivanović, Đorđe Jocković, Goran Bekavac,
Božana Purar, Aleksandra Nastasić, Dušan Stanisavljević, Bojan Mitrović,
Sanja Treskić, Rajko Laišić

Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

Summary: Fifteen NS maize hybrids of FAO 300-700 maturity groups were evaluated in strip trials (plot size 1,120 m²) at 30 locations in Serbia. In all locations including all production regions, the most yielding hybrid was NS 6030 with average yield of 10.9 t ha⁻¹. The additive Main Effects and Multiplicative Interaction (AMMI) and the sites regression (SREG) models were used to study basic structure of $G \times E$ interactions and the possible existence of different

mega-environments in Serbian maize growing regions in 2009. The results of the 15 hybrids x 10 locations for grain yield in maize showed by biplot technique indicate several specific location-hybrid deviations (the AMMI biplot), and possible existence of at least one mega-environment (the GGE biplot).

Key words: environment, grain yield, hybrid, maize, region

Primljeno / Received: 27.11.2009.

Prihvaćeno / Accepted: 08.12.2009.