

REJONIZACIJA HIBRIDA KUKURUZA

Ivanović Mile, Nastasić Aleksandra, Stojaković Milisav, Jocković Đorđe

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: Cilj ovog rada bio je da ukaže na značaj rejonizacije hibrida kukuruza sa stanovišta optimalnog iskorišćavanja genotipa i prirodnih resursa. Korišćeni su rezultati postkomisijskih oglada NS hibrida sa sedam lokaliteta u Srbiji u 2005. godini, kao i rezultati komercijalnih hibrida na 16 lokaliteta u kukuruznom pojasu Amerike 1990. godine. Različiti lokaliteti različito rangiraju (iste) hibride za prinos zrna, što ukazuje na ekonomsku opravdanost rejonizacije.

Ključne reči: kukuruz, hibrid, rejonizacija, polinomna regresija

Uvod

Pod pojmom - rejonizacije sorata, Konstantinov i sar. (2004), podrazumevaju: "Određivanje optimalnih rejona gajenja jedne sorte ili hibrida na osnovu provedenih odgovarajućih sortnih oglada". Citirana definicija odnosi se na rejonizaciju sorata (ili kultivara) - u užem smislu, o čemu će biti reči i u ovom radu. Rejonizacija u širem smislu, podrazumeva određivanje optimalnih geografsko-klimatskih zona gajenja (i van granica državne teritorije) i obuhvata ukupnu varijabilnost u okviru vrste (podvrste, ekotipovi, populacije, kultivari i sl.).

Biološka osnova rejonizacije zasniva se na specifičnoj interakciji genotip x sredina, koja je kompleksna i složena, te predstavlja predmet interesovanja nauke i prakse već decenijama. Poznato je, da će različiti genotipovi različito reagovati na određene uslove životne sredine. Dok je genotip jednog kultivara postojan (isključujući uticaj evolutivnih faktora), uslovi životne, spoljne, sredine su u većoj ili manjoj meri promenljivi. Oni čine "skup svih faktora, osim genotipa biljke, koji utiču na njen razvoj" (Comstock and Moll, 1963).

Pravilna rejonizacija sorata gajenih biljaka može se obaviti na osnovu rezultata brojnih, višegodišnjih, mikro, makro i proizvodnih oglada iz odgovarajućeg postojećeg sortimenta i (ili) usmerene selekcije, za određene uslove proizvodnje (ukoliko za to postoje ekonomske mogućnosti oplemenjivača). Bez obzira na razlike u nivou adaptabilnosti sorata, različite sredine (godine, lokaliteti), različito rangiraju genotipove, za prinos zrna, na primer, što se mora uzeti u obzir pri formiranju oplemenjivačkih programa (Weber and Wricke, 1990).

Cilj ovog rada je bio, da ukaže na značaj pravilne rejonizacije, problematici, kojoj do danas, kod nas, nije posvećena dovoljna pažnja.

Značaj rejonizacije

Postoji više značajnih kriterijuma, o kojima se mora voditi računa, pre rejonizacije sorata. Oni su specifični za svaku biljnu vrstu, te ćemo mi navesti nekoliko važnijih, koji se odnose na kukuruz. Najpre, to je ekonomski interes. U

zemljama gde se kukuruz skladišti u silosima (u zrnu), gaje se hibridi kraće vegetacije, sa nižim udelom vlage u zrnu pri berbi, kako bi se izbegli ili značajno smanjili, troškovi sušenja, npr. susedna Mađarska, bez obzira što agrokološki uslovi dozvoljavaju i gajenje hibrida duže vegetacije. Kod nas je ovaj kriterijum trenutno od manjeg značaja jer se oko 80% roda skladišti u klipu i prirodno suši. Ekonomski interes presudan je i pri izboru hibrida (kraćeg vegetacionog perioda), na površinama gde se posle berbe kukuruza, zbog poštovanja optimalnih rokova setve, planira setva pšenice. Ili, u zemljama koje imaju značajne površine pod silažnim kukuruzom (Nemačka, Francuska, Italija i dr.), osnovni kriterijum za izbor hibrida je svarljivost, ili šire kvalitet silaže, a ne prinos biomase. U okvirima ovako postavljenih ili sličnih zahteva, proizvođači su upućeni na izbor hibrida za svoje područje - rejonizacija, među onim selekcijama koje te zahteve ispunjavaju.

Dužina vegetacionog perioda, odnosno dinamika fenofaze razvoja biljke (sinhronizacija pojave muške i ženske cvasti, otpuštanje vlage iz zrna itd.), često su od presudnog značaja za rejonizaciju hibrida kukuruza. Kod nas dominiraju hibridi srednje kasne vegetacije (FAO grupa zrenja 600 - 700), u ravničarskim područjima, nadmorske visine do 300 m. Nažalost, ovi se hibridi gaje često i iznad 400 m nadmorske visine, gde normalno dozrevanje zrna može biti ugroženo pojavom ranijih mrazeva, ili nedovoljnom sumom temperatura tokom vegetacionog perioda. Predhodnih nekoliko godina uočava se tendencija povećanja površine pod ranijim sortama (FAO grupe zrenja 400 - 500) i u ravničarskim područjima, posebno na težim zemljištima ili peskovitim terenima, sa češćom pojavom zemljišne i vazdušne suše u kritičnim fazama razvoja biljke (cvetanje i nalivanje zrna).

Proizvodnja kukuruza u Srbiji odvija se na oko 1,2 miliona hektara (oko 70% pripada ravničarskim područjima, nadmorske visine do 300 m, a ostatak brdsko - planinskim terenima do 700 m nadmorske visine). Analizirajući važnije činioce prirodnih uslova za gajenje kukuruza (temperatura, padavine, zemljište), Trifunović (1965) navodi četiri različita proizvodna rejona kukuruza na teritoriji tadašnje Jugoslavije, od kojih tri obuhvataju sadašnju teritoriju Srbije. Rangirani po intenzitetu proizvodnje, prvi rejon obuhvata zapadni deo Vojvodine, drugi: istočni deo Vojvodine, Pomoravlje, Mačvu i Stig, treći: centralni, istočni i južni brdski i pretplaninski deo užeg područja Srbije i Kosmet. Rosić i Bajić (1989) ističu pet osnovnih rejona proizvodnje kukuruza (od ravničarskih do 300 m nadmorske visine, pogodnih za gajenje srednje kasnih i kasnih hibrida, do planinskih 600 - 700 m nadmorske visine, namenjenih vrlo ranim hibridima). U jednoj od najkompleksnijih studija o proizvodnim rejonima u nas, Stojković (1972) definiše 10 rejona ratarske proizvodnje na teritoriji Vojvodine (tri u Bačkoj, četiri u Banatu i tri u Sremu), na osnovu skupa različitih klimatskih i zemljišnih karakteristika, kao i strukture iskorišćavanja zemljišta. Na osnovu prosečnih, višegodišnjih prinosa kukuruza Stojković i sar. (2001) izdvajaju pet rejona u Srbiji, od kojih svaki uključuje više, geografski različitih lokaliteta (od istočne i južne Srbije do severne Bačke).

Iz praktičnih razloga, rejonizacija ne podrazumeva i mikro-lokalitete, ali bi svakako, sledeći pre svega klimatske i zemljišne uslove kao najznačajnije (Stojković, 1972), trebalo definisati osnovne rejone gajenja (ne samo kukuruza), bez obzira na njihov geografski položaj. To je osnovni preduslov racionalnog iskorišćavanja genotipova, ali i postojećih prirodnih resursa.

Materijal i metod rada

U cilju ilustracije značaja rejonizacije hibrida kukuruza, poslužit ćemo se rezultatima dve grupe ogleda. Prvi primer, koristi deo rezultata tzv. postkomisijskih ogleda Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. Ogledi su izvedeni tokom 2005. godine na sedam lokaliteta (Tab.1). U ogledima (FAO grupe zrenja 600), bilo je zasejano 20 hibrida, u tri ponavljanja, pri gustini useva od 55000 bilj/ha. Svako ponavljanje sastojalo se od 4 reda (50 biljaka u redu), od kojih su dva srednja služila za određivanje prinosa zrna i drugih svojstava. Ogledi su sejani mašinski i brani kombajnom, uključujući sve biljke sa oba reda svakog ponavljanja. U ovom radu biće prikazani uporedni rezultati, po lokalitetima, za prinos zrna (t/ha sa 14% vlage), dva komercijalna hibrida NS 640 i Zenit.

Drugi primer odnosi se na rezultate komercijalnih hibrida vodećih semenskih kompanija u kukuruznom pojasu SAD, 1990 godine. Hibridi će biti označeni pod šiframa (H1 do H5), odnosno prikazaćemo samo rezultate za pet (od 35 ispitivanih hibrida), na osnovu njihovog ranga prosečnih prinosa (t/ha sa 15,5% vlage) na 16 lokaliteta kukuruznog pojasa Amerike. Istovremeno, prikazaćemo prosečne prinose i rang ovih hibrida u tri različita dela kukuruznog pojasa: centralni (6 lokaliteta), istočni (pet lokaliteta) i zapadni (pet lokaliteta). Metodom ortogonalnih polinoma (Edwards, 1979) izračunat je linearni i kvadratni efekat za prinos zrna pet odabranih hibrida u tri navedena dela kukuruznog pojasa Amerike.

Rezultati i diskusija

Prosečan prinos zrna NS hibrida kukuruza FAO grupe zrenja 600 u postkomisijskim ogledima 2005. godine, iznosio je 12,2 t/ha (Tab.1). Najveći prinos ostvaren je na lokalitetu Rimski Šančevi (14,0 t/ha), a najmanji u Zaječaru (9,9 t/ha). Četiri lokaliteta ostvarila su jednak ili veći prosečan prinos zrna od opšteg proseka (12,2 t/ha; Rimski Šančevi, Kikinda, Srbobran i Sremska Mitrovica), dok je u preostala tri lokaliteta (Pančevo, Sombor i Zaječar) zabeležen niži prosečan prinos od 12,2 t/ha.

Tab. 1. Prinos zrna (t/ha) NS hibrida kukuruza (FAO grupe zrenja 600) sa 7 lokaliteta u 2005. godini

Tab. 1 Grain yield (t/ha) of NS maize hybrids (FAO maturity group 600) at 7 locations in 2005.

Rang lokaliteta <i>Rank of location</i>	Lokalitet <i>Location</i>	Prosek 20 hibrida <i>Mean of 20 hybrids</i>	NS 640	ZENIT
1.	Rimski Šančevi	14,0	14,3	14,9
2.	Kikinda	13,4	14,0	13,1
3.	Srbobran	13,2	13,4	14,2
4.	Sr. Mitrovica	12,2	11,7	11,4
Prosek (1-4) - <i>Mean</i>		13,2	13,3	13,4
5.	Pančevo	12,0	12,5	12,8
6.	Sombor	10,5	11,2	11,5
7.	Zaječar	9,9	9,3	10,5
Prosek (5-7) - <i>Mean</i>		10,8	11,0	11,6
Prosek (1-7) - <i>Mean</i>		12,2	12,3	12,6

Dva odabrana (od 20 ispitivanih) NS hibrida imala su približno podjednak prosečan prinos (NS 640: 13,3 t/ha; Zenit: 13,4 t/ha) u lokalitetima (rang 1 do 4, Tab.1) sa jednakim ili većim prinosima od opšteg proseka. Međutim, pojedinačni rezultati jasno ističu prednost NS 640 u odnosu na Zenit u lokalitetima Kikinda i Sremska Mitrovica, i Zenita, u lokalitetima Rimski Šančevi i Srbobran. Dobijeni rezultati za lokalitete sa nižim prosečnim prinosima od 12,2 t/ha (Pančevo, Sombor, a posebno Zaječar), ukazuju na prednost hibrida Zenit. I višegodišnji rezultati u proizvodnji potvrđuju vrednost hibrida Zenit (stabilan prinos, tolerantnost prema suši i poleganju) u manje povoljnim agroekološkim uslovima (godinama, lokalitetima) za proizvodnju kukuruza.

Drugi primer, koji takođe ukazuje na značaj pravilne rejonizacije kukuruza, odnosi se na rezultate pet (od 35 testiranih) komercijalnih hibrida pune vegetacije u kukuruznom pojasu Amerike 1990. godine. Najveći prosečan prinos svih ispitivanih hibrida (11,56 t/ha) i pet odabranih (12,01 t/ha) na osnovu ranga na 16 lokaliteta, ostvaren je na pet lokaliteta u zapadnom delu kukuruznog pojasa (Tab. 2). Najmanji prosečni prinosi zabeleženi su u 6 lokaliteta centralnog dela kukuruznog pojasa (9,75 t/ha za svih 35 hibrida i 10,52 t/ha za pet najrodnijih na svih 16 lokaliteta). Na signifikantne razlike u prosečnim prinosima pet odabranih hibrida (H1 do H5) između tri dela kukuruznog pojasa, ukazuje i signifikantna vrednost ($p < 0.01$) F testa za kvadratni efekat ($F = 18,97^{**}$) uz, istovremeno, nesignifikantan linearni efekat ($F = 2,1^{ns}$) i značajnu pouzdanost modela ($R^2 = 0,73^{**}$; Tab.2). Različito rangiranje (istih) hibrida u različitim delovima kukuruznog pojasa, ukazuje na prisustvo interakcije hibrid x lokalitet, a time i na značaj rejonizacije. Ukoliko bi smo preporuku hibrida vršili na osnovu ranga prosečnih vrednosti (svih 16 lokaliteta), u sličnim agroekološkim uslovima, rangovi bi bili identični samo za H1 i H3 u istočnom delu kukuruznog pojasa. Ili, H3, najrodniji u centralnom delu kukuruznog pojasa (treći po rangu na 16 lokaliteta i pet lokaliteta istočnog dela), bio je tek 24 po rangu prinosa na pet lokaliteta zapadnog dela kukuruznog pojasa. Zbog ovakvih (i sličnih) rezultata, već decenijama, farmeri u SAD prihvataju preporuke semenskih kompanija i gaje one hibride koji odgovaraju njihovim uslovima proizvodnje.

Prinos zrna, kao najvažnije ekonomsko svojstvo, svakako je (kao i u predhodna dva primera), presudan kriterijum za rejonizaciju hibrida, ali se ne može posmatrati izolovano od drugih svojstava biljke, značajnih za njenu adaptabilnost. Zbog toga je neophodno pratiti i proučavati i druge morfološke i fiziološke karakteristike (Barry and Geng, 1990), zajedno sa osnovnim (ekonomskim) osobinama. Neka od ovih svojstava (nedovoljna otpornost prema poleganju, na primer), u rejonima sa izraženim vetrovima (istočni Banat), mogu biti limitirajući faktor u proizvodnji, bez obzira na genetički potencijal rodnosti hibrida. Zbog toga, sam proces rejonizacije postojećih selekcija, a posebno programe oplemenjivanja i testiranja hibrida, treba razumeti kao dinamični koncept, sa genotipom koji ima stabilne performanse, koje (specifično) korespondiraju sa odgovarajućim uslovima sredine (Kang, 1990). Ovo je od velikog značaja za samu rejonizaciju, koja u osnovi ima predikcioni karakter, i podrazumeva preporuku hibrida, na osnovu poznavanja njihovih genetičkih karakteristika i agroekoloških uslova rejona. Detaljnije će o rezultatima i preporuci NS hibrida kukuruza za pojedine rejone gajenja biti reči u drugim radovima u okviru ovog Zbornika.

Tab. 2 Prinos zrna (t/ha) komercijalnih hibrida (pet od 35 testiranih) kukuruza u različitim delovima kukuruznog pojasa SAD (1990)

Tab. 2 Grain yield (t/ha) of commercial maize hybrids (five of 35 tested) evaluated at different regions of American cornbelt in 1990

Hibrid Hybrid	16 lokaliteta (ukupno) 16 locations (Total)		6 lokaliteta (centralni deo) 6 locations (central cornbelt)		5 lokaliteta (istočni deo) 5 locations (eastern cornbelt)		5 lokaliteta (zapadni deo) 5 locations (western cornbelt)	
	Prinos Yield	Rang Rank	Prinos Yield	Rang Rank	Prinos Yield	Rang Rank	Prinos Yield	Rang Rank
H1	11,31	1	10,62	2	11,44	1	12,06	5
H2	11,19	2	10,19	10	10,50	12	13,00	1
H3	11,12	3	11,00	1	11,06	3	11,37	24
H4	11,06	4	10,56	3	10,87	5	11,75	14
H5	11,00	5	10,25	9	11,12	2	11,87	10
Prosek - Mean	11,14		10,52		11,00		12,01	
Polinomni (F) test Polynomial (F) test	Linearni 2.10ns; Kvadratni 18.97**; R2=0.73** Linear; Quadratic							
Prosek - Mean (35 hibrida) (35 hybrids)	10,50		9,75		10,25		11,56	

**, P<0.01

ns, P>0.05

Za razliku od većine razvijenih zemalja, značajnih proizvođača kukuruza, kod nas je problem rejonizacije samo delimično rešen. Trebalo bi, definitivno, napustiti koncept "najboljeg", "univerzalnog" hibrida i sistematski prići rejonizaciji, što je zajednički posao i oplemenjivača i proizvođača. Ako rezultate ogle-da, srazmerno uporedimo (umanjimo) sa prinosima koji se postižu u proiz-vodnji, jasno je, da se godišnje, zbog nepravilne rejonizacije izgubi najmanje 10% roda kukuruza u našoj zemlji.

Zaključak

Biološka osnova rejonizacije zasniva se na specifičnoj interakciji genotip x sredina, koja je kompleksna i predstavlja predmet interesovanja nauke i prakse već decenijama. Prikazani rezultati za prinos zrna komercijalnih hibrida kuku-ruza u našoj zemlji i kukuruznom pojasu Amerike, pokazuju da različiti lokaliteti, različito rangiraju (iste) ispitivane genotipove. U cilju optimalnog iskorišćavanja genotipa i prirodnih resursa, trebalo bi sistematski prići rejonizaciji hibrida, što je zajednički posao i oplemenjivača i proizvođača.

Literatura

- Barry, T.A., Geng, S., 1990: A simulation approach to analyze and interpret genetic-environmental interaction. In: Kang, M.S. (ed.) Genotype-by-environment interaction and plant breeding. Louisiana St. University, Agricultural Center, 94-107.
- Comstock, R.E., Moll, R.H., 1963: Genotype-environment interaction. In: Statistical genetics and plant breeding. NAS NRC, 982, 164-196.

- Edwards, A.L., 1979: Multiple regression and the analysis of variance and covariance (117-151). W.H. Freeman and Co., San Francisco USA.
- Kang, M.S., 1990: Understanding and utilization of genotype-by-environment interaction in plant breeding. In: Kang, M.S. (ed.) Genotype-by-environment interaction and plant breeding, Louisiana St. University, Agricultural Center, 52-68.
- Konstantinov, K., Dumanović, J., Marinković, D., Denić, M., Mladenović-Drinić, S., Jelovac, D., 2004: Rečnik genetike i biotehnologije, Beograd, 236.
- Rosić, K., Bajić, N., 1989: Kukuruz, Ratarstvo-Proizvodnja ratarskih biljaka. Agronomski fakultet-Čačak, 170-210.
- Stojaković, M., Bekavac, G., Simić, Dragica, Popov, R., Bogdanović, B., 2001: Rejonizacija NS hibrida kukuruza na osnovu prinosa zrna u makroogledima u periodu 1997-2000 godine. Zbornik referata Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 35, 11-19.
- Stojković, L., 1972: Proizvodni rejoni Vojvodine. Zemljišta Vojvodine, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad, IV, 513-571.
- Trifunović, V., 1965: Prirodni uslovi za proizvodnju kukuruza. Kukuruz, Zadužna knjiga, 191-204.
- Weber, W.E., Wricke, G., 1990: Genotype-environment interaction its implications in plant breeding. In: Kang, M.S. (ed.) Genotype-by-environment interaction and plant breeding. Louisiana St. university, Agricultural Center, 1-19.

REGIONAL DISTRIBUTION OF MAIZE HYBRIDS

Ivanović Mile, Nastasić Aleksandra, Stojaković Milisav, Jocković Đorđe

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

Summary: The objective of this study was to emphasize importance of regional distribution of maize hybrids, relative to the optimal genotype and natural resources utilization. We used the results of the post-official trials of NS hybrids evaluated at 7 location in 2005., and the results of commercial US-hybrids evaluated at 16 locations in American cornbelt in 1990. The environments with quite different yielding capacities demonstrated different rankings of the same tested hybrids for grain yield, indicating economically important aspect of regional distribution of maize hybrids.

Key words: maize, hybrid, regional distribution, polynomial regression.