

OPLEMENJIVANJE KUKURUZA U INSTITUTU ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO: DANAS I SUTRA

Dorđe Jocković, Goran Bekavac, Božana Purar, Aleksandra Nastasić, Milisav Stojaković, Mile Ivanović, Dragana Latković, Jan Bočanski

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: Oplemenjivanje kukuruza se radi na naučnim osnovama već više od sto godina. U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu na oplemenjivanju kukuruza radi se od 1938. godine. Smatra se da je genetička varijabilnost biljke kukuruza dovoljna da omogući kontinuirani napredak u oplemenjivanju u narednom periodu. Pored genetičke varijabilnosti, najnovija saznanja i metode biotehnologije doprinose kontinuiranom napretku u oplemenjivanju kukuruza. Sve što važi generalno za oplemenjivanje kukuruza u svetu, važi i za oplemenjivanje kukuruza u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Do sada je u Institutu stvoreno 212 hibrida različitih grupa zrenja. Najzastupljeniji hibrid u Srbiji je NS 640. Najveći prinos od 18.640 kg/ha dao je NS 6010. Institut je prvi na ovim prostorima stvorio hibrid NS 444 ultra tolerantan na herbicid Focus ultra. Raspoloživa varijabilnot i savremene metode oplemenjivanja obezbeđuju neophodne uslove za dalji progres oplemenjivanja kukuruza kako u svetu tako i kod nas.

Ključne reči: biotehnologija, kukuruz, prinos, oplemenjivanje, varijabilnost

Uvod

Kukuruz je poreklom iz Amerike, a u Srbiji se gaji od 16. veka. Zahvaljujući svojim osobinama veoma je brzo postao vodeća ratarska biljka. Oplemenjivanje kukuruza se radi na naučnim osnovama već više od sto godina. Osnove današnjeg oplemenjivanja samooplođnjom, stvaranje inbred linija i kasnije njihovo ukrštanje u cilju stvaranja hibrida postavili su: East 1908, Shull 1909. i Jones 1918. U početku kod nas su se gajile populacije, a kasnije sorte, uglavnom poreklom iz Amerike. Početkom XX veka takođe iz Amerike Rumsko vlastelinstvo uvezlo je sorte Golden Mine i Queen of Prerie. Iz potomstva ukrštanja ovih sorti i do tada u našim rejonima gajenim tvrdućima Flajšman je između 1903. i 1918. godine stvorio sortu Rumski zlatni zuban (Trifunović, 1986). U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu na oplemenjivanju kukuruza radi se od 1938. godine. NS hibridi kukuruza u poslednjoj deceniji zauzimaju najveće površine u Srbiji. Ovo je od izuzetnog značaja posebno kada se ima u vidu izuzetna konkurencija. Danas su u Srbiji prisutne sve svetski poznate multinacionalne kompanije koje ulažu ogromna finansijska sredstva u oplemenjivanje kukuruza. Na stotine vrhunskih naučnika širom sveta, a posebno u Americi, radi na stvaranju novih, boljih hibrida kukuruza.

Cilj rada je da se ukaže na oplemenjivanje kukuruza danas i sutra, kako u svetu tako i u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Oplemenjivanje

kukuruza danas, a pogotovo sutra kompleksna je materija i stoga će biti reči samo o oplemenjivanju na ona svojstva koja će pogotovu sutra biti od posebnog značaja.

Oplemenjivanje na prinos

Prinos i kvalitet zrna su najvažnija svojstva zbog kojih se kukuruz i gaji. Oplemenjivanje kukuruza na prinos utemeljeno je na iskorišćavanju heterozisa (Schwarc i Laugner, 1969). Iznalaženje heterotičnih parova je osnovni cilj iskorišćavanja genetičke varijabilnosti. Iako u svetu postoji 12 heterotičnih grupa u umerenom klimatskom pojasu najčešće se koristi par Stiff Stalk x Lancaster (Goodman, 1984, Stojaković i sar., 2004). Intenzivnim radom na oplemenjivanju kukuruza stvoreni su visokoprinosni hibridi raznih grupa zrenja koji su doprineli permanentnom povećanju prinosa. Smatra se da je oko 60% povećanja prinosa rezultat oplemenjivanja dok je ostalih 40% rezultat novih tehnoloških rešenja i edukacije proizvođača (Duvick, 1977). Dalje povećanje prinosa kukuruza iziskuje povećanje genetičkog potencijala rodnosti novih hibrida kao i poboljšanje tehnologije gajenja (Kojić i Ivanović, 1986; Vasic et al., 2001).

Genetički potencijal za prinos današnjih hibrida kukuruza je i do 25 t/ha. Najveći prinos u proizvodnji od 18.640 kg/ha od NS hibrida kukuruza dao je hibrid NS 6010 na imanju Miće Vujevića iz sela Amajlije kod Bijeljine 2005. Pored povećanja genetičkog potencijala prinosa, treba kontinuirano povećavati genotipsku sposobnost za iskorišćavanje genetičkog potencijala za prinos (Vasić et al., 2001b, Vasić et al., 2001c). Za dalji napredak u oplemenjivanju potrebna je i dovoljna genetička varijabilnost raspoloživog materijala. Potencijal genotipskih kombinacija biljke kukuruza sa 10.000 gena i dva alela u svakom lokusu je 310.000 ili 163 i 4.769 nula. Procenjuje se da se godišnje u svetu gaji oko 3.3 x 10¹⁶ biljaka kukuruza. Pod pretpostvkom da je taj broj biljaka gajen u proteklih 10.000 godina njihov ukupni broj (3,3 x 10¹⁶) bio bi još uvek daleko od svih mogućih genotipskih kombinacija. Ovo pokazuje da raspoloživa genetička varijabilnost kukuruza obezbeđuje neiscrpan izvor kombinacija za milione godina koje dolaze (Zuber, 1982). Egzotična germplazma Severne i Južne Amerike veliki je rezervoar genetičke varijabilnosti. To je sirov materijal sa mnogo loših agronomskih osobina i potrebno je puno rada u pripremi takvog materijala za neposredno uključivanje u oplemenjivački program. U cilju akumulacije poželjnih gena u početnu populaciju primenjuju se razne metode rekurentne selekcije. Pozitivan uticaj rekurentne selekcije na dobijanje elitnih inbred linija je neosporan (Hallauer et al., 1988). Međutim, frekvencija dobijanja elitnih inbred linija je ekstremno niska i do danas ovaj fenomen nije razjašnjen. Osnovni problem u oplemenjivanju kukuruza je relativno uska genetička osnova gajenih hibrida. Od nekoliko stotina sorti kukuruza gajenih u Americi samo je njih nekoliko dalo značajan doprinos u stvaranju sadašnjih inbred linija. U osnovi dva tipa germplazme Reid Yellow Dent i Lancaster Surecrop su polazište za najveći deo oplemenjivačkih materijala u svetu. Samo 6 linija kukuruza čine osnovu gotovo čitave produkcije hibrida, a to su Lancaster linije: C103, Mo17, Oh43, i Reid linije B37, B73 i A632 (Kannenber, 1995). Iako bi se moglo očekivati da kontinuirani rad na već ionako uskoj genetičkoj osnovi dovodi do ograničavanja

napretka, još uvek nema jasnih podataka da se to dešava. Dva su osnovna razloga za to: 1. oplemenjivači kukuruza su još uvek u ranoj fazi pedigre selekcije, ne više od šest ciklusa (13,5 godina po ciklusu), i zbog toga još uvek postoji dovoljna varijabilnost za oplemenjivački progres (Duvick, 1977). 2. veliki pokušaj i oplemenjivački napor, kao rezultat značajnog povećanja broja oplemenjivača i napretka u tehnologiji od 1980. omogućio je kontinuirani progres, iako se genetička varijabilnost smanjuje u komercijalnoj germplazmi (Kannenberg, 1995). Pored toga, ima mišljenja da se, bilo zasnovano na Mendelovskoj genetici ili nekim drugim, do sada još nepoznatim mehanizmima može kontinuirano restaurirati genetička varijabilnost. Za to je najbolji primer kontinuirani uspeh u selekciji na sadržaj ulja i proteina u Illinoisu. Long-term selekcionim izučavanjima je ustanovljeno da genetička varijabilnost još uvek nije limitirajući faktor za dalje povećanje ili pak smanjenje sadržaja ulja i proteina u znu kukuruza. Ustanovljene su promene u inbred linijama koje su održavane u različitim stanicama. To je podstaklo na razmišljanja da li inbreeding u kukuruzu, prirodno stranooplodnoj biljci, aktivira neki nasledni mehanizam koji restaurira heterozigotnost. Mogući agensi za to mogli bi biti *transposable* elementi i/ili nejednaki krosingoveri DNA, moguće u vezi sa genetičkim regulatorima i/ili strukturalnim sistemima, ili drugim genetičkim slučajevima, poznati ili ne koji se pojavljuju na molekularnom nivou (Grogan i Francis, 1972).

Glavni problem u oplemenjivanju je smanjenje broja testiranih potomstava, a povećanje efikasnosti selekcije. Za to su potrebna nova saznanja i nove tehnike stvaranja inbred linija i testiranja hibrida. Interakcija genotip x spoljna sredina, osnovna nepoznanica, iziskuje testiranje na više lokaliteta u više godina, a to poskupljuje i usporava oplemenjivanje.

Broj biljaka po jedinici površine je najvažnija komponenta prinosa. Danas, a pogotovo u buduće povećavaće se broj biljaka po jedinici površine. U takvim uslovima posebno su bitne osobine otpornost na poleganje i lom stabla i poleganje iz korena. NS hibridi kukuruza i danas, a posebno ubuduće, moći će da odgovore takvim zahtevima. Pored toga, povećanje broja biljaka po jedinici površine iziskuje i promenu arhitekture biljke. U tom smislu NS hibrid kukuruza biće sa nižim biljkama, nižim klipom i erektofilnim listovima. Pored pozitivnog uticaja na prinos, ove osobine omogućiće bržu i efikasniju berbu ili žetvu.

Stabilnost prinosa zrna kukuruza

Prinosi gajenih biljaka na otvorenom, zavisno od uslova, variraju više ili manje iz godine u godinu. Interakcija genotip x godina je često najveća interakcija koja utiče na prinos kukuruza. Iz tih razloga se ogledi za ocenjivanje prinosa i izvode u više godina. Cilj oplemenjivanja je stvaranje hibrida kukuruza koji će iz godine u godinu što manje oscilirati u prinosu (Jocković i sar., 1995; Simić i sar., 1998). Najbolji primer izuzetne stabilnosti prinosa je hibrid NS 640, najrašireniji hibrid u poslednjoj deceniji. To je hibrid koji je i u ekstremno sušnim, kakve su bile 2000. i 2007. i u povoljnim kakve su bile 2005. i 2006. godina bio među najboljima. Iz tih razloga je upravo i omiljen među proizvođačima. No isto tako treba reći da takvi genotipovi ne mogu dati rekordne prinose i zato nije čudo što rekorde među NS hibridima drži hibrid NS 6010, a ne

NS 640. U narednom periodu kako u svetu tako i u Institutu posebna pažnja biće usmerena na stvaranje tolerantnijih hibrida prema stresu u cilju povećanja stabilnosti prinosa.

Otpornost prema bolestima

Kukuruz je izložen napadu mnogobrojnih parazitskih vrsta, ali su za Srbiju od ekonomskog značaja: Pegavost lista (*Helminthosporium turcicum* Pass.), *Fusarium* spp., virus mozaične kržljivosti kukuruza (MDMV). Ističu se samo oni protiv kojih je teže stvoriti otporne genotipove.

Trulež stabla (*Fusarium* spp.) prouzrokuju mnogobrojni mikroorganizmi, mnoge vrste jednog roda, različiti genotipovi iste vrste, prisutna je interakcija prouzrokovala, poligeno se nasleđuje, a značajan je uticaj stresa i drugih faktora na pojavu ovog oboljenja (Penčić i Lević, 1994, Nastasić i sar., 2001). Metode veštačkog zaražavanja stabla su destruktivne i nisu analogne prirodnim zarazama. Rezultati ocenjivanja prirodne i veštačke zaraze stabla (*F. graminearum*) nisu u pozitivnoj korelaciji. Zbog svega navedenog oplemenjivanje kukuruza na otpornost prema truleži stabla teže je i složenije u odnosu na oplemenjivanje prema bolestima lista. Oplemenjivanje prema truleži klipa i zrna, pegavosti lista, virusima, truleži korena i klijanaca, itd. takođe je sastavni deo programa NS oplemenjivanja kukuruza.

Virusi predstavljaju najveću pretnju. Srodnici kukuruza imaće sve veću ulogu kao izvori rezistentnosti prema bolestima. Tako na primer, pre otkrića da *Zea diploperennis* (višegodišnja teozinta) ima imunitet prema virusu mozaične kržljivosti (MDMV) stvorene su linije sa različitim nivoom tolerantnosti prema ovome virusu, ali nije bilo imuniteta. Zahvaljujući relativno lakom ukrštanju teozinte sa kukuruzom, rezistentnost je inkorporirana u inbred linije kukuruza. Crvenilo na kukuruzu izaziva veliko interesovanje i stoga je u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo pokrenut program oplemenjivanja i stvaranja tolerantnih genotipova prema ovoj pojavi (Bekavac i sar., 2007). U narednom periodu oplemenjivači kukuruza treba da stvaraju populacije široke genetičke osnove otporne ili tolerantne prema ekonomski važnim bolestima, ne samo u našim oblastima već i u drugim regionima uzgoja kukuruza.

Otpornost prema herbicidima

Otpornost kukuruza prema herbicidima ocenjuje se na osnovu promena agronomskih i fiziološko-biohemijskih svojstava biljke. U periodu korišćenja herbicida grupe atrazina, mali broj genotipova kukuruza bio je osetljiv prema njima (Miržinski-Stefanović, 1975; Stefanović i Plesničar, 1976). Kod osetljivih genotipova kukuruza javlja se hloroza lista. Uvođenjem tzv. graminicida i njihovom kombinacijom sa triazinima, proučavanja otpornosti linija kukuruza postaju aktuelnija. Kod osetljivijih genotipova dolazi do uvrtanja i neotvaranja koleoptile, kao i pomeranja faze razvika klipa i metlice (Stefanović i Zarić, 1989). Primenom herbicida grupe sulfonilurea broj osetljivih linija se znatno povećao. Simptomi su izraženiji u poređenju sa simptomima koje prouzrokuju prethodne grupe herbicida. Osetljivi genotipovi zaostaju u porastu i deformišu se. Kod ovih

biljaka mladi listovi se naboraju ili se uviju u bič, a ponekad se na njima formiraju guke i zadebljanja. Ova istraživanja će biti i dalje aktuelna, s obzirom da se u primenu uvode selektivni herbicidi, agresivniji u odnosu na prethodne grupe, te da se stalno stvaraju novi genotipovi kukuruza čija otpornost nije poznata. Oplemenjivanje kukuruza na otpornost prema bolestima, štetočinama i delovanju herbicida biće i sa aspekta očuvanja zdrave životne sredine sve više podsticano (Ignjatović i sar., 1995). Oplemenjivački programi na kukuruзу u Institutu uključuju sve te bitne momente, a kao rezultat toga je nastao hibrid NS 444 ultra. To je prvi hibrid stvoren na ovim prostorima tolerantan prema herbicidu Focus ultra koji suzbija uskolisne korove. S obzirom da su divlji sirak i ostali uskolisni korovi najveći problem u proizvodnji kukuruza, stvaranje ovakvog hibrida ima poseban značaj.

Oplemenjivanje na otpornost prema stresu

Biološki stres se definiše kao spoljašnji faktor koji utiče na smanjenje prinosa u odnosu na maksimalan genetički potencijal (Salisbury i Marineous, 1985). Tolerantnost prema stresu definiše se kao kapacitet biljke da se bolje prilagodi biotičkim ili abiotičkim stresovima, kao što su suša, visoke i niske temperature, slana zemljišta, prisustvo toksičnih metala i drugo. Preduslov za stvaranje otpornih genotipova prema stresu je proučavanje fiziološke, biohemijske i molekularne osnove njihovih adaptivnih reakcija na stres. Jedan od pristupa rasvetljavanja molekularnih mehanizama otpornosti na stres je ispitivanje ekspresije gena u stresnim uslovima, sa ciljem identifikacije gena preko njihovih produkata - molekula RNK i proteina koji imaju adaptivni značaj. Tako identifikovani geni mogu se koristiti kao molekularni markeri u procesu selekcije ili bi se mogli izolovati i "ugrađivati" u genome neotpornih biljaka (Kovačević i sar., 1995). Upotrebom genetičkih markera - izoenzima i dobro definisanih genskih proba uz korišćenje fenomena RFLP, moguće je izvršiti identifikaciju genske osnove kukuruza, a upotrebom biohemijskih markera sadržaj prolina i aktivnosti nitrat-reduktaze u odgovarajućim tkivima kukuruza identifikuju se genotipovi tolerantni prema nepovoljnim uslovima gajenja. Na taj način se rešavaju brojni problemi u ovoj oblasti i dobijaju hibridi tolerantniji prema stresu.

Suša

Samo 10% površina pod gajenim biljkama u svetu nije izloženo stresnim uslovima. Od stresnih područja oko 26% je ugroženo sušom, a 15% niskim temperaturama (Christiansen, 1982). Suša i visoke temperature predstavljaju nekad periodičan, a svakako najčešći problem za svetsku biljnu proizvodnju (Maksimović i sar., 2001; Dragović i sar., 2003), što se rešava navodnjavanjem i stvaranjem tolerantnih hibrida prema suši. Prinosi merkantilnog kukuruza u navodnjavanju veći su od 15-30%, a semenskog i do 50%. U uslovima suše ovo povećanje prinosa može biti i veće (Maksimović i sar., 2004, 2004b). U uslovima suše biljke akumuliraju ABA (abscisinsku kiselinu) i tako se prilagođavaju stresnim uslovima (Davies i Jones, 1991; Videnović i sar., 1995). Oplemenjivanje na

tolerantnost prema suši možda je najveći izazov za oplemenjivače danas u cilju povećanja proizvodnje sutra, jer se u svetu navodnjava oko 250 miliona ha, što predstavlja tek 19% ukupne obradive površine. Sa tih površina obezbeđuje se 48% ukupne svetske proizvodnje hrane potrebne čovečanstvu (Vučić, 1991). *Stay-green* osobina ima poseban značaj u oplemenjivanju prema suši (Bekavac i sar., 2007). Iz tih razloga NS hibridi kukuruza sa izraženom ovom osobinom i daju dobre i stabilne prinose i u sušnim godinama.

Nove tehnologije u oplemenjivanju kukuruza

Osnovni ciljevi primene novih tehnologija u oplemenjivanju kukuruza su:

- 1) povećanje genetičkog polimorfizma početnog materijala,
- 2) identifikacija poželjnih alela, njihova akumulacija i praćenje u toku procesa oplemenjivanja,
- 3) identifikacija najboljih kombinacija i utvrđivanje doprinosa roditeljskih parova u ekspresiji željene osobine, pre svega visokog prinosa,
- 4) skraćivanje klasičnog procesa selekcije.

Od novih tehnologija primenjuju se:

1. kultura tkiva (omogućuje brzu vegetativnu propagaciju),
2. somatska embriogeneza omogućava stvaranje bezvirusnog materijala i selekciju mutanata,
3. somatska hibridizacija-putem fuzije protoplasta omogućuje interspecies i intergenus hibridizaciju i otvara mogućnost stvaranja potpuno novih genotipova.

Nove tehnologije stvaraju uslove za unapređenje postojećih i razvoj novih metoda u oplemenjivanju bilja (Konstantinov i sar., 1995). Osnovni preduslov za razvoj i primenu novih tehnologija je formiranje multidisciplinarnih timova istraživača. Poseban deo programa je korišćenje molekularnih genetičkih markera (proteini, genske probe) u stvaranju početnih populacija, linija i hibrida kukuruza sa poželjnim osobinama. Transformacijom genoma kukuruza unošenjem gena iz heterolognih sistema i stvaranjem transgenih linija koje su zadržale sve dobre osobine polaznog genotipa uz fiksaciju novih poželjnih osobina, omogućići će se novi napredak u oplemenjivanju kukuruza. Izuzetnu pažnju oplemenjivača u Novom Sadu privukli su radovi na zračenju semena u cilju poboljšanja semenskih kvaliteta (Marinković i sar., 2004, 2004b).

Zaključak

Iz svega iznetog jasno je da NS oplemenjivači kukuruza već danas moraju da rešavaju brojne izazove u cilju kontinuiranog progressa u stvaranju visokoprirodnih hibrida i hibrida za određene namene. S obzirom da su problemi stvaranja sve boljih hibrida kompleksni, jedino će multidisciplinarni pristup omogućiti njihovo rešavanje. Neophodna varijabilnost kukuruza kao biljne vrste dovoljna je da se, uz primenu konvencionalnih metoda i novih tehnologija, i u narednom periodu omogućiti kontinuirano povećanje prinosa. Novi NS hibridi kukuruza kao što su NS 4020, NS 4015, NS 444 ultra, NS 5043, NS 6030 i NS7016 koji tek treba da uđu u proizvodnju za NS oplemenjivače su prošlost.

Intenzivno se radi, uz primenu novih tehnologija, na stvaranju sve boljih hibrida. Dosadašnji rezultati NS oplemenjivanja i naponi koji se čine realna su osnova za dalji progres koji se već sutra očekuje.

Literatura

- Bekavac, G., Božana Purar, Stojaković, M., Jocković, Đ., Ivanović, M., Aleksandra Nastasić (2007): Genetic analysis of stay – green trait in broad-based maize populations.
- Bekavac, G., Božana Purar, Jocković, Đ. (2007): Corn reddening: The disease and breeding for resistance. *Journal of Plant Pathology*, Rim, 89 (3): 397-404.
- Christiansen, M. N. (1982): World environment limitations to food and fiber culture. In: *Breeding Plants for less favorable Environments*. Ed., Christiansen, M.N. and Lewis. C. F., Wiley Interscience, New Yourk.
- Davies, W. J. and H.G. Jones (1991): Eds, *Abscisic acid biochemistry and physiology*. Bios Sci. Oublishers, Oxford, UK.
- Dragović, S., Maksimović, Livija, Jocković, Đ. (2003): Značaj navodnjavanja unapređenju proizvodnje kukuruza u Srbiji. *Vodoprivreda*, Br. 201-202, God. 35 (2003/1-2), 111-120.
- Duvick, D. N. (1977): Genetic rates of gain in Hybrid Maize Yields During the past 40 Years. *Maydica*, 22: 187-196.
- Easst, E. M. (1908): Inbreeding in corn. *Connecticut Agric. Exp. Stn. Rep.* 1907. pp. 419-28.
- Goodman, M. M. (1984): Evaluation of egzotics. 20th An.III.Corn Breeding school. Urbana, March 6-8, p: 85-100.
- Grogan, C. O. and C. A. Francis (1972): Heterosis in inbred source crosses of maize. *Crop Sci.*12: 729-730.
- Hallauer, A.R., W.A.Russell and K.R. Lamkey (1988): Corn breeding. In *Sprague G.F, Dudley J. W. (eds) Corn and corn improvement*, 3rd ed. *Agronomy Monograph 18*. Am Soc. Agron, Madison, WI, pp. 463-564.
- Ignjatović, D., K. Mirković, D. Ivanović, S. Stojkov, B. Tadić, L. Stefanović i D. Kovačević (1995): Primena metoda elektroforeze u proučavanju otpornosti kukuruza prema parazitima i herbicidima. Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza. 50 godina Instituta za kukuruz "Zemun-Polje", 28-29 septembar, Beograd, 61-72.
- Jocković, Đ., Stojaković, M., Bekavac, G., Purar Božana, Popov, R., Vasić, N. (1995): Grain Yield Stability of Maize (*Zea mays* L.) Hybrids of Different Maturity Groups. *J. Sci. Agric. Research*, Vol. 56, No 202, 3-12.
- Jones, D. F. (1918): The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. *Connecticut Agric. Exp. Stn. Bull.* 207: 5-100.
- Kannenbergh, L. W. (1995): Diversification of the Short-season Maize Germplasm Base. Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza. 50 godina Instituta za kukuruz "Zemun-Polje", 28- 29 septembar, Beograd: 105-120.
- Kojić, L. i M. Ivanović (1986): Dugoročni programi oplemenjivanja kukuruza. Genetika i oplemenjivanje kukuruza - Dostignuća i nove mogućnosti. Beograd, 11.XII. 57-75
- Konstantinov, K. S. Mladenović-Drinić, G. Saratlić, i V. Hadžitašković – Šukalović (1995): Doprinos novih tehnologija u oplemenjivanju kukuruza. Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza. 50 godina instituta za kukuruz "Zemun-Polje", 28-29 septembar, Beograd: 43-60.
- Kovačević, D., Vesna Lazić-Jančić i S.A. Quarrie (1995): Molekularne osnove otpornosti kukuruza prema stresu. Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza. 50 godina instituta za kukuruz "Zemun-Polje", 28-29 septembar, Beograd: 259-265.
- Marinković, B. Grujić, M. Crnobarac, J., Jaćimović, G., Jocković, Đ., Rajić, M. (2004): Possibility of resonant impuls electromagnetic stimulation (RIES) in increase of corn yield. *International Conference on Sustainable Agriculture and European Integration Processes*, September 14-24, Novi Sad, 80.

- Marinković, B., Shaler, H. J., Crnobarac, J., Gota, F., Jocković, Đ., Jaćimović, G., Marinković, D., Rajić, M. (2004b): Applying fast electrons in seed disinfection, and extremely low frequencies electromagnetic field in corn yield increase. 22nd International Symposium on biophysics. Sv Stefan & Belgrade, 09-13th October.
- Maksimović, Livija, Dragović, S., Jocković, Đ., Stojaković, M. (2001): Potencijal rodnosti NS-hibrida kukuruza u uslovima navodnjavanja. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, Sv. 35, 415-424.
- Maksimović, Livija, Jocković, Đ., Dragović, S. (2004): Gajenje kukuruza u navodnjavanju – značajan činilac unapređenja i stabilnosti proizvodnje. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, Sv. 40, 257-268.
- Maksimović, Livija, Dragović, S., Jocković, Đ. (2004b): Proizvodnjom novosadskih hibrida kukuruza do visokih prinosa i stabilne biljne proizvodnje. Zbornik apstrakta naučno-stručnog savjetovanja agronoma Republike Srpske "Proizvodnja hrane u uslovima otvorenog tržišta", Polj. fak. Banja Luka, Polj. fak. Srpsko Sarajevo, Poljoprivredni institut Banja Luka, Društvo agronoma RS, Teslić, 86-87.
- Miržinski-Stefanović, L. (1975): Dejstvo triazinskih herbicida i afalona na neke morfološke osobine biljke kukuruza. Zbornik radova sa II jug. Savetovanja o borbi protiv korova, 453-460.
- Nastasić Aleksandra, M. Stojaković, Đ. Jocković, G. Bekavac, N. Vasić and Z. Petrović (2001): Effect of S1 recurrent selection on the occurrence of stalk, ear and root rot (*Fusarium graminearum*) in the synthetic corn population NSB. Genetika, Vol.32, No. 2, 181-188.
- Penčić, V. i J. Lević (1994): Pregled identifikovanih gljiva na semenu i zrnu kukuruza u Jugoslaviji. Selekcija i semenarstvo 1: 73-177.
- Salisbury, F.B. and N.G. Marineous (1985): In: Encyclopedia of plant physiology 11, pp. 707 (R. P. Pharis, D. M. Reid, eds.) Heidelberg Springer.
- Schwarc, D. and W.J. Laugner (1969): A molecular basis for heterosis. Science 169: 626.
- Simić Dragica, Božana Purar, Jocković, Đ., Bekavac, G., Popov, R. (1998): Stabilnost prinosa zrna hibrida kukuruza FAO 100 – FAO 300 grupe zrenja. Selekcija i semenarstvo, broj 1-2, 79-84.
- Stefanović, L. i M. Plesničar (1976): Delovanje atrazina na fotosintezu nekih linija i hibrida kukuruza. Acta Bot. Croat. 5: 77-85.
- Stefanović, L. i Lj. Zarić (1989): Uticaj herbicida na rasteenje, razviće i prinosa nekih linija kukuruza. Fragmenta Herbologica Jugoslavica 18 (1): 65-67.
- Stojaković, M., Jocković, Đ. (2004): Improvement of the Mo17 family of the Lancaster heterotic group of maize. Cereal Research Communications, Vol.32, No. 2: 32-37.
- Shull, G. H. (1908): A pure line method of corn breeding. Am. breeders Assoc. Rep. 5: 51-59.
- Trifunović, V. (1986): Četrdeset godina moderne selekcije kukuruza u Jugoslaviji. Dostignuća i nove mogućnosti. Beograd. 5-46.
- Vasić, N., Đ. Jocković, M. Ivanović, L. Peterneli, M. Stojaković, G. Bekavac (2001): Genetic analysis of quantitative traits in synthetic population 316PO2 of maize (*Zea mays* L.). Cereal Research Communication, Vol. 29, No. 1-2, 77-84.
- Vasić, N., M. Ivanović, L.A. Peternelli, Đ. Jocković, M. Stojaković, and J. Boćanski (2001b): Genetic relationships between grain yield and yield components in a synthetic maize population and their implications in selection. Acta Agronomica Hungarica. 49 (4), pp. 337-342.
- Vasić, N., Đ. Jocković, J. Boćanski, G. Bekavac, Z. Petrović, M. Ivanović, I. Peternelli (2001c): Correlation coefficients and selection indices in a synthetic maize population. Izvestija. "Agrarni i veterinarsko-medicinske nauke, Union of Scientists-Rousse, Bulgaria. NO. 3, 1/2001, 11-13.
- Videnović, Ž., M. Vesković, Lidija Stefanović, Ž. Jovanović i Z. Dumanović (1995): Razvoj tehnologije gajenja kukuruza u Jugoslaviji. Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza. 50 godina instituta za kukuruz "Zemun-Polje", 28-29 septembar, Beograd. 163-175.

- Vučić, N. (1991): Navodnjavanje je budućnost poljoprivrede. Jugoslovenski seminar: Navodnjavanje kao činilac razvoja individualnog sektora u poljoprivredi Jugoslavije. Novi Sad.
- Zuber, S. M. (1982): Challenges for maize breeders-Today's Challenges for increased Maize production tomorrow. 37th Annual Corn & Sorghum Research Conference. 88-101.

MAIZE BREEDING AT INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLE CROPS: TODAY AND TOMOROW

Đorđe Jocković, Goran Bekavac, Božana Purar, Aleksandra Nastasić, Milisav Stojaković, Mile Ivanović, Dragana Latković, Jan Bočanski

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

Summary: Maize is the first crop in the world concerning total production in tons per year. Big money and many scientific workers are working in maize breeding. Millions of new hybrid combinations are tested every year in order to find the best new hybrids. In spite of that, current hybrids have a pretty narrow genetic basis. The main goal in maize breeding is to create a new high yielding hybrid with good adaptability and yield stability. For that, a modern maize hybrid has to possess genes for tolerance against stress (drought and high temperatures), diseases and pest. Another target in maize breeding is to create a new way of testing and to make testing new hybrid combinations more rapid and efficient and less expensive. Genetic variability in maize and conventional and modern techniques of biotechnology will provide enough capability to ensure continual progress in maize breeding. It means that we can expect even better maize hybrids in the future.

Key words: biotechnology, maize, yield, breeding, variability