

"Zbornik radova", Sveska 42, 2006.

Pregledni rad - Review

DOSTIGNUĆA U OPLEMENJIVANJU SIRKA METLAŠA

Berenji, J. Sikora, V.¹

Uvod

Gajene forme sirka među koje spadaju sirak metlaš, sirak za zrno, sirak šećerac (silažni sirak) i sudanska trava savremena sistematika svrstava u biljnu vrstu *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Berenji i Dahlberg, 2004). Agronomska podela gajenih formi sirka, bazirana na načinu korišćenja, sirak metlaš ubraja u industrijsko bilje a ostale sirkove među krmno bilje (Berenji i Mijavec, 1992).

Sirak metlaš se gaji radi metlica koje se koriste za izradu metli a seme, koje se u procesu prerade sirkovih metlica javlja kao sporedni proizvod, je kvalitetna stočna hrana (Berenji i Kišgeci, 1996). Srbija odnosno Vojvodina je jedan od najznačajnijih proizvođača sirka metlaša i sirkovih metli u Evropi, pa i u svetu. Više od 90% sirkovih metlica i metli se plasira na inostrano tržište. Sirak metlaš ima skromne zahteve prema uslovima spoljne sredine, a njegova proizvodnja ne zahteva velika ulaganja. Zahvaljujući sigurnom plasmanu i povoljnostima u pogledu gajenja ove biljke, proizvodnja sirka metlaša je relativno stabilna i ekonomična. Na ovim činjenicama se zasniva opravdanost gajenja sirka metlaša i njegovog unapređivanja putem oplemenjivanja.

Istorijski pregled oplemenjivanja sirka metlaša

Oplemenjivanje sirka metlaša u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo započeto je osnivanjem "Stanice za ispitivanje kudjelje, hmelja i sirka", preteče današnjeg Zavoda za hmelj, sirak i lekovito bilje u Bačkom Petrovcu 1952. godine (Berenji, 1996; Berenji et al., 1987; 1998).

Glavni zadatak **prvog ciklusa oplemenjivanja** (1952-1967) bio je stvaranje tzv. patuljastih tipova sirka metlaša sa dugačkom metlicom. U to vreme u proizvodnji su bile raširene populacije visokog sirka ("Domaći", "Vukovarski", "Đakovački", "Šidski", "Arkola", "Italijanski", itd.). Njihovo visoko stablo i kratke,

1 Dr Janoš Berenji, naučni savetnik, dr Vladimir Sikota, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

grube metlice pogodovale su pravljenju metli na starinski način, u domaćinstvu, ali je ovaj visoki sirak bio nepogodan za gajenje u čistom usevu na većim površinama i za industrijsku preradu. Prednost niskog rasta se najviše ogleda u lakšem skidanju metlica i manjoj sklonosti ka poleganju. Selekcioni rad na stvaranju patuljastih formi sirka metlaša u okviru prvog ciklusa oplemenjivanja započet je korišćenjem američke sorte "Arcola" i visokog italijanskog sirka kao ishodnog materijala. Na samom početku oplemenjivanja odabrano je ukupno 40 pojedinačnih niskih biljaka na parcelama za komercijalnu proizvodnju sirka metlaša. Bile su to patuljaste biljke koje su se, kao rezultat spontane mutacije gena za visinu, pojavljivale na njivama zasejanim visokim sortama. Ispostavilo se da samo 17 potomstava zadovoljava postavljene ciljeve selekcije i ona su na osnovu fenotipa svrstana u 3 grupe označene kao A, B i C. Biljke iz grupe A su se pokazale kao najperspektivnije, pa je od njih 1956. godine izdvojeno 6 genotipova. Kao rezultat ovog oplemenjivačkog rada, 1961. godine su nastale tri nove selekcije označene kao "BP-4", "BP-27" i "BP-31", kojima je kasnije dodata i četvrta "BP-39". Iz ovog materijala u 1967. godini su odabrane prve tri domaće sorte sirka metlaša: "Bački biser" (E-408), "Neoplanta" (E-2713) i "Panonija" (E-3924) koje su upisane u sortnu listu 1972. godine.

Drugi ciklus oplemenjivanja (1968-1986) protekao je u znaku kombinacijskog oplemenjivanja baziranom na potomstvu ukrštanja mađarske sorte "Szege di törpe" sa domaćom "Neoplantom". Individualna selekcija iz potomstva ovog ukrštanja rezultirao je sorte "Tisa" (1983), "Jumak" (1987) i "Jantar" (1987). Sorta "Jumak" nastala je zajedničkim radom naših i mađarskih selekcionera pa je priznata i u Mađarskoj (1983). Tokom ovog drugog ciklusa oplemenjivanja sirka metlaša nastavljeno je odabiranje iz lokalnih populacija metodom individualne i masovne selekcije. Rezultati te selekcije su tri vrlo uspešne sorte. To su "Sava", koja potiče iz materijala poreklom iz Slavonije, tačnije od linije S-12/135 a priznata je 1983. godine. U 1993. godini su priznate "Neoplanta plus" (Ne/K/8D) i "Reform" (ST 139/79). Prva je poboljšana verzija "Neoplante" a druga je odabrana iz populacije mađarske sorte "Szege di törpe".

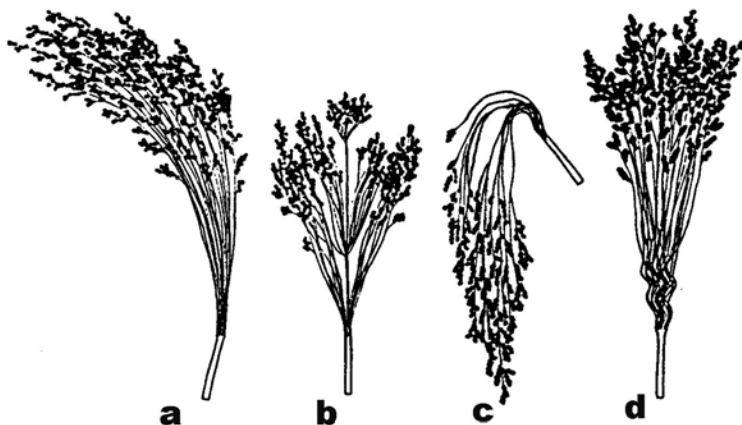
Treći ciklus oplemenjivanja sirka metlaša, koji je u toku, započet je 1987. godine kada su izvedena prva ukrštanja ne samo sa domaćim materijalom u tipu sirka metlaša već i sa genotipovima dobijenim iz celog sveta, uključujući i sirak za zrno. Pored pedigree metode, u ovom ciklusu se koristi i povratno ukrštanje kojim se iz sirka za zrno u sirak metlaš ugrađuju geni otpornosti prema antraknozi i za citoplazmatsko-genetsku mušku sterilnost. Ciljevi trećeg ciklusa oplemenjivanja su dalje poboljšanje povoljnih svojstava sorti sirka metlaša stvorenih u prethodnim ciklusima. S obzirom da se postojećim sortama postiže zadovoljavajući prinos metlice i semena, oplemenjivanje je više usmereno prema specijalnim ciljevima kao što su kvalitet metlica, lakoća žetve metlica, otpornost prema bolestima i stvaranje hibridnih sorti sirka metlaša.

Oplemenjivanje na kvalitet metlica

Kvalitet metlica ima značajniju ulogu u stvaranju novih sorti sirka metlaša nego prinos metlica (Berenji, 1990a). Za bolje razumevanje ove činjenice treba

znati da je sirkova metla proizvod čiji se izgled najviše ceni. Količina, iako je važna, ipak je u drugom planu, jer se na tržištu dobro prodaju samo sirkova slama i metle lepog izgleda.

Izgled metlice je jedna od komponenti kvaliteta. Razlikuju se metlice normalnog izgleda i deformisane metlice. Tri glavna vida deformisane metlice su čačkalica, lulaš i kudrave metlice (sl. 1.).



Sl. 1. Izgled metlice sirka metlaša. Normalna metlica (a), čačkalica (b), lulaš (c) i kudrava metlica (d).

U potomstvu deformisanih metlica sirka metlaša u našim ogleđima a i po iskustvima drugih autora nije uočena sličnost između rođitelja i potomstva, jer su se potomstva deformisanih metlica sastojala od metlica normalnog izgleda. Deformisane metlice se najčešće zapažaju u ogleđima za ispitivanje uticaja gustine sklopa (Mijavec, 1971). Lulaši su najmasovniji u retkom a čačkalice u gustom sklopu. Iz toga proizilazi da je spoljna sredina od mnogo većeg značaja za obrazovanje deformisanih metlica u poređanju sa mogućnostima koje predstavlja oplemenjivanje.

Boja metlice je izuzetno važna komponenta kvaliteta. Osnovna boja metlica do cvetanja je skoro bela. U mlečnoj zrelosti zrna cela metlica dobija ujednačenu svetlozelenu boju. Od početka voštane zrelosti osnovna boja metlice se postepeno menja najpre u žutozelenu, a kasnije u žutu (Berenji, 1989). Svi genotipovi evropskog porekla uključujući i sorte stvorene u našem Institutu ističu se potencijalom ispoljavanja tzv. crvene (red) reakcije. Radi se o fiziološkoj reakciji biljke na nepovoljne uslove spoljne sredine. Posledica ove reakcije je obojavanje delova biljke, uključujući listove, stablo i metlica. Promena boje metlica, naročito crvena boja je veoma štetna za metlarstvo tim pre, što se crvena boja ne može otkloniti sumporisanjem. Rešenje je mrka (tan) umesto crvene reakcije. U našem programu oplemenjivanja posvećena je posebna pažnja ugradnji gena za tan reakciju u genotipove sirka metlaša sa ostalim povoljnim agronomskim svojstvima (Berenji i Sikora, 2002a). Najčešće korišćeni izvor gena za tan reakciju je američka sorta Deer 418. Novostvoreni genotipovi ne pokazuju nepoželjnu crvenu boju čak

ni u nepovoljnim uslovima spoljne sredine. Jedan od najperspektivnijih iz serije ovakvih genotipova je "Tan Sava".

Dužina peteljki je od velike važnosti ne samo kao komponente prinosa tj. mase metlice već i u pogledu kvaliteta metlice. Dužina peteljki je podređena tehnologiji metlarske industrije koja zahteva kraće (30-40 cm i 10 cm dršku) za unutrašnji deo i duže (50-60 cm) za omotač metle. Dužina peteljki savremenih komercijalnih sorti je veća od zahteva metlara, ali njihovo skraćivanje bi rezultiralo smanjenjem prinosa. Ovaj negativan efekat bi morao biti kompenzovan povećanjem broja peteljki ili povećanjem mase semena po metlici. Jedan od aspekata dužine peteljki je distribucija svih peteljki jedne metlice po dužini. Američka sorta Arcola se ističe veoma ujednačenom dužinom peteljki po metlici.

Broj peteljki je manje važna komponenta mase neovršene metlice od dužine peteljki. Povoljna je okolnost da se na masu metlice putem broja peteljki može uticati nezavisno od dužine peteljki. S obzirom na ovu mogućnost jedan od ciljeva oplemenjivanja je što veći broj peteljki po metlici, tim pre, što veći broj peteljki znači i veću finoću. Kao optimalan broj se smatra 60-80 peteljki po metlici. Sorta "Neoplanta" je izvanredni izvor za veliki broj peteljki. Povoljna je okolnost, da je broj peteljki prilično stabilno svojstvo sa visokom heritabilnošću i vrlo niskom ekološkom varijansom.

Finoća peteljki predstavlja masu 1 dužnog metra peteljki. Optimalne vrednosti se kreću u rasponu od 0.4-0.6 g/m i u tom pogledu sadašnje sorte se mogu okarakterisati kao zadovoljavajuće. Kružni ili ovalan presek odgovara više od pljosnatog. Sorta "Neoplanta" i srodni genotipovi imaju idealan kružno ovalan presek peteljki i vrlo povoljnu finoću.

Oplemenjivanje na lakoću žetve metlica

Jedan od najuočljivijih nedostataka postojećih patuljastih sorti sirka metlaša je vrlo kratka drška metlice što dovodi do neeksponiranosti metlice (sl. 2) (Berenji, 1990c).

Radi se o tome, da je snižavanje stabla dovelo do skraćivanja drške metlice, pri čemu je dužina rukavca lista zastavičara ostala nepromenjena. Rezultat toga je, da je donji deo peteljki patuljastih sorti u dužini 10-20 cm pokriveno rukavcem lista zastavičara. Pokrivenost listom na više načina negativno utiče na kvalitet metlice i veoma otežava ručnu žetvu, a mašinsku čini praktično nemogućom. Problem se prevazilazi stvaranjem sorti sa ekspoziranim metlicom, tj. dugačkom drškom koja nadrađa rukavac lista zastavičara. Rukavac lista zastavičara je stabilno svojstvo, koje skoro uopšte ne varira pod uticajem uslova spoljne sredine. Nema velikih razlika ni među genotipovima. Iz toga proizilazi da se pitanje ekspoziranosti metlice izjednačava sa problemom dužine drške metlice. Drška metlice je svojstvo najosetljivije na uslove spoljne sredine od svih komponenti visine biljke sirka metlaša. Uz to svi genotipovi koji se karakterišu dugačkim, finim peteljka i niskim stablom, imaju vrlo kratku dršku. Objašnjenje je da je kod patuljastih genotipova došlo do skraćivanja ne samo internodija stabla već i terminalne internodije tj. drške metlice. Genotip koji se najčešće koristi u oplemenjivanju na dugaču dršku je "Dex x Arcola 100-3".



Sl. 2. Neeksponirana (levo) i ekspozirana metlica sirka metlaša (desno).

Oplemenjivanje na otpornost prema bolestima

Među prioritetne ciljeve oplemenjivanja sirka metlaša spada stvaranje otpornih sorti (Berenji, 2000a; Berenji et al., 1993). Najviše je urađeno na antraknozi čiji je prouzročivač *Colletotrichum graminicola* i virusu mozaične kržljivosti kukuruza (VMKK). Vršena su preliminarna istraživanja i u pogledu reakcije infikovanih biljaka, razviti odgovarajuće metode poljske inokulacije i identifikovati efikasne izvore otpornosti. U drugoj fazi se geni otpornosti inkorporiraju u lokalne adaptirane ali osjetljive genotipove.

Oplemenjivanje na otpornost prema bolestima obuhvata dve faze. Najpre je potrebno dobro proučirati patogena, etimologiju bolesti, genetičku prirodu reakcije infikovanih biljaka, razviti odgovarajuće metode poljske inokulacije i identifikovati efikasne izvore otpornosti. U drugoj fazi se geni otpornosti inkorporiraju u lokalne adaptirane ali osjetljive genotipove.

Prouzročivač antraknoze sirka metlaša u našim uslovima je gljiva *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W.Wils. Antraknoza se povremeno javlja u vidu epifitocije, ali u manjoj ili većoj meri je redovno prisutna na našim poljima sirka metlaša. Zaraza se javlja na onim njivama gde je sejano nesortno i netretirano seme, odnosno, tamo gde se sirak metlaš gaji u monokulturi. Simptomi se manifestuju na dva načina: prvo se javlja antraknoza lista a u sledećoj fazi i antraknoza stabla. Prvi simptomi posle infekcije manifestuju se u vidu hlorotičnih pega, sa obe strane lista i na lisnom rukavcu. Na osjetljivim sortama pege se izdužuju i povećavaju, kasnije dolazi do njihovog spajanja sušenja vrhova i celog lista. Sa zaraženog lišća gljiva putem kiše dospeva i na stablo i u fazi sazrevanja sirka prouzrokuje trulež i poleganje stabla. Zbog zaraze, metlica osjetljivih sorata je slabo razvijena i teško izlazi iz lisnog rukavca. Napadnuta

metlica je obično prljavobele boje, sa crnim pegama na peteljka. Jako napadnute metlice gube elastičnost i praktično su neupotrebljive za metlarsku industriju.

Jedina efikasna mera borbe protiv antraknoze sirka je gajenje otpornih sorti (Maćko, 1991). Izvor otpornosti u našim uslovima su genotipovi američkog porekla iz kolekcije sirka metlaša (Deer, Plains 1, Plains 2, MH² x 4 dw Martin, Dex x Arcola 100-3 i Okaw). Na osnovu posmatranja F₁, F₂ i BC generacija iz ukrštanja osetljivih linije sirka metlaša sa otpornim linijama sirka za zrno mogu se doneti sledeći zaključci o načinu nasleđivanja otpornosti sirka prema ovom parazitu: u F₁ generaciji potomstvo svih kombinacija otporno x otporno i otporno x osetljivo je otporno prema parazitu, a u F₂ generaciji odnos cepanja odgovara zakonitostima dominantnog monogenog načina nasleđivanja. Ovi rezultati pokazuju da se ukrštanjem osetljivih i otpornih genotipova sirka metlaša može dobiti F₁ potomstvo koje se odlikuje otpornošću prema antraknozi. Povoljna okolnost je što postoje otporni genotipovi sirka metlaša te se geni otpornosti ne moraju tražiti i inkorporirati iz drugih agronomskih tipova sirka.

Virus mozaične kržljivosti kukuruza (VMKK) se sa zaraženog divljeg sirka, gajenog sirka i kukuruza može na sirak metlaš preneti mehaničkim putem, ali najčešće se to dešava pomoću vaši kao vektora (Berenji et al., 1996). Na zaraženim biljkama je dominantno prisustvo nekrotičnih simptoma: crvene prugavosti, mozaika, crvenila lista i mrke prugavosti (Ivanović i Berenji, 1996). Ovi simptomi utiču na kvalitet metlice na kojoj dolazi do pojave obojavanja. Nakon proučavanja germplazme sirka metlaša u uslovima prirodne infekcije i veštačke inokulacije nije pronađen ni jedan genotip sa zadovoljavajućim nivoom tolerantnosti ili otpornosti (Mijavec et al., 1991). U praktičnom oplemenjivanju je korišćen tzv. Krish tip otpornosti iz sirka za zrno (Bagi et al., 2002). Ovaj tip otpornosti se nasleđuje monogeno i dominantno u odnosu na sve navedene simptome na zaraženim biljkama sirka metlaša. Prilikom unošenja gena otpornosti iz sirka za zrno u sirak metlaš u F₁ generaciji se dobijaju biljke sa visokim stablom, dugom vegetacijom a gubi se i tip metlice karakterističan za sirak metlaš. Povratnim ukrštanjima, samooplodnjom i intenzivnom selekcijom je, međutim, moguće stvaranje otpornih genotipova u tipu sirka metlaša. Najveći nedostatak genotipova koji su do sada nastali u programu oplemenjivanju sirka metlaša na otpornost prema VMKK je kratkoća peteljki, nepoželjna crvena reakcija i suviše dugačka vegetacija.

Stvaranje hibridnih sorti sirka metlaša

Najnoviji trend u oplemenjivanju sirka metlaša je stvaranje hibridnih sorti (Berenji, 1990b; Berenji i Sikora, 1995; 2002b). F₁ hibridi sirka metlaša omogućavaju povećanje mase i prinosa ovršene metlice i semena, stvaranje "besemenog" sirka metlaša i pružaju niz drugih pogodnosti kako u oplemenjivanju tako i u eventualnom gajenju hibridnog sirka metlaša.

Šema proizvodnje hibrida sirka metlaša je istovetna sa onom za sirak za zrno (Murty et al., 1994). Kao majčinska komponenta koriste se citoplazmatsko-genetski muško-sterilne, tzv. A-linije. A-linije se održavaju održivačima sterilnosti tj. B-li-

nijama. Odgovarajuće A- i B-linije su izogene, razlika je samo u tipu citoplazme. Za oprašivača služe restoratori fertlnosti tj. R-linije.

Poznato je da je jačina hibridne snage obično proporcionalna genetičkoj divergentnosti roditeljskih komponenti hibrida. Mala varijabilnost majčinskih linija u odnosu na oprašivače hibrida sirka metlaša objašnjava se time što se unošenjem nuklearnih gena i sterilne citoplazme za mušku sterilnost u procesu stvaranja citoplazmatsko-genetsko muško sterilnih A- i B-linija sirka metlaša putem povratnih ukrštanja sa sirkom za zrno smanjuje genetska varijabilnost dobijenih A- i B-linija sirka metlaša. Sa druge strane, restorer geni su identifikovani u velikom broju genotipova sirka metlaša što je objašnjenje veće divergentnosti oprašivača. Dalje povećavanje heterozisa se može očekivati od uvođenja novih muško-sterilnih A-linija u program stvaranja F_1 hibridnih kombinacija sirka metlaša (Sikora i Berenji, 1997).

Bez obzira na važnost neaditivnog delovanja gena za većinu ekonomski važnih svojstava sirka metlaša, uočeno je da je redosled po vrednosti linija "per se" u većini slučajeva bio isti kao i redosled srednjih vrednosti svih hibrida jedne linije. Stoga se može zaključiti da je u cilju stvaranja superiornih hibridnih kombinacija neophodno stalno poboljšavati performanse samih roditeljskih linija (Sikora i Berenji, 2000b).

U pogledu mase neovršene metlice hibridi su superiorniji od roditelja za oko 30 % a čak 60 % od ukupnog broja ispitivanih experimentalnih F_1 hibrida su prinrodniji od boljeg roditelja. Značajan heterozis se uočava i za masu zrna po metlici (24 %). Kod mase ovršene metlice je zabeležen manji, ali statistički značajan pozitivan heterozis. Na osnovu postignutih rezultata u oplemenjivanju hibridnih sorti sirka metlaša može se zaključiti da do povećanja mase neovršene metlice hibrida sirka metlaša dolazi pre svega usled povećanja mase zrna po metlici. Isto potvrđuje i manji randman metlica hibrida u odnosu na roditelje.

Naši rezultati ukazuju na izražen heterozis za visinu biljke i dve komponente visine tj. visinu stabla i dužinu drške metlice. Najveći deo hibridnih kombinacija je po visini biljke nadmašio višeg roditelja. Sa stanovišta prakse povećanje visine biljke hibrida u odnosu na roditelje je heterozis u negativnom pravcu.

Ekspoziranost metlice je jedina komponenta visine biljke kod koje je zabeležen negativan heterozis čak i u odnosu na prosek roditelja, što je nepovoljno ispoljavanje heterozisa kod sirka metlaša. Ovo je na prvi pogled u kontradikciji sa napred iznetom konstatacijom da se proučavani materijal karakteriše pozitivnim heterozisom za dužinu drške metlice. Pojava se objašnjava time da je heterozis za dužinu rukavca lista zastavičara bio jači i od dužine drške metlice, tj. rukavac je porastao više od drške metlice. Krajnji rezultat je smanjenje ekspoziranosti metlice hibrida u odnosu na roditelje.

Heterozis za dužinu peteljki metlice je bio nesignifikantan, a u proseku je dužina peteljki hibrida bila kraća od roditelja. Na osnovu dobijenih rezultata se može zaključiti da se dužina metlice hibrida kreće u granicama proseka hibrida, tj. nerealno je očekivati da će hibridi nadmašiti svoje roditelje u pogledu dužine peteljki.

Heterozis za broj peteljki po metlici i finoća peteljki je nesignifikantan, što praktično znači da u pogledu broja peteljki, a usled toga i njihove finoće, hibridi ne nadmašuju roditeljske linije, ali nisu ni lošiji od njih.

Kolekcija germplazme sirka metlaša

U svetu danas postoji nekoliko banaka biljnih gena u kojima se čuvaju i održavaju kolekcije sirkova. Sve ove kolekcije obuhvataju široku germplazmu vrste *Sorghum bicolor* koja uključuje i divlje i gajene forme. Ne postoji kolekcija koja bi se odnosila isključivo za sirak metlaš.

Postojeća kolekcija genotipova sirka metlaša u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo se sastoji od 157 genotipova poreklom iz celog sveta. U našem radu na oplemenjivanju sirka metlaša posebna pažnja je posvećivana kolekcionisanju i detaljnoj analizi kolekcije germplazme sirka metlaša (Berenji, 2000b; Berenji et al., 2003; Sikora i Berenji, 2002; Sikora, 2006).

U kolekciji germplazme sirka metlaša uočena je značajna varijabilnost za sva posmatrana svojstva. Najveća varijabilnost je ustanovljena za visinu stabla (44%), ekspaniranost metlice (39%), masu semena (40%) i masu ovršene metlice (34%). Najmanji koeficijent varijacije je zabeležen za dužinu rukavca lista zastavičara (12%), dužinu metlice (14%) i broj peteljki po metlici (19%).

Izvršena je podela sirka metlaša prema visini na "standardne" i "patuljaste" tipove. Danas se u našim programima oplemenjivanja kao i u praksi koriste "evropski patuljasti" a u americi "američki patuljasti" tipovi, sa nešto višim stablom (Berenji, 1991). Ove dve grupe vode poreklo od različitih spontanih mutanata iz visokih "standard" tipova. Značajan nedostatak "evropskih patuljastih" tipova je kratka drška metlice, koja je zajedno sa donjim delom peteljki prekrivena rukavcem lista zastavičara, što rezultira negativnom ekspaniranošću metlice. Neekspanirana metlica čini mehanizovanu žetvu nemogućom a čak i ručno skidanje metlica je otežano.

Pozitivna i visoko signifikantna vrednost koeficijenta genetičke korelacije govori o tome da visina biljke najviše zavisi od visine stabla ($r_g=0,986^{**}$), ekspaniranost metlice od dužine drške ($r_g=0,910^{**}$) a masa neovršene metlice od mase semena ($r_g=0,940^{**}$). Na visinu biljke i stabla u izvesnoj meri utiče i dužina drške ($r_g=0,702^*$ odnosno $r_g=0,693^*$), dok je randman, tj. udeo ovršene u masi neovršene metlice obrnuto proporcionalan sa masom semena po metlici ($r_g=-0,655^*$).

U našim ispitivanjima σ^2 PKS u odnosu na σ^2 OKS označava odnos neaditivnog u poređenju sa aditivnim delovanjem gena za neko kvantitativno svojstvo. Od komponenti visine taj odnos je manji kod visine stabla i dužine rukavca, a veći je za ostale komponente visine, što govori u prilog tezi da činiooci koji određuju visinu stabla nisu identični sa činiocima za dužinu metlice, dužinu drške a samim tim i ekspaniranost metlice (Kambal i Webster, 1966). Prema ovim rezultatima u determinaciji visine stabla i dužine rukavca lista zastavičara odlučujuću ulogu igra neaditivno a kod dužine metlice, dužine peteljki, dužine drške i ekspaniranosti aditivno delovanje gena. To praktično znači da je u generacijama razdvajanja lakše fiksirati ekspanirane genotipove sa dugačkom

metlicom i drškom, a da je stvaranje linija određene visine teže pošto je za visinu stabla značajniji udeo neadaptivnih gena.

ZAKLJUČCI

Sirak metlaš (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) je industrijska biljka koja se gaji zbog metlice kao osnovne sirovine za proizvodnju sirkovih metli. Oplemenjivanje sirka metlaša u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad odvija se neprekidno od 1952. godine. U ovom periodu razlikuju se tri ciklusa oplemenjivanja (prvi: 1952-1967; drugi: 1968-1986 i treći: 1987 do danas). Jedan od najvažnijih zadataka oplemenjivanje je bio stvaranje tzv. patuljastih sorti sa niskim sablom. Oplemenjivanju na kvalitet metlica (izgled metlice, boja metlice, dužina peteljki, broj peteljki i finoća peteljki) posvećena je posebna pažnja. Oplemenjivanje na lakoću žetve metlica se odvija stvaranjem sorti sa eksponiranom metlicom što se postiže produživanjem drške metlice. U okviru oplemenjivanja na otpornost prema bolestima najvažnije mesto zauzimaju antraknoza (prouzrokovatelj: *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W.Wils.) i virus mozaične kržljivosti kukuruza (VMKK). Stvaranje F₁ hibridnih sorti je savremeni trend u oplemenjivanju sirka metlaša koji je omogućen korišćenjem citoplazmatsko-genetske muške sterilnosti. Kolekcija germplazme sirka metlaša služi kao izvorni materijal za oplemenjivanje i u cilju očuvanja genetičkih resursa sirka metlaša.

LITERATURA

- Bagi, F., Berenji, J., Jasnić, S. (2002): Reakcija genotipova sirka metlaša (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) sa Krish genom otpornosti na prirodnu infekciju sa virusom mozaične kržljivosti kukuruza. Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu 26(1): 51-59.
- Balaž, F., Berenji, J., Bagi, F. (1997): Reaction of different broomcorn (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) genotypes to stalk rot (*Gibberella fujikuroi* (Sow.) Wollenw). Proceedings of the "10th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union", p. 541-545, Montpellier Le Corum (France).
- Balaž, F., Berenji, J., Bagi, F., Malešević, S. (1996): Osetljivost različitih genotipova sirka metlaša (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) prema prouzrokovatelju truleži stabla (*Gibberella fujikuroi* (Sow.) Wollenw). 10. Jugoslovenski simpozijum o zaštiti bilja, p. 75, Budva.
- Berenji, J. (1989): Žetva sirka metlaša u različito vreme. Savremena poljoprivreda 37 (5-6): 239-248.
- Berenji, J. (1990a): Broomcorn breeding objectives. 15th Conference of the EUCARPIA Maize and Sorghum Section, p. 396-414, Baden near Vienna.
- Berenji, J. (1990b): Hybrid vigor in broomcorn. Sorghum Newsletter 31: 17.
- Berenji, J. (1990c): Varijabilnost i međuzavisnost svojstava u raznih genotipova sirka metlaša, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje 22(62-63): 7-68.
- Berenji, J. (1991): Broomcorn stalk height analysis. Sorghum Newsletter 32: 73-75.

- Berenji, J. (1996): Dostignuća u oplemenjivanju sirka metlaša i sirka za zrno. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 25: 435-444.
- Berenji, J. (2000a): Broomcorn breeding for disease resistance. Abstracts of the Maize and Sorghum EUCARPIA XVIIth International Conference on Maize and Sorghum Genetics and Breeding at the end of the 20th Century, p. 62, Belgrade.
- Berenji, J. (2000b): Genetic resources in broomcorn. Abstracts of the Maize and Sorghum EUCARPIA XVIIth International Conference on Maize and Sorghum Genetics and Breeding at the end of the 20th Century, p. 10, Belgrade.
- Berenji, J., Dahlberg, J. (2004): Perspectives of *Sorghum* in Europe. Journal of Agronomy and Crop Science 1905: 332-338.
- Berenji, J., Kišgeci, J. (1996): Broomcorn-classical example of industrial use of sorghum. 1. European seminar on sorghum for energy and industry, p. 43-48, Toulouse.
- Berenji, J., Mijavec, A. (1992): Sirkovi. Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje, 23-24 (64-65): 53-65.
- Berenji, J., Mijavec, A., Kišgeci, J. (1987): Broomcorn breeding in Yugoslavia. Proceedings of the 16th EUCARPIA Maize and Sorghum Section Congress, Njitra (Slovačka).
- Berenji, J., Mijavec, A., Tošić, M. (1993): Broomcorn breeding for MDMV and anthracnose resistance. 16th Conference of EUCARPIA Maize and Sorghum Section, Bergamo.
- Berenji, J., Sikora, V. (1995): Stvaranje hibridnih sorti sirka metlaša. Zbornik radova Prvog simpozijuma za oplemenjivanje organizama sa međunarodnim učešćem, p. 88, Vrnjačka Banja.
- Berenji, J., Sikora, V. (2002a): Trends and achievements in broomcorn breeding. Cereal Research Communications, 30 (1-2): 81-88.
- Berenji, J., Sikora, V. (2002b): Utilization of hybrid vigor in broomcorn, *Sorghum bicolor* (L.) MOENCH. Cereal Research Communications, 30 (1-2): 89-94.
- Berenji, J., Atlagić, J., Škorić, D., Kovačev, L., Miladinović, J., Marinković, R., Marjanović-Jeromela, A., Sikora, V. (2003): Genetički resursi industrijskog bilja. Bilten Jugoslovenske Inženjerske Akademije Beograd 1: 17-20.
- Berenji, J., Sikora, V., Pataki, I. (1998): Results of sorghum and millets breeding in Novi Sad. Proceedings of the "2nd Balkan Symposium on Field Crops", p. 149-152, Novi Sad.
- Berenji, J., Krstić B., Stojanović, G., Barać, M., Vico, I., Sikora, V., Tošić, M. (1996): Epifitotična pojava virusa mazaične kržljivosti kukuruza na sirku metlašu. Zaštita bilja 47(1): 27-36.
- Ivanović, D., Berenji, J. (1996): Reakcija sirka metlaša (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na zarazu virusom mozaične kržljivosti kukuruza (MDMV). 10. Jugoslovenski simpozijum o zaštiti bilja, p. 98-99, Budva.
- Mačko, V. (1991): Osetljivost sirka metlaša prema prouzročivaču antraknoze *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W.Wils. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun.
- Mijavec, A., Kišgeci, J. (1971): Uticaj forme vegetacionog prostora na prinose i kvalitet sirka metlaša. Bilten za hmelj i sirak, No. 13.

- Mijavec, A., Tošić, M., Berenji, J. (1991): Breeding of broomcorn for resistance to MDMV. 6th Conference on virus diseases of *Gramineae* in Europe, Torino (Italy).
- Murty, D.S., Tabo, R., Ajayi, O. (1994): Sorghum hybrid seed production and management. ICRISAT Information Bulletin No. 41.
- Sikora, V. (2006): Varijabilnost germplazme sirka metlaša (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje, 38(79).
- Sikora, V., Berenji, J. (1997): Mogućnost stvaranja hibridnih sorti sirka metlaša. Zbornik izvoda "Drugo naučno-stručni simpozijum iz selekcije i sementarstva II JUSEM", p. 38, Arandelovac.
- Sikora, V., Berenji, J. (2000): Estimation of hybrid vigor in broomcorn. Abstracts of the Maize and Sorghum EUCARPIA XVIIth International Conference on Maize and Sorghum Genetics and Breeding at the end of the 20th Century, p. 7, Belgrade.

ACHIEVEMENTS IN BROOMCORN BREEDING

Berenji, J. Sikora, V.

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

Broomcorn (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is an industrial crop grown for its panicles used as the basic raw material in manufacturing of corn brooms. Broomcorn breeding in the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad lasts from 1952 until today. This period of time could be divided into three cycles of breeding (first: 1952-1967; second: 1968-1986 and third from 1987 until present). One of the most important tasks has been the creation of dwarf cultivars with short stalk. The improvement of the quality of the panicle (appearance of the panicle, panicle color, brush length, brush number per panicle i brush fineness) attracted special attention. The breeding for suitability to machine harvest is based on lengthening of the peduncle. The breeding for disease resistance is focused on anthracnosis (*Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W.Wils.) and Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV). Creating F₁ hybrid cultivars is the latest trend in broomcorn breeding enabled by the utilization cytoplasmic-genic male sterility. A large collection of broomcorn germplasm is maintained serving as the genetic basis for further breeding as well as to preserve the available genetic resources of broomcorn.