

OPLEMENJIVANJE SOJE NA IOWA STATE UNIVERSITY USA

Vuk Đorđević, Jegor Miladinović, Svetlana Balešević-Tubić, Vojin Đukić

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: Ajova je američka savezna država koja se nalazi u kukuruznom pojasu i jedna je od najvećih proizvođača soje. Oplemenjivanje soje na Iowa State Universty odvija se u dva velika oplemenjivačka programa. Jedan program ima za cilj izmenu hemijskog sastav zrna soje dok je drugi program fokusiran na otpornost na bolesti i štetočine. Smanjen sadržaj polinezasićenih masnih kiselina, smanjen sadržaj fitinske kiseline i povećan sadržaj oleinske kiseline su glavni ciljevi izmene hemijskog sastava zrna soje. Najznačajnije bolesti u Ajovi su trulež koren i stabla, mrka trulež stabla, sudden death syndrome, dok od štetočina najveće štete izaziva sojina cistična nematoda, te je oplemenjivanje soje usredsređeno na otpornost prema ovim bolestima. Upotrebom zimskih uzgajališta, oplemenjivači značajno skraćuju vreme od ukrštanja do odabira linija sa željenim svojstvima.

Gljučne reči: oplemenjivanje soje, izmenjen hemijski sastav zrna, otpornost na bolesti

Uvod

Oplemenjivanje soje u Sjedinjenim Američkim Državama ima dugu tradiciju. Moderno oplemenjivanje soje, koje podrazumeva hibridizaciju i primenu naučnih metoda selekcije započelo je dvadesetih godina prošlog veka na tlu Amerike. Amerika je, pored Brazila, Argentine i Kine, jedan od najvećih svetskih proizvođača i izvoznika soje. Najveći deo proizvodnje soje u SAD smešten je u dolinama reka Misisipi i Misuri, u popularno nazvanom kukuruznom pojasu. Plodno zemljište i povoljni klimatski uslovi koji vladaju u dolinama ovih reka, učinili su proizvodnju soje i kukuruza veoma uspešnom i profitabilnom.

Ajova je jedna od država kukuruznog pojasa, locirana na srednjem zapadu. Poljoprivredna proizvodnja ima dugu tradiciju u ovoj državi i Ajova je najveći proizvođač soje u SAD. Oko 70% ukupne teritorije Ajove zauzimaju soja i kukuruz (NAAS-USDA) i ova država ima jedne od najviših prinosa u SAD.

Oplemenjivanje soje

Oplemenjivanje soje na Iowa State University (ISU) odvija se u dva velika oplemenjivačka programa kao i u nekoliko manjih. Jedan oplemenjivački program ima za cilj izmenu hemijskog sastava zrna soje dok je drugi program usredsređen na pronalazjenje i unošenje gena otpornosti na bolesti i štetočine. Manji oplemenjivački programi na ISU su pretežno fokusirani na fundamentalna istraživanja iz oblasti genetike i molekularne biologije soje. Oplemenjivanje soje u SAD je podeljeno u dva velika sektora: javni koga čine univerziteti i mini-

starstvo poljoprivrede (USDA) i privatni gde se nalaze oplemenjivačke i semenske kompanije. Uloga javnog oplemenjivačkog sektora je stvaranje linija soje sa specifičnim svojstvima (novi geni za otpornost prema bolestima i štetočinama, izmenjen hemijski sastav zrna, pronalazjenje gena otpornosti za nove bolesti...) i održavanje kolekcije germplazme. Privatni sektor ima ulogu da stvara i komercijalizuje visokoprinodne sorte. Oplemenjivači iz privatnih kompanija koriste germplazmu iz javnih programa kako bi u komercijalne sorte uneli gene otpornosti ili komercijalizovali sorte sa specifičnim svojstvima.

Zimska uzgajališta

Usled pojave novih bolesti, promene rasnog sastava postojećih patogena, kao i intenzivnog tržišnog pritiska, oplemenjivači u Ajovi su ubrzali svoje programe i gaje dve ili tri generacije godišnje. Zimska uzgajališta se koriste za ukrštanja soje i uzgoj generacija i veoma efikasno se integrišu u najrasprostranjeniji metod oplemenjivanja soje, potomstvo jednog zrna (SSD). Tropska zona ili južna hemisfera su najčešće lokacije zimskih uzgajališta. Na tropskim ostrvima (Portoriko, Havaji) moguće je tokom zime imati dve generacije dok se na južnoj hemisferi može dobiti jedna zimska generacija. Kako je soja osetljiva na fotoperiod, neophodno je obezbediti dodatno osvetljenje u zimskim mesecima. Padavine u tropskim krajevima su nejednako raspoređene, te je potrebno navodnjavanje. Dodatno osvetljenje nije potrebno kada se zimska uzgajališta nalaze na južnoj hemisferi. Pored svih ovih prednosti, postoje i određeni nedostaci upotrebe zimskih uzgajališta. U zimskim uzgajalištima je moguće gajiti samo one generacije gde se ne obavlja fenotipska merenja, odnosno u onim fazama selekcije kada je ekspresija agronomski bitnih osobina zanemarljiva. Pored neophodne intenzivne zaštite useva soje, mogu se javiti i problemi u transportu semena usled različitih fitosanitarnih propisa. Nekoliko različitih scenarija primene zimskih uzgajališta u oplemenjivanju soje na ISU se koristi kako bi se proces oplemenjivanja ubrzao. Najbrži scenario predviđa početak selekcije iz F3 generacije u drugoj godini nakon ukrštanja (Tab.1), dok se u pojedinim slučajevima primenjuje selekcija iz F4 generacije nakon dve godine po ukrštanju (Tab. 2). Imajući u vidu da je bez zimskih uzgajališta potrebno 4 do 5 godina za početak selekcije (Miladinović i sar., 2008), prednosti ovakvog ubzanja oplemenjivačkog procesa su višestruke. Prednosti posebno dolaze do izražaja kada su u pitanju povratna ukrštanja, što je čest metod oplemenjivanja na otpornost prema bolestima i štetočinama.

Tab. 1. Selekcija iz F3 generacije u drugoj godini nakon ukrštanja

Tab. 1. Selection from F3 generation in second year after crossing

Godina - Year	Vreme - Period	Lokacija - Location	Faza - Phase
1.	maj-oktobar	Portoriko	ukrštanje
1.	oktobar-februar	Portoriko	F1 generacija
1.	februar-maj	Portoriko	F2 generacija
2.	maj-oktobar	Ajova	F3 generacija i početak selekcije

Tab. 2. Selekcija iz F4 generacije u trećoj godini nakon ukrštanja

Tab. 2. Selection from F4 generation in third year after crossing

Godina - Year	Vreme - Period	Lokacija - Location	Faza - Phase
1.	maj–oktobar	Ajova	ukrštanje
2.	maj–oktobar	Ajova	F1 generacija
2.	oktobar–februar	Portoriko	F2 generacija
2.	februara–maj	Portoriko	F3 generacija
3.	maj–oktobar	Ajova	F4 generacija i početak selekcije

Oplemenjivanje na izmenjen hemijski sastav zrna

Smanjenje sadržaja polinezasićenih masnih kiselina u sojinom ulju predstavlja opšti trend u oplemenjivanju na izmenjen masnokiselinski sastav. Niži sadržaj polinezasićenih masnih kiselina povećava oksidativnu stabilnost sojinog ulja i smanjuje potrebu za katalitičkom hidrogenacijom prilikom prerade. Trans masne kiseline nastaju kada se ulje podvrgne hidrogenaciji ili tokom procesa prženja ulja, a dokazan je njihov negativan uticaj na zdravlje ljudi. Oplemenjivanje na smanjen sadržaj linoleinske kiseline nalazi interes u prerađivačkoj industriji. Oplemenjivači sa ISU stvorili su linije soje sa redukovanim sadržajem linoleinske kiseline unošenjem *fan1* i *fan2* gena u adaptiranu germplazmu (Streit et al., 2001). Ove linije su kasnije iskoristili oplemenjivači iz privatnih kompanija kako bi na tržište plasirali sorte sa smanjenim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina. Povećanje sadržaja oleinske kiseline takođe pronalazi interese u prerađivačkoj industriji i ulja sa visokim sadržajem oleata su najpoželjnija u ljudskoj ishrani. Pomoću hemijskih mutagena, nastala je linija soje M23 koja ima povišen sadržaj oleinske kiseline i predstavlja izvorni materijal za stvaranje mid-oleinskih sorti. Pored toga, oplemenjivači sa ISU razvili su i molekularni marker za *Ol* gen, kako bi selekcija na povišen sadržaj oleinske kiseline bila efikasnija (Alt et al., 2005).

Koncentracija fitinske kiseline u semenu soje može biti limitirajući faktor u ishrani nepreživara. Sadržaj fitinske kiseline u semenu soje determinišu dva recesivna gena (*Pha1* i *Pha2*) koja snižavaju sadržaj fitata bez uticaja na ukupni sadržaj fosfora u semenu. Međutim, niži sadržaj fitinske kiseline povezan je sa smanjenom klijavošću semena, tako da je potrebno još oplemenjivačkog rada kako bi se ovakve sorte našle u širokoj proizvodnji (Oltmans et al., 2005).

Oplemenjivanje soje na otpornost prema bolestima i štetočinama

Bolesti i štetočine predstavljaju glavni limitirajući faktor u proizvodnji soje u Ajovi. Zbog plodosmene koja se uglavnom zasniva na rotaciji soje i kukuruza, štete koje su posledica bolesti mogu biti ogromne. Oplemenjivanje na otpornost na bolesti i štetočine u Ajovi je neophodno kako bi proizvodnja soje bila ekonomski opravdana. Najznačajnije bolesti soje u Ajovi su trulež koren i stabla, mrka trulež stabla, sudden death syndrome, dok od štetočina najveće štete izaziva sojina cistična nematoda. Većina gajenih sorti poseduje otpornost na ove bolesti i štetočine, što je rezultat dobre saradnje između javnih i privatnih oplemenjivačkih programa. Posebna pažnja u oplemenjivačkim programima posve-

ćena je bolestima i štetočinama koje su se u bliskoj prošlosti pojavile u Ajovi i predstavljaju potencijalni rizik za proizvodnju u budućnosti. Sojina lisna rđa se prvi put pojavila na severnoameričkom kontinentu 2004. godine u državi Luizijani i od tada se agresivno širi po celom kontinentu (Schneider et al., 2005). Smatra se da rđa može da umanji prinos i do 80% (Ogle et al., 1979). Osnovi problem oplemenjivanja otpornosti na lisnu rđu je neadekvatan izvor otpornosti (Patzoldt et al., 2005). U toku je projekat ispitivanja kompletne kolekcije germplazme soje u cilju pronalaza izvor otpornosti na lisnu rđu. Takođe, velika pažnja se posvećuje oplemenjivanju na otpornost na sojinu vaš [*Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae)]. Ovi insekti su prvi put registrovani u SAD 2000. godine, brzo se šire i u pojedinim godinama mogu naneti velike štete. Postoje izvori otpornosti na vaši, međutim novootkriveni biotipovi mogu dodatno otežati oplemenjivanje na otpornost (Kim et al., 2008).

Pored bolesti i štetočina, oplemenjivanje na abiotički stres ima određeni značaj. Na pojedinim tipovima zemljišta sa visokom pH i u vlažnim godinama, javlja se hloroza listova soje (IDC, Iron deficiency chlorosis), kao posledica otežanog usvajanja gvožđa. Genotipovi soje različito reaguju na hlorozu izazvanu nedostatkom gvožđa i postoje sorte koje poseduju otpornost prema ovim stresnim uslovima (Rodriguez de Cianzio et al., 1982). Otpornost prema IDC je veoma značajna, posebno ako se ima u vidu da se hloroza najčešće javlja u regionu Demoina, koji čini oko četvrtine teritorije Ajove. Oplemenjivači soje sa ISU stvorili su linije soje otporne na IDC, mapirali gene otpornosti i ponudili izvor i molekularni marker privatnim oplemenjivačima u cilju prevazilaženja ovog problema.

Zaključak

Veoma uspešna proizvodnja soje u Ajovi rezultat je dobre saradnje između svih činilaca proizvodnje. Oplemenjivanje, kako u javnom tako i u privatnom sektoru, ima centralnu ulogu u obezbeđivanju daljeg napretka proizvodnje soje. Pored niza izazova koji su oplemenjivači soje sa ISU rešili i dalje postoji određeni problemi koji se moraju rešavati konvencionalnim metodama oplemenjivanja. Uspešno oplemenjivanje i dobre sorte dobijaju svoju punu vrednost tek kada i ostali učesnici u proizvodnji daju svoj maksimalni doprinos.

Literatura

- Alt, J.L., Fehr, W.R., Welke, G.A., Sandhu, D. (2005): Phenotypic and Molecular Analysis of Oleate Content in the Mutant Soybean Line M23, *Crop Sci* 45:1997-2000.
- Cianzio, S. R., Tachibana, H., Mansur, L. M., Fehr, W. R., Niblack, T. L., Schultz, S. P., Ruff, R., Bidne, K. (1991): Registration of A20 Soybean Germplasm Resistant to Brown Stem Rot, Soybean Cyst Nematode, and Iron Deficiency Chlorosis, *Crop Sci.* 31: 1713-a-1714-a.
- Kim, K.S., Hill, C.B., Hartman, G.L., Rouf Mian, M.A., Diers B.W. (2008): Discovery of Soybean Aphid Biotypes, *Crop Sci* 48:923-928.
- Miladinović, J., Hrustić, M., Vidić, M. (2008): Soja, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sojaprotein, Bečej, 513.
- NAAS-USDA The National Agricultural Statistics Service United States Department of Agriculture web site: <http://www.nass.usda.gov/index.asp> poslednja provera 16.12.2008.

- Ogle, H.J., Byth, D.E, and McLean, R. (1979): Effect of rust (*Phakopsora pachyrhizi*) on soybean yield and quality in southeastern Queensland, Australia. Aust. J. Agric. Res. 30:883–893.
- Oltmans, S.E., Fehr, W.R, Welke, G.A., Raboy, V., Peterson, K.L. (2005): Agronomic and Seed Traits of Soybean Lines with Low-Phytate Phosphorus, Crop Sci 45:593-598.
- Patzoldt, M. E., Tyagi, R. K., Hymowitz, T., Miles, M. R., Hartman, G. L., Frederick, R. D. (2007): Soybean Rust Resistance Derived from *Glycine tomentella* in Amphiploid Hybrid Lines, Crop Sci. 47:158–161.
- Rodriguez de Ciano, S., Fehr, W. R. (1982): Variation in the Inheritance of Resistance to Iron Deficiency Chlorosis in Soybeans, Crop Sci. 1982 22: 433-434.
- Schneider, R.W., C.A. Hollier, H.K. Whitam, M.E. Palm, J.M., McKenny, J.R. Hernandez, L. Levy, and R. Devries-Paterson (2005): First report of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the continental United States, Plant Dis. 89:774.
- Streit, L.G., Fehr, W.R., Welke, G.A., Hammond, E.G., Ciano, S.R. (2001): Family and Line Selection for Reduced Palmitate, Saturates, and Linolenate of Soybean Crop Sci. 41:63-67.

SOYBEAN BREEDING AT IOWA STATE UNIVERSITY USA

Vuk Đorđević, Jegor Miladinović, Svetlana Balešević-Tubić, Vojin Đukić

Institute of Field and vegetable Crops, Novi Sad

Summary: Iowa is federal state in Corn Belt, USA and one of major soybean producer. Soybean breeding on Iowa State University occurs in two big breeding programs. Goal of first program is alternating seed chemical composition and other program has focused on disease and pest resistance. Lower level of poly unsaturated fatty acids, lower level of phytic acid and enhanced oleic acid is major goals of alternating seed chemical composition program. Major diseases in Iowa are *Phytophthora* root and stem rot, Brown stem rot, Sudden death syndrome, and major pest is Soybean cyst nematode, breeding for disease resistance are focused on these pathogens. Using winter nurseries, soybean breeders significantly accelerate is breeding programs.

Key words: soybean breeding, alternating seed chemical composition, disease resistance