

IMPLIKACIJE OPLEMENJIVANJA BILJAKA U PROIZVODNJI HRANE

Desimir Knežević, Aleksandar Paunović, Danijela Kondić, Milomirka Madić, Veselinka Zečević, Sretenka Srdić, Dragana Rajković

Izvod: Proizvodnja hrane se bazira na naučnim dostignućima i njihovoj primeni u zavisnosti od ekoloških faktora i ekonomske razvijenosti. Značajnu ulogu u biljnoj proizvodnji hrane imaju sorte i hibridi stvoreni oplemenjivanjem i nega useva sa optimalnom tehnologijom gajenja u konkretnim ekološkim uslovima. Oplemenjivanjem su stvorene nove sorte i hibridi koji su nekoliko puta prinrodniji od starih selekcija i prirodnih populacija što ima veliku ulogu u obezbeđivanju hrane. Potreba za obezbeđenjem hrane nametnula je nove pristupe u oplemenjivanju na bazi manipulacije gena rekombinantne DNK. Korišćenjem biotehnoloških metoda stvorene su genetički modifikovane biljke, koje su nastale inkorporacijom poželjnog gena iz evolutivno udaljene vrste. Pojava neželjenih efekata od GM hrane, visok stepen zagađenosti biosfere i znatne klimatske promene, nametnule su potrebu proizvodnje bezbedne hrane. Tako se razvija trend organske proizvodnje, koju karakteriše nizak prinos i kontrola bezbednosti proizvoda. Konvencionalno oplemenjivanje, je svojim razvojem i dostignućima nametnulo nove pristupe u stvaranju sorti i njihovoj proizvodnji (organska proizvodnja i genetički modifikovana hrana). GM sorte imaju veći prinos nekoliko puta od sorti koje su stvorene u konvencionalnom oplemenjivanju, veću otpornost na stresne uslove i bolji kvalitet.

Ključne reči: biljke, oplemenjivanje, prinos, kvalitet, hrana.

Uvod

Ljudska vrsta u surovim prirodnim uslovima je bila izložena stalnim naporima za opstanak na određenom prostoru sa ograničenim resursima hrane. Prilagođavajući se uslovima prirode, u svojim aktivnostima čovek je tragao za izvorima hrane i započeo selekciju biljaka, odabirajući najbolje, koje je odomaćio i u narednoj sezoni sejao i

Desimir Knežević, Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica - Zubin Potok – Lešak, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Kosovo i Metohija, Srbija, e-dresa.deskoa@ptt.rs

Aleksandar Paunović, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija
Danijela Kondić, Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska Bosna i Hercegovina

Milomirka Madić, Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija
Veselinka Zečević, Univerzitet Megatrend, Beograd, Fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

Sretenka Srdić, Univerzitet u Banja Luci, Poljoprivredni fakultet, Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republika Srpska Bosna i Hercegovina

Dragana Rajković, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, M. Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

ubirao plodove u fazi zrenja. Tradicionlni način selekcije se razvijao i vekovima sprovodio i imao značajnu ulogu u očuvanju izvora gena, koji su inkorporirani u brojne sorte i hibride stvorene metodama klasičnog konvencionalnog oplemenjivanja. U 20. veku, kod sorti i hibrida stvorenih klasičnim oplemenjivanjem je postignut 3-4 puta veći prinos u odnosu na stare selekcije (napr. prosečan prinos starih selekcija žitarica je bio 200-1300 kg ha⁻¹ krajem 19 i početkom 20. a kod sorti, stovrenih klasičnim oplemenjivanjem, sredinom 20. veka prinos zrna je bio 2500-3500 kg ha⁻¹). Povećanje prinosa je rezultat ne samo stvorenog gentipa već i razvijene tehnologije gajenja, koja je optimalizovana za konkretne genotipove i ekološke uslove (Kovacevic i sar., 2007). Taj period poznat pod imenom “zelena revolucija” karakteriše nekontrolisano unošenje mineralnih đubriva i pesticida u toku gajenja biljaka. Postizali su se visoki prinosi, uz veliki utrošak energije i veliki stepen kontaminacije zemljišta, vode i biljnog materijala. No to je bila cena spašavanja ljudske populacije od gladi, barem u evropskim i američkim zemljama. Oplemenjivači su u programima klasičnog oplemenjivanja poboljšali brojne morfološke, anatomske, fiziološko-biohemijske osobine, (Yao i sar., 2011) kreirajući specifične kombinacije gena u novostvorenim genotipovima (Aglan i Farhat, 2014). Brojne nedostatke kod biljnih vrsta, koje su oplemenjivači želeli da poprave, oplemenjivači su uspeli da ostvare razvojem molekularno-bioloških metoda i razvojem biotehnologije, koji se može nazvati period “biotehnoške revolucije” (Knezevic i sar., 2013). Dostignuća u ovoj oblasti su narušila homeostazu u naučnim, stručnim, političkim organizacijama i stanovništvu u svetu. Zahvaljujući biotehnologiji stvoreni su transgeni organizmi, koji su nosioci gena iz evoluciono udaljenih vrsta, što posebno izaziva, sumnje i strah od GM biljaka i proizvoda od njih. Osim toga, inkorporacija poželjnih gena, kod drugih izaziva sigurnost zbog moćnijeg pristupa u rešavanju brojnih bolesti, biofortifikaciji i genskoj terapiji. U ovo vreme biotehnoške revolucije u Srbiji, u poljoprivredno prehrambenom sektoru, još uvek nema implementacije visokih tehnologija u kompanijama i proizvodima (Mićanović i Zečević, 2012). Oprečni stavovi o genetički modifikovanim organizmima, pojačali su aktivnosti na intenzivnijem razvoju organske proizvodnje. Organska poljoprivreda se poslednjih godina razvija intenzivno i organizovanije, poštujući zahteve društva za regionalni razvoj i očuvanje biodiverziteta. Organska proizvodnja bazirana na gajenju sorti i hibrida stvorenim u klasičnom oplemenjivanju ima oslabljen stepen autentičnosti, što potvrđuje postojanje interdisciplinarnosti. Danas se ulažu veliki naponi u stvaranju sorti po principima organske selekcije i da se isključi mogućnost gajenja genetički modifikovanih organizama (Zečević i sar., 2010). Cilj ovog rada da se prikaže uloga koncepta i kontinuiteta oplemenjivanja biljaka, ostvareni napredak i doprinos poljoprivrednoj proizvodnji u obezbeđenju hrane.

Neki uspesi u okviru klasičnog oplemenjivanja

Otpornost na poleganje

Od početka zemljoradnje i biljne proizvodnje, potencijalni prinosi su bili umanjeni usled poleganja useva. Ovu osobinu biljaka je trebalo popraviti, što su oplemenjivači ostvarili. Otpornost na poleganje useva je u korelaciji sa anatomskim osobinama, debljine

mehaničkog tkiva, težine donje internodije i debljine zida stabljike (Kong et al., 2013). Otpornost na poleganje je veća kod genotipova čije stablo ima veću debljinu parenhimskog sloja ćelija, veći sadržaj lignina i celuloze, pri čemu je čvrstina stabla veća, koja je pod kontrolom gena na dugom kraku 3B hromozoma, kod pšenice (Cook i sar., 2004). Identifikovani su dominantni i recesivni geni, čija funkcija je povezana sa otponošću na poleganje. Poleganje stabla je ekonomski značajna osobina, koja je u direktnoj vezi sa smanjenjem prinosa, tehnološkog kvaliteta i usporavanjem vremena žetve. Prinos može biti smanjen preko 70% ukoliko se ispoljilo poleganje u ranoj fazi klasanja. Poleganje u kasnijoj fazi ima manji uticaj na smanjenje prinosa ali veliki efekat na kvalitet semena, brašna i testa (broj padanja po Hagbergu). Poleganje zavisi od genetičkih i ekoloških faktora. Mrvičasta struktura zemljišta, mali sadržaj gline i visok sadržaj organske materije, je pogodno stanište za poleganje korena i stabla. Takođe dužina vegetacionog perioda, visoke doze đubrenja utiču na pojavu poleganja (Paunović i sar., 2007). Pozitivan efekat djubrenja utiče na povećanje prinosa pri čemu se za svako povećanje od 1000 kg ha⁻¹ otpornost na poleganje smanjuje za 0,5 jedinica na skali od 0-9. Zaostale rezerve azota u zemljištu posle prethodnog useva mogu uticati na stepen poleganja, zbog povećanja gustine useva kao rezultat većeg bokorenja. Osim toga rana primena azotnog djubriva utiče na povećano bokorenje, povećanje gustine useva i povećanje verovatnoće pojave poleganja stabla. Za postizanje visokog prinosa i kvaliteta, neophodno je primenjivati azotno đubrivo u optimalnim dozama i fazama razvića useva (Zečević i sar., 2014). Ispoljavanje poleganja je smanjeno u sušnim i osunčanim uslovima, kao i u zavisnosti od vremeskog roka setve i geografske širine i dužine lokaliteta. Rana setva ima uticaj na povećanje visine useva a time i na veći rizik poleganja i korena i stabla. Poleganje useva se može registrovati u proseku svake četvrtne godine na oko 20-30% setvenih površina.

Otpornost na niske temperature i mraz

Otpornost na mraz je takođe ekonomski važna osobina, koja je različita zavisno od biljne vrste, geografske lokacije, faze razvića i drugih faktora. Brojne vrste kao što su, pasulj, soja, kukuruz, kajsija, jagode mogu biti oštećene niskim temperaturama približno -2^oC (Saulescu i Braun, 2001). U fazi oprašivanja suncokret, heljda, sudanska trava, proso, vršni listovi krompira su osetljivi na niske temperature a nepovratna oštećenja kod pšenice u reproduktivnoj fazi nastaju na -5^oC (Single, 1998). Kod pšenice i ječma zavisno od faze razvića, list može biti oštećen niskim temperaturama od -8^oC do -11^oC u vegetativnoj fazi, a uguinće biljaka nastaje na -15^oC do -25^oC kada zemljište gubi svoj kapacitet ublaživača za očuvanje biljke od mraza (Fowler i Limin, 1997). U oplemenjivačkom radu su stvoreni genotipovi otporni na mraz, koji poseduju gene sve vreme, koji su neaktivni u toplim uslovima, a aktiviraju se u uslovima hladnoće pod čijom kontrolom se vrši sinteza proteina koji doprinose otpornosti na mraz. Tako kod ozimih formi pšenice, ječma i drugih vrsta period vernalizacije je odgovoran za prelazak iz vegetative faze u fazu cvetanja, a tolerantnije su na stres prema niskim temperaturama nego jare forme (Sutka, 2001). Svi geni, kojih ima oko 25 se aktiviraju u toku aklimatizacije i do sada nije poznato da postoji pojedinačan gen za otpornost na mraz. Međutim, nedavno je otkriven komandujući gen, koji kada se aktivira produkuje protein

koji aktivira nekoliko ostalih gena za otpornost na mraz. Dva glavna lokusa koji kontrolišu vernalizaciju kod pšenice i ječma su *vrn1* i *vrn2*, pri čemu prvi lokus ima dominantni *Vrn1*, i recesivni *vrn1* alel, a drugi lokus dominantni *Vrn2* i recesivni *vrn2* alel (Fu i sar., 2005). Ječam poseduje brojne gene za otpornost na niske temperature i posle aklimatizacije podnosi temperature do -20°C . Poznato je 11 dehidrin gena od kojih su (*Dhn1*, *Dhn2*, *Dhn9*) locirani na 5HL hromozomu a ostali su locirani na 3H, 4H i 6H kod ječma. Kod pšenice su locirani na 5 grupi hromozoma (Cattivelli i sar., 2002). Osim toga, kod pšenice identifikovani su i COR geni (identifikovano je 20) koji se aktiviraju u uslovima suše i hladnoće, a locirani su na 2A i 5A hromozomu (Galiba i sar., 2001). Aktivnost tih gena se vrši pod kontrolom gena na potpuno različit način, ne samo pod komandom jednog gena. Prenošenje gena iz ječma u kukuruza doprinosi većoj otpornosti na mraz i u slučaju kada se ne vrši aklimatizacija kukuruza na niskim temperaturama. Na smanjenje izmrzavanja utiče i povećana vlažnost zemljišta, vetar, oblačnost. Tokom zime i ranog proleća, oštećenje useva nastaje u uslovima mraza, leda, niskih temperature i snega. Sorte se razlikuju prema otpornosti na mraz što je razlog za selekciju genotipova sa visokom adaptivnom sposobnošću u određenim regionima. Kod pšenice na 5 grupi dugog kraka hromozoma su identifikovani geni (*Fr*; *fr*; *Fr2*; *fr2*) za koji su povezani sa tolerancijom na mraz 5A, 5D (Sutka, 2001) i 5B (Toth i sar., 2003). Na bazi identifikacije i funkcije ovih gena, oplemenjivanjem su modifikovani životni ciklus i razviće biljaka što je povećalo njihovu adaptivnu sposobnost. Danas u uslovima globalnog zagrevanja se češće nameće zadatak da se poboljša otpornost biljaka na varijabilne uslove visokih temperature i suše.

Otpornost na bolesti

Posebno je značajno sa ekonomskog stanovišta stvoriti genotipove otporne na bolesti i štetočine, koje zavise od intenziteta i vremena napada i faze razvića biljaka, nanose gubitak prinosa od 10-30% do potpunog uništenja useva. Istovremeno dovode do oštećenosti kvaliteta semena i proizvoda od semena. Prouzrokovanje bolesti zavisi od uslova sredine, klimatskih faktora i imunogenetičkih osobina biljaka. Među bolestima, pojava krastave truleži korena (mart-jun), mozaičnog virusa pšenice (mart-maj), pepelnice i septorije listova (mart jul), žuti virus patuljivosti ječma (april-jul), septorija plevica mrlja (jun-avgust), fuzarijum klasa (kraj maja-avgusta), oparenost (maj-jul), stabljična rđa (april-jun). Od štetočina larve nematode (april-jun), afide (maj-jul), hesenska muva (krajem maja-jun). Patogeni organizmi mogu razviti nove biotipove, patotipove, rase ili sojeve i pri tom izazivaju oštećenja biljaka koje nisu inficirane osnovnim tipom patogena. Otporni genotipovi pokazuju simptome bolesti jedino pod visokim pritiskom prouzrokovala bolesti. Izolovanje novih biotipova, patotipova, rasa ili sojeva se može izvršiti u laboratoriji do čistih kultura i testirati na različitim genotipovima (biljkama-domaćin) i tako oceniti njihove razlike i specifičnosti. Zbog toga je neophodno održavati genetičku varijabilnost i vršiti kontinuirano stvaranje novih genotipova otpornih na prouzrokovala bolesti i štetočina. Nomenklatura identifikovanih patogena, rasa, sojeva je različita od regiona do regiona, što nameće potrebu standardizacije. Mada postoje primeri jedinstvene nomenklature kao što je plesnivost lista paradajza (*Ff*), uvenulost graška (*Fop*) itd. Oplemenjivanje na otpornost na bolesti,

insekte i štetočine je važan zadatak za biljnu proizvodnju i kontrolu bolesti u praksi, ali ima marginalni udeo u oplemenjivanju voća. Gajenje odomaćenih biljaka je rezultat kontinuiranog programa oplemenjivanja na otpornost na insekte, bolesti, viruse, koji se češće javljaju u uslovima monokulture. Prirodne populacije biljaka su izvori divljih gena i genetičke različitosti (Timothy i sar., 2011), koje se mogu iskoristiti u oplemenjivanju na visoku otpornosti na insekte i štetočine, kao brojne fiziološke i tehnološko-kvalitativne osobine. Konvencionalno oplemenjivanje za otpornost na insekte i bolesti se sprovodi u laboratorijskim i poljskim uslovima.

Oplemenjivanje na poboljšanje kvaliteta

Kvalitet semena je izuzetno značajna osobina. Biološki kvalitet se ogleda kroz visoku klijavost semena i reprodukciju novih fertilnih i produktivnih biljaka. Ova osobina je uglavnom stabilna i posle hibridizacije unutar vrste, mada je nestabilna i problematična posle intergenus hibridizacije u različitim fazama razvika intergenus hibrida. Obzirom da se odomaćene biljne vrste koriste u ishrani vrlo je značajan **nutritivni kvalitet**, koji se ocenjuje prema sadržaju proteina, aminokiselina - posebno esencijalnih, nezasićenih masnih kiselina, polisaharida, antioksidanasa, vitaminima B kompleksa, pantotenske kiseline, mineralnih elemenata Mn, Se, Mg, Zn, K, niacina, tiamina, riboflavina i B6 vitamina. Visok sadržaj ukupnih vlakana imaju pozitivan uticaj na odžavanje normalnog nivoa holesterola i šećera, crevne mikroflore, povećava osetljivost insulina i sprečavaju razvoj dijabetesa. Značajan doprinos u razumevanju tehnološkog kvaliteta je ostvaren identifikacijom gena odgovornih u genetičkoj kontroli rezervnih proteina glijadina i glutenina (Sozinov i Popereya, 1980). **Tehnološki kvalitet** semena, brašna, testa i hleba zavisi od sadržaja rezervnih proteina, posebno glijadina i glutenina, odnosno od njihove proporcije kvantitativnog sadržaja u endospermu semena, (Metakovsky i sar., 1990; Đukić, i Knežević, 2013). Glijadini se nalaze pod kontrolom gena lociranim na kratkim kracima 1. i 6. grupe hromozoma, a glutenini na dugim kracima 1. grupe hromozoma (Payne, 1987). Ovo se posebno odnosi na seme žitarica koje se koriste u proizvodnji hleba i ishrani većine stanovništva u svetu. Sastav i kvantitativni sadržaj glijadina i glutenina kao i njihova proporcija određuju reološke osobine testa i teksturu proizvoda (Menkovska i sar., 2002; Živančev i sar., 2012). Potrošači postavljaju zahteve u pogledu tehnološkog kvaliteta hleba, pred pekarsku industriju, koja dalje traži rešenja kog oplemenjivača - kreatora sorti. Tako se danas traži ražani hleb i hleb od različitih mešavina, mada je genom raži kod velikog broja sorti pšenice unet u procesu oplemenjivanja (Landjeva i sar. 2006).

Savremeni pristupi u poljoprivrednoj proizvodnji Organska proizvodnja

Ideja organske proizvodnje zaživela je u vreme biotehnoške revolucije u cilju proizvodnje zdrave hrane koju zahtevaju brojni konzumenti. Brojne interesne grupe promovišu širenje organske proizvodnje, za čiji razvoj postoje neiskorišćeni prirodni resursi kao što su obradivo odmoreno zemljište, autohtone biljne vrste i rase životinja i koje je obuhvaćeno legislativom Evropske Unije i drugih država. Među perspektivnim

biljnim vrstama za organsku proizvodnju su: krupnik, heljda, hajnaldija, kao voćarske biljne vrste, trnjina, aronija, kupina, malina, ribizla, maslina i brojne lekovite biljne vrste. Ovo bi bila dobra osnova za dobijanje značajnih organskih proizvoda u pčelarstvu (med, mleč, propolis, saće, vosak). U sistemu organske proizvodnje značajna faza je kontrola i sertifikacija proizvoda od biljaka i životinja. Za uspešnu organizaciju organske proizvodnje neophodno je poštovati principe od korišćenja sertifikovanog semena, setve i nege useva primenom sertifikovanih organskih i mikrobioloških đubriva, bez primene sintetičkih mineralnih đubriva. Posebno je važno sprovesti mere poboljšanja plodnosti zemljišta koje su kompatibilne datim uslovima. Povećanje plodnosti zemljišta je moguće na bazi proučavanja funkcije biljaka i životinja, koje žive na zemljištu i u zemljištu. Organizmi koji žive u zemljištu doprinose razlaganju organskih materija i njihovom pretvaranju u mineralne materije dostupne biljkama. Takođe primena odgovarajuće tehnologije proizvodnje biljaka (odgovarajući plodored, združena setva) u cilju ostvarivanja većih prinosa, može uticati na poboljšanje plodnosti zemljišta i smanjenog korišćenja đubriva uz minimalne gubitke, koji odlaze u vazduh ili vodene tokove (Zecevic i sar. 2010). Noviji pristupi organskoj proizvodnji promovisu proizvodnju u prirodnim uslovima, na površinama pokrivenim biljnim zajednicama, bez oranja. Ovaj pristup ima opravdanja u uslovima globalnih klimatskih promena i može biti efektivan za proizvodnju biomase biljnih vrsta koje se koriste u ishrani domaćih životinja. Međutim, u ovim uslovima postoji visok stepen verovatnoće pojave bolesti i insuficijencija abundancije gajenog useva. Bolesti i štetočine u organskoj proizvodnji ne mogu se suzbijati primenom pesticida. U okviru organske proizvodnje koriste se sorte i hibridi koji imaju brz rast i bujnost, otpornost prema štetočinama i prouzrokovateljima bolesti, visoku toleranciju na abiotičke stresne faktore, efikasni u iskorišćavanju N, P i K, i odličan kvalitet i stabilan prinos. Izbor sorte i hibrida treba prilagoditi ciljevima proizvodnje i zahtevima tržišta. Poželjno je sorte i hibride testirati u agroekološkim uslovima gajenja, radi određivanja njihove adaptabilnosti i stabilnosti prinosa i kvaliteta. Genetičke osobine sorte ili hibrida određuju prinos i kvalitet.

Biotehnologija

Pored organske proizvodnje, spektakularni razvoj biotehnologije tokom poslednje tri decenije označio je početak novog razdoblja u razvoju poljoprivrede (Knezevic i sar, 2012). Tako dobijena hrana je kvalitetnija, obogaćena esencijalnim amino-kiselinama, mineralnim materijama, vitaminima i nekaloričnim zaslađivačima. Biotehnoškim metodama se može postići poboljšanje biljnih vrsta (Mifflin, 2000) za brojne osobine napr. tolerantnost na niske temperature ili sušu i veću adaptiranost na degradirano zemljište. Osobina univerzalnosti dezoksiribonuleinske kiseline (DNK) omogućava da se primenom molekularnih metoda uspešno prenesu geni kako između jedinki iste vrste, tako i jedinki evolutivno udaljenih vrsta i tako stvore genetički modifikovani organizmi (GMO) sa novim svojstvima (This i sar., 2001; Doebley i sar., 2006). Tako unošenje gena iz bakterije u biljku u cilju da se smanji pritisak bolesti i poveća otpornost na herbicide (Roundup Redy, soja) predstavlja veliki ekonomski značaj. Biotehnoškim metodama su stvorene sorte otporne na bolesti (*Bt* soja, *Bt* kukuruz, *Bt* pamuk) i koje imaju nekoliko puta veći prinos od sorti stvorenih klasičnim oplemenjivanjem. Osim

toga, ovo znanje je iskoristila farmaceutska industrija, a što potvrđuju stvorene transgene biljke koje vrše sintezu specifičnih proizvoda. Nova tehnologija omogućava zaštitu funkcije gena ili pak brojne patente, kako na nivou organizma tako i na nivou gena i njegovih strukturnih jedinica. Kao ilustraciju možemo navesti da napr. modifikacijom ekspresije gena 19Kda zeina je dobijen genotip kukuruza sa povećanim sadržajem esencijalnih aminokiselina cistein, metionin, lizin ili gen za albumin iz *Amarathusa* je prenet u krompir i time je sadržaj proteina u krtolama povećan sa 1% na 14%. Kod genetički modifikovanog pirinča veći je sadržaj β -karotena i gvožđa, čije korišćenje u ishrani može doprineti direktno na smanjenje rizika od slepila i anemije. Kod GM paradajza i paprika je ostvaren veći sadržaj likopena, koji je značajan antioksidant. Takođe, je postignut veći sadržaj nezasićenih masnih kiselina, kod genetički modifikovane uljane repice, soje, suncokreta što povećava biološke i zdravstvene karakteristike ulja. Takođe, na bazi biotehnoloških inovacija može se postići ne samo povećanje rodnosti, već i adaptivnih sposobnosti, kvaliteta, novina u genskoj terapiji itd (Knezevic i Micanovic, 2013).

Iako postoje otpori za širenje u proizvodnji i prirodi genetički modifikovanih biljaka, usevi GM biljaka se šire i zauzimaju oko 400 miliona hektara. Najveće površine sa GM usevima su u Kini. Na mapi sveta većina zemalja je legalizovala proizvodnju GMO što je prihvaćeno i u evropskim zemljama, tako je EU od pre pet godina (2010) dozvoljeno gajenje GM krompira.

Zaključak

Oplemenjivanjem biljaka je ostvareno poboljšanje morfološko-anatomskih, produktivnih, biohemijsko-fizioloških, tehnoloških i nutritivnih osobina kod sorti i hibrida. Različite metode i pristupi oplemenjivanja su imali različit efekat u poboljšanju osobina novostvorenih genotipova. Ostvarena poboljšanja osobina su doprinela povećanju proizvodnje hrane sa boljim osobinama tehnološkog i nutritivnog kvaliteta. Biljna proizvodnja bazirana na hibridima i sortama stvorenim metodama klasičnog oplemenjivanja omogućava dovoljne količine hrane za ishranu ljudske populacije, mada u nerazvijenim zemljama vlada glad zbog nesvrshodne distribucije kao posledica ekonomsko političkih strategija država koje su najveći proizvođači i moćni politički faktori u svetu. Oplemenjivanjem je postignuto proširenje biodiverziteta i očuvanje važnih gena poreklom iz divljih srodnika brojnih biljnih vrsta. Metode biotehnologije su doprinele značajnom povećanju prinosa i kvaliteta biljnih vrsta kao i veću adaptivnu sposobnost u različitim uslovima sredine. Ove metode omogućavaju precizno manipulisanje genima (transfer gena). Organska poljoprivreda se razvija kao odgovor na intenzivnu poljoprivredu, sa enormnom upotrebom pesticida i mineralnih đubriva, čije usmerenje je proizvodnja zdravstveno-bezbedne hrane, ali čiji kapaciteti su slabi da obezbede hranu za trenutnu i buduću, rastuću ljudsku populaciju.

Napomena: Istraživanja u ovom radu su deo projekta TR 31092 „Izučavanje genetičke osnove poboljšanja prinosa i kvaliteta strnih žita u različitim ekološkim uslovima”, koji finansira Ministarstvo Prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Literatura

- Aglan, M.A., Farhat, W.Z.E. (2014): Genetic studies on some earliness and agronomic characters in advanced generations in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Plant & Soil Science*, 3(6): 790-798.
- Cattivelli, L., Baldi, P., Crosatti, C., Di Fonzo, N., Faccioli, P., Grossi, M., Mastrangelo, A. M., Pecchioni, N., Stanca, M.A. (2002): Chromosome regions and stress related sequences involved in resistance to abiotic stress in Triticeae. *Plant Mol. Biol.*, 48: 649-665.
- Cook, J.P., Wichman, D.M., Martin, J.M., Bruckner, P.L., Talbert, L.E. (2004): Identification of microsatellite markers associated with a stem solidness locus in wheat, *Crop Sci.*, 44:1397-1402.
- Doebley, J.F., Gaut, B.S., Smith, B.D. (2006): The molecular genetics of crop domestication. *Cell* 127:1309-1321.
- Dukić, N., Knežević, D. (2013): Allelic composition of Gli-B1 locus and their relationships with protein sedimentation and gluten content in durum wheat. *The Journal of Genetics*, 114-123.
- Fowler, D. B., Limin, A. E (1997): Breeding for winter hardiness in cereals. *Acta Agro. Hun.* 45 (3): 301-309.
- Fu, D.L., Szucs, P., Yan, L.L., Helguera, M., Skinner, J.S., von Zitzewitz, J., Hayes, P.M., Dubcovsky, J. (2005): Large deletions within the first intron in *Vrn-1* are associated with spring growth habit in barley and wheat. *Mol. Genet. Genom.* 273:54-65.
- Galiba, G., Kerepesi, I., Vagujfalvi, A., Kocsy, G., Cattivelli, L., Dubcovsky, J., Snape, J.W. (2001): Mapping of genes involved in glutathione, carbohydrate and COR14b cold induced protein accumulation during cold hardening in wheat. *Euphytica*, 119:173-177.
- Knezevic, D., Kondic, D., Markovic, S. (2012): Importance of genetically modified organisms. *Proceedings. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012"*, Editorial in Chief: Dušan Kovačević, 15-17. novembar 2012. Jahorina, pp. 117-121.
- Knezevic, D., Micanovic Danica (2013): *The role of science to development of economy and agriculture*. Thematic Proc. International scientific conference „Sustainable agriculture and rural development in terms of the republic of Serbia strategic goal realization within the Danube region“. Topola, 5-7th Dec. 2013, pp 158-174. Inst. Agric. Econ. Belgrade.
- Knezevic, D., Paunovic, A., Madic, M., Djukic, N. (2007): Genetic analysis of nitrogen accumulation in four wheat cultivars and their hybrids. *Cereal Res. Comm.*, 35 (2): 633-336.
- Kovacevic, V., Banaj, D., Kovacevic, J., Lalic, A., Jurkovic, Z., Krizmanic M. (2006): Influences of liming on maize, sunflower and barley. *Cer. Res. Comm.*, 34 (1):553-556.
- Kong, E., Liu, D., Guo, X., Yang, W., Sun, J., Li, X., Zhan, K., Cui, D., Lin, J., Zhang, A. (2013): Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. *The Crop Journal*, 1:43-49.
- Landjeva, S., Korzun, V., Tsanev, V., Vladova, R., Ganeva, G. (2006): Distribution of the wheat-rye translocation 1RS.1BL among bread wheat varieties of Bulgaria. *Plant Breed.* 125, 102-104.
- Menkovska, M., Knežević, D., Ivanoski, M. (2002): Protein allelic composition, dough rheology, and baking characteristics of flour mill streams from wheat cultivars with known and varied baking qualities. *Cereal Chemistry*, 79 (5):720-725.
- Metakovsky, E.V., Wrigley, C.V., Bekes, F., Gupta, R.B. (1990): Gluten polypeptides as useful genetic markers of dough quality in Australian wheats. *Aust. J. Agric. Res.*, 41:289-306.
- Miflin, B. (2000): Crop improvement in 21st century. *Journal of Experimental Botany*, 51, 1-8.
- Micanovic, D., Zecevic, V. (2012): *Science and Economy*. Thematic Proc. International Scientific Meeting-Sustainable agriculture and rural development in terms of the Republic of Serbia strategic goals realization within the Danube region-Preservation of rural values. December, 6-8th 2012, pp. 189-205 Institute of Agricultural Economics, Belgrade.

- Paunovic, A., Madic M., Knezevic, D., Bokan, N. (2007): Sowing density and nitrogen fertilization influences on yield components of barley. *Cereal Res. Commun.*, 35(2): 901-904.
- Payne, P.I. (1987): Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Annual Review of Plant Physiology* 38:141-153
- Saulescu, N.N., Braun, H.J. (2001): Cold tolerance. In: Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., McNab A. (eds) *Application of physiology in wheat breeding*. CIMMYT, Mexico, D.F, pp 111-123.
- Single, W.W. (1998): Resistance to frost injury during stem elongation and early heading. In: *Frost injury in wheat: report of the NSW Wheat Research Council*. NSW Wheat Research Council, Haymarket, pp 7-18.
- Sozinov, A.A., Poperelya, F.A. (1984): Polymorphism of prolamins and breeding. *J. Breeding and Seed Production*, 8, 4-9.
- This, D., Knežević, D., Javornik, B., Teulat, B., Monneveux, P., Janjić, V. (2001): Genetic markers and their use in cereal breeding. In: *Monograph Genetic and Breeding of Small Grains*. (Eds. S. Quarrie et al.) pp. 51- 89.
- Sutka, J. (2001): Genes for frost resistance in wheat. *Euphytica* 59: 145- 152.
- Timothy, L., Frances, F., Shaptera, M., McDonalda, S., Watersa, L.E.D., Chiversb, H.J., Drenthc, A., Nevod, E., Henryc, J.R. (2011): Genome diversity in wild grasses under environmental stress. *PNAS Early Edition*, 1-6.
- Toth, B., Galiba, G., Feher, E., Sutka, J., Snape, J.W. (2003): Mapping genes affecting flowering time and frost resistance on chromosome 5B of wheat. *Theor. Appl. Genet.* 107:509–514
- Živančev, D., Torbica A., Mastilović J., Knežević, D., Đukić N. (2012): Relation among different parameters of damaged starch content, falling number and mechanical damage level. *Ratar. Povrt.* 49:3 282-287
- Yao, J.B., Ma, H.X., Zhang, P.P., Ren, L.J., Yang, X.M., Yao, G.C., Zhang, P., Zhou, M.P. (2011): Inheritance of stem strength and its correlations with culm morphological traits in wheat, *Can. J. Plant Sci.*, 91, 1065–1070.
- Yan, L., Loukoianov, A., Tranquilli, G., Helguera, M., Fahima, T., Dubcovsky, J. (2003): Positional cloning of the wheat vernalization gene *Vrn1*. *Proc Natl Acad Sci USA* 100:6263–6268
- Zecevic V., Knezevic, D., Boskovic, J., Micanovic, D., Dozet, G., (2010): *Effect of nitrogen fertilization on winter wheat quality*. *Cereal Research Communications*, 38(2):243-249.
- Zecevic, V., Boskovic, J., Knezevic, D., Micanovic, D. (2014): Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean Journal of Agriculture Research (CJAR)*, 74(1):23-28.

IMPLICATIONS OF PLANT BREEDING IN FOOD PRODUCTION

Desimir Knežević, Aleksandar Paunović, Danijela Kondić, Milomirka Madić, Veselinka Zečević, Sretenka Srđić, Dragana Rajković

Food production is based on scientific developments and their application depending on environmental factors and economic development. An important role in crop production of food varieties and hybrids have been created in the breeding of crops such care by applying optimal growing in specific environmental conditions. Created by breeding new varieties and hybrids that are higher yield several times since the old selection and natural populations which plays a major role in food security. The need for food security imposed new approaches in breeding based on the manipulation of gene recombinant DNA. By using biotechnological methods, genetically modified plants, the incorporation of desirable genes from evolutionarily distant species. The occurrence of adverse effects of GM foods, a high degree of pollution of the biosphere and significant climate changes imposed by the need to produce safe food. Thus, the developing trend of organic production, characterized by low yields and control of product safety. Conventional breeding, its development and achievements impose new approaches in creating, producing varieties and their (organic farming and genetically modified food). GM varieties have higher yields several times of the varieties that are created in conventional breeding, greater resistance to stress and better quality

Keywords: plant, breeding, yield, quality, food.

Desimir Knežević, University of Priština, Faculty of Agriculture, Kosovska Mitrovica - Zubin Potok – Lesak, Kopaonicka bb, 38219 Lesak, Kosovo i Metohija, Srbija, e-dresa:deskoa@ptt.rs

Aleksandar Paunović, University of Kragujevac, Faculty of Agriculture, Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija

Daijela Kondić, University of Banja Luci, Faculty of Agriculture, Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia i Hertzegovina

Milomirka Madić, University of Kragujevac, Faculty of Agriculture, Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija

Veselinka Zečević, University Megatrend, Belgrade, Faculty for biopharming, Bačka Topola, Srbija

Sretenka Srdi, University of Banja Luci, Faculty of Agriculture, Banja Luka, Bulevar Vojvode Petra Bojovića 1A, 78000 Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia i Hertzegovina

Dragana Rajković, Institute of field and vegetable crops, Novi Sad, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia