

BRZA DETEKCIJA GENETIČKE MODIFIKACIJE ZA PRAĆENJE GMO U POLJOPRIVREDI

Sofija Petrović^{1*} i Miodrag Dimitrijević¹

Izvod

Transgena tehnologija je proširila puteve stvaranja nove genetičke varijabilnosti. Genetički modifikovani organizmi (GMO) poseduju ukupni genom koji je izmenjen na način koji se ne bi desio u prirodi. Genetički modifikovane (GM) poljoprivredne kulture beleže stalni porast u svom udelu u poljoprivrednoj proizvodnji. Ipak, u najvećoj meri su ograničene na dve kulture - soju i kukuruz, kao i na dve genetičke modifikacije, otpornost na totalne herbicide i štetočine iz roda leptira (*Lepidoptera*). Radi praćenja gajenja i prometa GMO koriste se testovi različite preciznosti, koji kvalitativno i/ili kvantitativno utvrđuju prisustvo genetičkih modifikacija. Testovi za brzo utvrđivanje prisustva GM su pogodni, jer mogu da se sprovedu brzo i precizno, u okvirima deklarisanе osetljivosti i van laboratorije. Na primeru korišćenja brzih testova pokazana je njihova upotrebnа vrednost.

Ključne reči: GMO, soja, test, trake, poljoprivreda

Uvod

Kako je stvarana nova genetička varijabilnost

Neolitska revolucija je označavala preokret u ponašanju čoveka i stvorila temelje civilizacije koju poznajemo. Poljoprivreda, odnosno proizvodnja hrane se, između 10.000 i 5.000 godina pre nove ere, pojavila u raznim krajevima sveta (Weisdorf, 2005). Modifikacije genetičke osnove organizama prate čoveka, dakle, već više od 10.000 godina,

još od vremena prelaska sa faze sakupljanja i lova, na sedelački način života i proizvodnju hrane poljoprivredom. U početku je poželjna genetička varijabilnost dobijana selekcijom iz domestifikovanih populacija divljih životinja i biljaka. Zatim se prešlo na kontrolisana ukrštanja individua odabranih iz populacija. Na ovaj način se čovek direktno umešao u prirodnu varijaciju, indukujući genotipove poželjnih karakteristika, rekombinacijom roditeljskih genofondova i odabirom željene genetičke varijabilnosti u potomstvu. Stvaranje

Pregledni naučni rad (Review paper)

¹Petrović S, Dimitrijević M, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

*sonjap@polj.uns.ac.rs

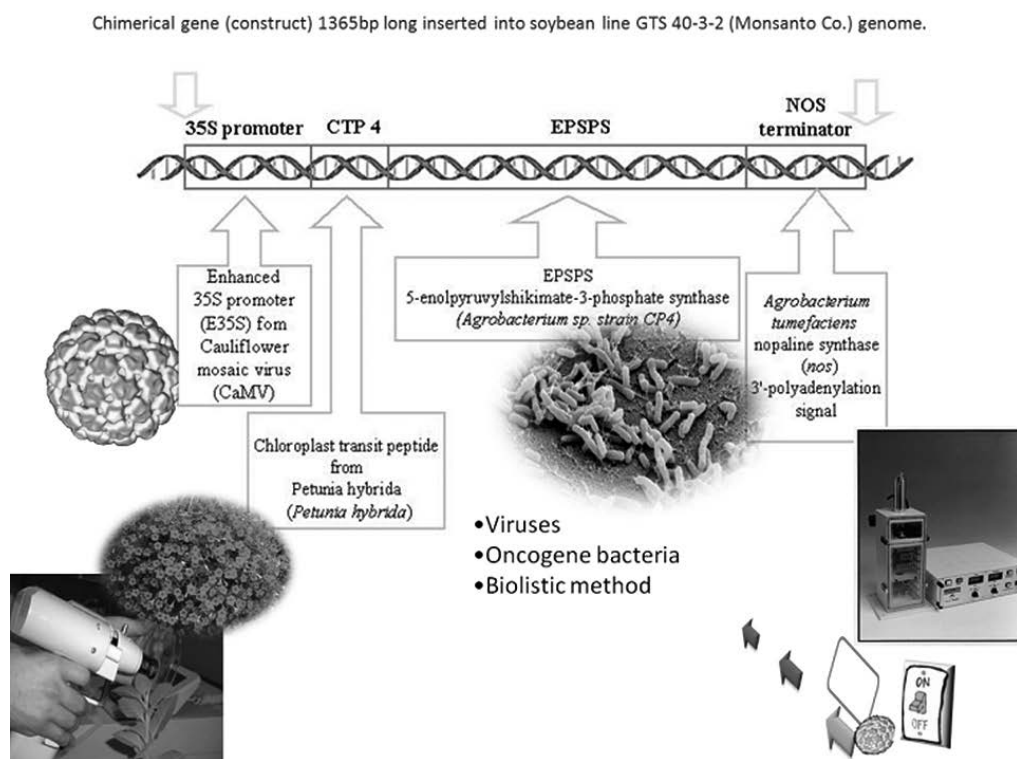
nove genetičke varijabilnosti vertikalnim transferom genetičke informacije, sa roditelja na potomstvo, je bio jedini put stvaranja nove genetičke varijabilnosti hiljadama godina, sve do savremenog doba. U današnje vreme je ovaj put još uvek preovlađujući i koristi se za dobijanje novih sorti u programima oplemenjivanja poljoprivrednih organizama. Međutim, nije više i jedini put.

Pojava genetički modifikovanih organizama

Genetički modifikovani organizmi (GMO) predstavljaju organizme, sa izuzetkom ljudi, čiji je genetički materijal izmenjen na način koji se ne dešava u prirodi, ukrštanjem i/ili prirodnom rekombinacijom (DIRECTIVE 2001/18/EC). Moderna biotehnologija transgenom tehnologijom proizvodi GMO u laboratorijskim uslovima. Stvaranje poželjne genetičke varijacije tehnologijom transgena se zasniva na horizontalnom transferu gena iz organizma u organizam, bez ukrštanja. Horizontalni genski transfer (HGT), ili lateralni genski transfer (LGT), podrazumeva proces kojim organizam recipijent dobija genetički materijal organizma donora, aseksualnim putem (Bock, 2010). Vertikalni transfer genetičkog materijala je proučavan naučnim metodima još od rada Gregora Mendela (Mendel, 1866). Horizontalni transfer gena, transdukcijom i transformacijom, je ustanovljen mnogo kasnije, polovinom četvrte decenije prošlog veka (Avery *et al.*, 1944). Iako je, u početku smatrano, da je horizontalni transfer nasledne informacije jedinstven samo za svet prokariota, kasnija istraživanja su pokazala da je ovaj put propagacije gena karakterističan za sve organizme, čime je označen kao evolucionni proces (Werner, 2008). Prvi put u istoriji čovek je, transgenom tehnologijom počeo da koristi horizontalni transfer gena za dobijanje željene

genetičke varijacije.

Ono što je jedinstveno, u prirodi neponovljivo i karakteristično za GMO je i genska konstrukcija, odnosno himerni gen, koji se insertuje u genom domaćina. Himerni gen je često sam po sebi laboratorijski konstruisan tako da se kombinuju genski delovi različitih, najčešće taksonomski udaljenih organizama. Tipičan primer je genska konstrukcija (gene construct, eng.) GTS 40-3-2, RoundUp Ready soja, koja donosi otpornost na totalne herbicide sa glifosatom kao aktivnom materijom. Glifosat je herbicid širokog spektra delovanja. Kod biljaka blokira delovanje enzima 5-enolpiruvilšikimat-3-fosfat sintetaze, koji igra ključnu ulogu u sintezi aromatičnih esencijalnih amino-kiselina – fenilalanina, tirozina i triptofana. Nedostatak ovih amino-kiselina dovodi do uginuća biljaka u roku od nekoliko dana. Ovu konstrukciju čini strukturalni glifosat tolerantni gen koji proizvodi enzim 5-enolpiruvilšikimat-3-fosfat sintetazu (EPSPS) i koji je izolovan iz zemljišnih bakterija *Agrobacterium tumefaciens* rasa CP4, zatim regulatorni gen, jak promotor P-CaMV E35S iz mozaik virusa karfiola (Cauliflower Mosaic Virus), terminatori gen, terminator sinteze nopalina (T-nos) izolovan iz bakterije *A. tumefaciens* i gen koji produkuje hloroplast tranzicioni peptid CTP4 iz eukariotskog organizma petunije (*Petunia hybrida*), sl. 1, (Green and Castle, 2010; Dimitrijević i Petrović, 2013). Strukturalni EPSPS gen je neosetljiv na delovanje herbicida i degradira glifosat do kiselina i oksalata, čime se deaktivira njegovo delovanje pretvaranjem aktivne komponente herbicida u neaktivnu. Na ovaj način se ne blokira proizvodnja esencijalnih amino-kiselina, biljka preživljava i nastavlja da se normalno razvija, za razliku od okolnih korovskih biljaka (Dimitrijević i Petrović, 2004).



Slika 1. Genska konstrukcija GTS 40-3-2 RR soje, sadrži delove taksonomski udaljenih organizama, u ovom slučaju prokariota i eukariota (Dimitrijević i Petrović, 2004)

Figure 1. Gen construct GTS 40-3-2 RR soybean, consisting of gene parts of taxonomically very distant organisms origin, procaryotic and eucaryotic organisms in this case (Dimitrijević and Petrović, 2004)

Rasprostranjenost GM kultura

Transgena tehnologija je najveću komercijalizaciju ostvarila u poljoprivredi. Od 1996. kada su GM usevi gajeni na 1,7 miliona hektara, površina pod ovim kulturama je narasla do 175,2 miliona hektara u 2013. godini. Smatra se da je ovo najbrže prihvaćena tehnologija u novijoj istoriji (James, 2013). Prema James (2013), ovo se objašnjava plastičnošću tih useva i koristima koje od njih imaju proizvođači i potrošači. Međutim,

mora da se napomene da plasman ni jedne tehnologije u „novijoj istoriji“ nije pratila tako obimna i agresivna propaganda, kao i plasman uz korišćenje različitih oblika geopolitičkog delovanja i globalno ekonomskih mera. Iako je površina pod GM kulturama rasla po preko 100 puta od 1996. do 2013., areal gajenja se nije širio tim tempom. Navedenih 175,2 miliona hektara pokriva 27 država u svetu, ali 156,6 miliona hektara (89,4%) deli svega pet država i to: SAD 70,1 milion hektara (40% od ukupnih površina pod GM usevima u svetu), Brazil 40,3

miliona hektara (23%), Argentina 24,4 miliona hektara (oko 14%), Indija 11 miliona hektara (6,3%) i Kanada 10,8 miliona hektara (6,2%). U ostale 22 države, 14 država gaji GMO na površinama od 100.000 hektara (Španija, Meksiko, Kolumbija, Sudan) do 4,6 miliona hektara (Kina), dok se u 8 država GMO gaji na manje od 100.000 hektara (Čile, Honduras, Portugalija, Kuba, Češka, Kostarika, Rumunija i Slovačka), podaci prema James, (2013). Međutim, dok je trend širenja površina pod GM kulturama beležio stalan porast, broj država u kojima se GM kulture gaje, beleži blagi pad. Tako je broj država koje su gajile GMO u poljoprivredi u 2007. bio 17, da bi do 2010. taj broj narastao do 29 država. Od 2011. kada je broj država koje su gajile GMO stagnirao na 29, u odnosu na prethodnu godinu 2013., se smanjio na 27. Uočava se i trend pomeranja težišta proizvodnje hrane GM usevima sa razvijenih zemalja na zemlje u razvoju. U dve uzastopne godine zemlje u razvoju su sejale više hektara GM useva; nego razvijene zemlje. U 2013. je taj odnos iznosio 54% (94 miliona hektara) u zemljama u razvoju, u odnosu na 46% (81 milion hektara) u razvijenim zemljama (James, 2013). Međutim i ovde može da se uoči, da je na ovakav odnos u velikoj meri uticalo širenje GM kultura u jednoj jedinjoj državi u razvoju, u Brazilu, gde su površine pod GM kulturama narasle sa 25,4 miliona hektara u 2010. na 40,3 miliona hektara u 2013.

Srbija godišnje zaseje oko 160.000 hektara konvencionalne soje i ostvari prinos od oko 2,5 tona po hektaru, što znači da Srbija godišnje proizvede oko 400.000 tona ne-GM soje (Republički zavod za statistiku, 2013). Srbija je jedina država u Evropi koja je samodovoljna u proizvodnji soje i predstavlja četvrtog izvoznika konvencionalne soje na našem kontinentu.

Da bi se stekla potpuna slika o zastupljenosti GM kultura u poljoprivredi, potrebno je da se sagleda i njihovo učešće u ukupnoj poljoprivrednoj proizvodnji u svetu. Na zemlji se nalazi oko 13,4 milijarde hektara zemljane površine, od čega se 1,5-1,6 milijarde hektara koristi za proizvodnju poljoprivrednih kultura (Smith et al., 2010; Lambina and Meyfroidt, 2011). Ako površinu pod GM kulturama stavimo u odnos sa ukupnom površinom pod poljoprivrednim kulturama, sledi da transgeni usevi zauzimaju 10,9-11,7% površina u biljnoj proizvodnji.

Uočljiva je veoma uska varijacija u poljoprivrednim kulturama, koje se podvrgavaju genetičkim modifikacijama dajući GMO varijante. Transgena tehnologija za modifikacije najviše koristi dve biljne vrste-soju (*Glycine max* L. Merr.) i kukuruz (*Zea mays* L.). U 2012. GM soja je gajena na 80,7 miliona hektara od 170,3 miliona hektara zasejanih GM usevima u svetu, što čini 47% GMO u poljoprivredi. Genetički modifikovan kukuruz je sejan na 55,1 milion hektara (32%). Značajnije procenete zastupljenosti u GMO biljnom diverzitetu u poljoprivredi iskazuju još i pamuk (14%) i uljana repica (5%), dok se sve ostale GM kulture pojavljuju sa manje od 2% učešća. Mala varijabilnost se beleži i po osobinama koje su podvrgnute genetičkoj modifikaciji. Tolerantnost na herbicide se pojavljuje u 59% slučajeva modifikacija poljoprivrednih kultura. U 2012. ova modifikacija je sejana na 100,5 miliona hektara. Kombinacija otpornosti na herbicide i otpornosti na insekte se javlja u 26% slučajeva (43,7 miliona hektara), a sama otpornost na insekte u 15% slučajeva (26,1 milion hektara). Sve ostale modifikacije su zanemarljivog učešća (James, 2012). Ovo pokazuje da transgena tehnologija i pored brze ekspanzije,

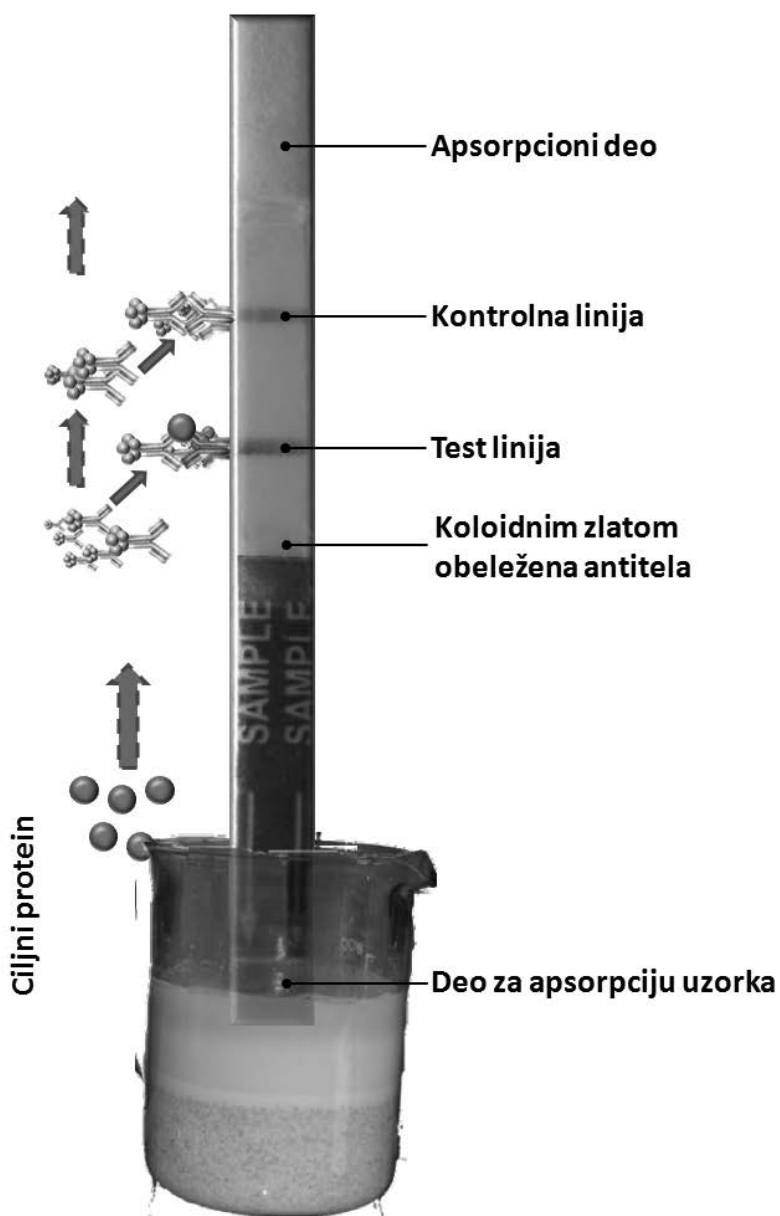
od samog početka svoje komercijalizacije u agraru, nudi veoma usku varijabilnost u pogledu kultura i osobina koje modifikuje. Ovo može da ukaže na realno ograničene tehničke mogućnosti i domete ove tehnologije, kao i eventualno pretpostavljanje težnje za brzom komercijalizacijom, težnji da se proširi paleta modifikacija koje ova tehnologija nudi proizvodnji hrane.

Načini testiranja GM

Testiranje prisustva genetičke modifikacije u uzorku koji je podvrgnut ispitivanju se zasniva na ustanovljenju modifikacije na nivou DNK, ili na nivou proteinskog produkta modifikovane DNK (imunološka analiza). Analiza može da bude kvalitativna, pri čemu rezultat otkriva prisustvo, ili odsustvo genetičke modifikacije u uzorku, ili kvantitativna, kada se u slučaju pozitivnog rezultata, dobija i zastupljenost genetički modifikovane DNK u uzorku. Za kvantitativnu analizu, odnosno detekciju modifikacije na nivou DNK se najčešće koristi lančana reakcija polimeraze (PCR). Ovakva analiza je preciznija, veće osetljivosti. Njome je moguće da se otkrije i kvantifikuje genetička modifikacija i u uzorcima koji su podvrgnuti hemijskom ili termičkom tretmanu, što je čest slučaj u proizvodnji hrane. Slično je i sa testom na bazi proteinskog produkta, **ELISA** (Enzyme-linked immunosorbent **assay**) testom. Nedostatak ovog testa je što detektuje samo netaknuti protein, tako da može da se primeni za testiranje semena, ili vegetativnih delova, ali ne i na proizvode koji su podvrgnuti industrijskoj obradi. Ovakve analize zahtevaju

adekvatno opremljenu laboratoriju i stručno osposobljeno osoblje. Navedeni metodi mogu da se koriste i za kvalitativnu analizu, ali nisu pogodni za brzo utvrđivanje prisustva genetičke modifikacije, jer traže opremljene laboratorije, obučeno osoblje i transport uzoraka do mesta analize.

Brzi metodi za utvrđivanje prisustva genetičkih modifikacija prate prisustvo proteinskog produkta dela genske konstrukcije koja je insertovana u domaćina postupkom genetičkog inženjeringa. Široko korišćen je metod traka, koji spada u kvalitativne metode koje se zasnivaju na imunološkim testovima. Princip metoda traka se zasniva na vezivanju koloidnim zlatom obeleženih antitela koja se nalaze na test-traci za GMO protein, koji je eventualno prisutan u uzorku. Ako je GMO protein prisutan, formirani kompleks antitelo-protein nastavlja da se kreće uz traku, koja je prethodno potopljena u homogenizovan uzorak, i prelazi preko dve zone na traci, kontrolnu i test liniju. Test linija poseduje antitela specifična za GMO protein na koji se vrši test. Koloidnim zlatom obeležena antitela u kompleksu sa GMO proteinom prelaze preko test linije i formira se sendvič koji je vidljiv kao linija na test traci. Višak koloidnim zlatom obeleženih antitela, koji se nije vezao za GMO protein, nastavlja migraciju uz traku, ka kontrolnom delu u kome se nalaze antitela specifična za koloidnim zlatom obeležena antitela. Vezivanjem mobilnih antitela i onih koja su vezana za kontrolni deo test trake, pojavljuje se druga vidljiva linija na test traci. Ova kontrolna linija pokazuje da je test validan i da je uzorak prošao kroz traku (sl. 2).



Slika 2. Brzo testiranje prisustva GMO u uzorku metodom traka (foto Dimitrijević, Petrović)
Figure 2. Rapid testing for GMO presence in the sample, utilizing stripe test method (photo by Dimitrijević, Petrović)

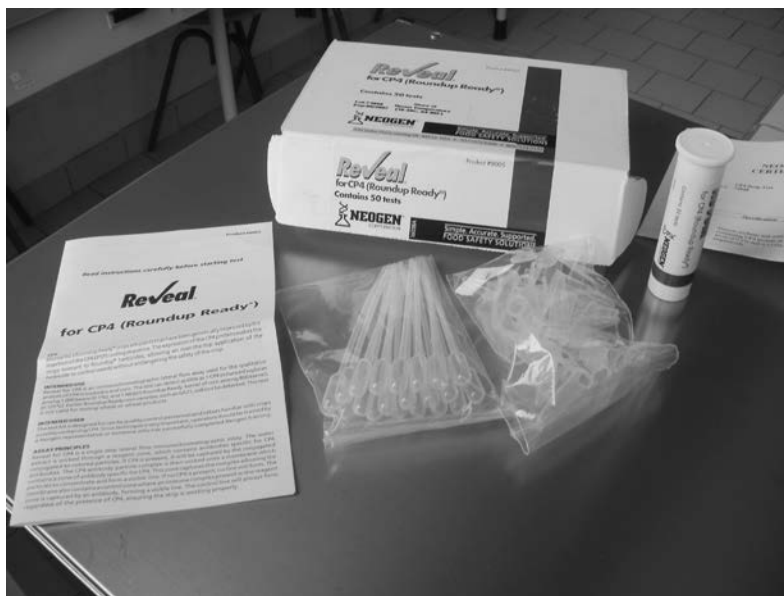
Ova vrsta testova je manje precizna nego laboratorijski metodi i detektuje GM u dijapazonu od 0,1-1%, međutim može da se uradi brzo, nisu potrebni laboratorijski uslovi, posebna oprema i obučenost. Test trakama je pogodan kao pilot test, na licu mesta, da se ustanovi da li je gajena kultura ili seme genetički modifikovano, ili ne.

Prethodni rezultati laboratorijskih ispitivanja ukazuju, da i pored zakonskih zabrana, organa kontrole i praćenja, u Srbiji mogu da se nađu GM usevi (Nikolić i sar, 2006). Ovde se ne radi samo o kršenju zakonskih propisa Republike Srbije, već i o nelegalnom korišćenju patentnih prava kojima raspolaže vlasnik GM kulture. Ova patentna prava štite samu gensku konstrukciju, kao i GM kulturu koja nosi određeni himerni gen. Nelegalnim zasnivanjem GM useva se ugrožava životna sredina, jer niko ne preuzima mere zaštite od moguće kontaminacije. Ovo je posebno opasno,

ako se radi o stranooplodnim poljoprivrednim kulturama.

Brzi testovi za utvrđivanje prisustva GM

Ovi testovi mogu da budu veoma korisni kao prva informacija zainteresovanima da li je kultura genetički modifikovana, ili ne. Efikasnost brzog testiranja je praćena testiranjem imunohromatografski testom traka. Pribavljeno je 10 uzoraka od po 300g sojinog zrna iz deset različitih i slučajno odabranih prodavnica zdravstveno bezbedne hrane u Novom Sadu. Uzorci su prikupljeni u jednom danu, marta 2011. Za brzo testiranje je korišćen komplet Neogen® corporation, imunohromatografski „Reveal®“ test, za CP4 (Roundup Ready®). Komplet sadrži test trake za utvrđivanje prisustva GM (u plastičnoj tubi), kao i pipete i kivete u plastičnim kesicama (sl. 3).

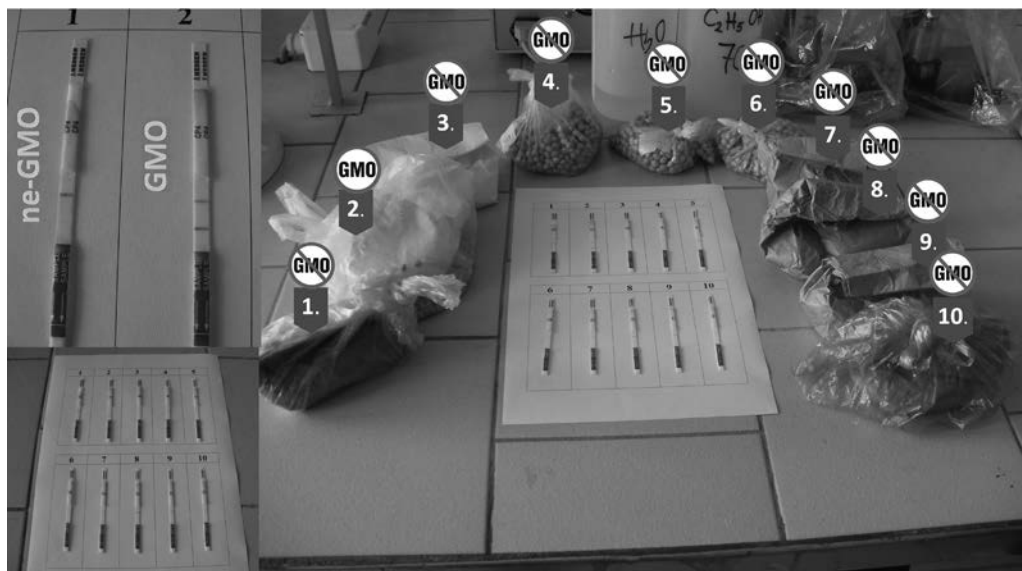


Slika 3. Komplet za brzo utvrđivanje prisustva GM (foto Petrović, Dimitrijević)
Figure 3. Rapid GM test kit (photo by Petrović, Dimitrijević)

Testom se otkriva prisustvo proteinskog produkta gena CP4 koji koduje sintezu hloroplast transportnog peptida. Ovaj gen je deo genske konstrukcije koja se insertuje u genom soje, čineći je genetički modifikovanom. Test može da se primeni na soju i kukuruz koji poseduju genetičku modifikaciju otpornosti na Roundup® totalni herbicid. Preciznost testa je 1 na 1000 zrna (0,1%) soje i 1 na 800 zrna (0,125%) kukuruza. Reprezentativni uzorak, kojim se postiže 0,1% osetljivosti testa, se dobija kada se prosečna masa zrna (u ovom slučaju 100 zrna) pomnoži sa 1000. Ođmereni uzorak se melje u mlinu (u ovom slučaju mlin za kafu Siemens MC23200), 30-45 sekundi pri najvećem broju obrtaja. Samlevenom uzorku se dodaje 4 puta veća količina destilovane vode i uzorak se meša 30-45 sekundi dok se rastvor ne homogenizuje. Posle taloženja uzorka od oko

30 minuta, za testiranje se koristi supernatant. U slučaju većeg broja uzoraka (u ovom slučaju 10), novom pipetom za svaki uzorak, odmerava se oko 0,5ml ekstrakta i sipa u kivetu. U svaku kivetu posebno se ubacuje test traka. Rezultat se očitava posle 10 minuta.

Uzorak soje je pozitivan na sadržaj SR4 $\geq 0,1\%$, ukoliko se pojave dve linije na test traci, jedna u test-zoni i druga u kontrolnoj zoni. Negativnim rezultatom se smatra nepostojanje vidljive linije u test-zoni, uz pojavu linije u kontrolnoj zoni, po isteku 10 minuta. Ako se pojavi linija u test zoni, ali nema linije u kontrolnoj zoni, test nije validan i treba da se ponovi sa novom trakom. U slučaju pilot eksperimenta opisanog u ovom radu, pozitivan rezultat se pojavio u jednom od deset uzoraka (sl. 4).



Slika 4. Brzim testiranjem pomoću imunohromatografskih traka, prepoznat je i izdvojen uzorak GM-soje iz 10 slučajno uzetih uzoraka (foto Petrović, Dimitrijević)

Figure 4. The seed sample of GM soybean was clearly recognized among 10 random soybean seed samples (photo by Petrović, Dimitrijević)

Iz navedenog pilot istraživanja se vidi da brzi testovi imunohromatinskim trakama, mogu da se urade kako u laboratoriji, tako i van nje. Ovi testovi nisu skupi i mogu da pruže prvu informaciju o ispitivanom biljnom materijalu. Cena jednog kompleta za ispitivanje navedene genetičke modifikacije iznosi 187 evra, što po uzorku košta 3,74 evra ili oko 450 dinara sa uračunatim PDV-om od 20%, ili 160 evra komplet i 3,20 evra po uzorku (oko 380 dinara), bez PDV-a.

Pilot ispitivanje je potvrdilo prethodne rezultate Nikolić i sar. (2006) da se u proizvodnji i na tržištu Republike Srbije nalaze GM poljoprivredne kulture u formi (zrno) koja nije dozvoljena trenutno važećim zakonskim aktima.

Zaključak

Upotreba brzog testa za genetičke modifikacije, pored već zakonski propisanih obaveza prometicima da moraju da kontrolišu robu koju stavljaju u promet, bi pomogla da se zakonski propisi poštuju, da kupci imaju informaciju šta kupuju, da se GM kulture ne seju na našim poljima i da otkupljivači znaju, na licu mesta i odmah, da li je soja, kukuruz ili neka treća kultura koju otkupljuju genetički modifikovana ili ne.

Literatura

- Avery OT, MacLeod CM, McCarty M (1944): Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types. Induction of transformation by a desoxyribonucleic acid fraction isolated from pneumococcus type III, *J. Exp. Med.* 79: 137–158.
- Bock R (2010): The give-and-take of DNA: horizontal gene transfer in plants. *Trends in Plant Science*, Vol 15 (1): 11–22.
- Dimitrijević M, Petrović S (2004): Genetički modifikovani organizmi - pitanja i dileme. Izd. Zelena mreža Vojvodine, Novi Sad.
- Dimitrijević M, Petrović S (2013): Genetički modifikovani organizmi-pitanja i dileme. 47. Savetovanje agronoma Srbije, Zlatibor, 3- 9. 02. 2013. Zbornik referata: 7- 15.
- OJ, 2001. Directive 2001/18/EC. On the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC, *Official Journal of the European Communities*, L 106/1 Vol. 44, 17/04/2001.p. 39
- Green JM, Castle LA (2010): Transitioning from single to multiple herbicide resistant crops. *Glyphosate Resistance in Crops and Weeds: History, Development, and Management*; Nandula VK., Ed.; Wiley: Hoboken, NJ: 67-91.
- James C (2012): Global status of commercialized Biotech/GM crops: 2012. ISAAA Brief No. 44, Ithaca, NY.
- James C (2013): Global status of commercialized Biotech/GM crops: 2013. ISAAA Brief No. 46, Ithaca, NY.
- Lambina EF, and Meyfroidt P (2011): Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *PNAS*, Vol 108 (9): 3465-3472.
- Mendel G (1866): Versuche über Pflanzenhybriden. *Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn*, Bd. IV für das Jahr 1865, Abhandlungen: 3–47.
- Nikolić Z, Milošević M, Taški-Ajduković K i Vujaković M (2006): Monitoring genetski modifikovanih organizama.

- Pregledni rad. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova, 42: 383-389.
- Republički zavod za statistiku (2003): Ostvareni prinosi kasnih useva, šljiva i grožđa u republici Srbiji. RSZ, Republika Srbija.
- Smith P, Peter GJ, van Vuuren D, Obersteiner M, Havlík P, Rounsevell M, Woods J, Stehfest E and Bellarby J (2010): Competition for land. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 365: 2941–2957.
- Weisdorf JL (2005): From Foraging to Farming: Explaining the Neolithic Revolution. *Journal of Economic Surveys*, Vol 19 (4): 561-586.
- Werner A (2008): Molecular mechanisms driving Darwinian evolution. *Mathematical and Computer Modelling*, 47: 666–674.

RAPID DETECTION OF GENETIC MODIFICATION FOR GMO MONITORING IN AGRICULTURE

Sofija Petrović and Miodrag Dimitrijević

Summary

Transgenic technology has expanded the ways of new genetic variability creation. Genetically modified organisms (GMOs) are organisms which total genome is altered in a way that could not happen in nature. GM crops recorded a steady increase in its share in agricultural production. However, for the most part, GMO in agriculture has been limited to two cultivars - soy and corn, and the two genetic modifications, the total herbicide resistance and pest of the *Lepidoptera* genus. In order to monitor cultivation and trade of GMOs, tests of different precision are used, qualitatively and/or quantitatively determining the presence of genetic modification. Tests for the rapid determination of the presence of GM are suitable, since they can be implemented quickly and accurately, in terms of declared sensitivity, outside or in the laboratory. The example of the use of rapid tests demonstrates their value in use for rapid and efficient monitoring.

Key words: GMO, soybean, test, stripe, agriculture.

Primljen: 5.03.2015.
Prihvaćen: 5.05.2015.