

UDK

POLJOPRIVEDNA BIOTEHNOLOGIJA - STANJE I PERSPEKTIVE

DRINIĆ, G., DRINIĆ-MLADENOVIĆ, S.¹

IZVOD: Razvoj tehnologije rekombinantne DNK omogućio je prenos pojedinačnog ili nekoliko gena unutar ili između vrsta pri čemu su dobijeni organizmi sa novim svojstvima, koji se nazivaju genetički modificirani organizmi. Prve genetički modificirane sorte gajenih biljaka su se pojavile na tržištu 1996. godine i od tada su površine zasejane ovim usevima povećane na 58.7 miliona hektara u 2002. godini. U navedenom periodu stvorene su genetički modificirane sorte i hibridi gajenih biljaka sa unetim genom za tolerantnost na herbicide, otpornost na insekte, produženo vreme sazrevanja i poboljšan kvalitet. Ipak, u svetu postoje ogromna neslaganja oko moguće dobiti i potencijalnih rizika koji mogu nastati gajenjem i korišćenjem modificiranih useva. Pre svega to su etička pitanja vezana za direktno prenošenje gena iz jedne u drugu vrstu, uticaj unetog gena na spoljnu sredinu i zdravlje ljudi, ekonomska opravdanost gajenja genetički modificiranih useva, poverenje potrošača u zakonsku regulativu, obeležavanje proizvoda koji sadrže genetičku modifikaciju, uticaj na globalno tržište i rastuće potrebe za hranom.

Ključne reči: biotehnologija, poljoprivreda, gajenje, rizici, koristi

Komercijalno gajenje genetički modificiranih useva

Od 1996 do 2002. godine ukupna površina komercijalno zasejana genetički modificiranim usevima u svetu se povećala više od 35 puta, od 1,7 mil ha 1996 na 58.7 mil ha 2002. godine (James, 2002). U periodu 2001 do 2002. godine ukupne površine zasejane genetički modificiranim usevima su povećane za 12% odnosno za 6,1 miliona ha. Genetički modificirani usevi su komercijalno gajeni u 16 država od toga Indija, Kolumbija i Honduras su u 2002. godini po prvi put gajili genetički modificirane useve, Bt pamuk odnosno Bt kukuruz..

Najveće površine pod genetički modificiranim usevima se nalaze u SAD (39,0 mil ha), Argentini (13,5 mil ha), Kanadi (3,5 mil ha) i Kini (2,1 mil ha). U Evropi genetički modificirani usevi su komercijalno gajeni u Rumuniji, Bugarskoj, Španiji i Nemačkoj. Broj država u kojima se genetički modificirani usevi ispituju u ogledima u poljskim uslovima je znatno veći. U toku 2001. godine u zemljama Evropske Unije genetički modificirani

usevi su ispitivani u 1668 ogleda u poljskim uslovima (European Commission, 2001).

Najveće površine zasejane genetički modificiranim usevima u svetu u 2001. godini su zasejane sa sojom na 33,3 miliona ha. Sledi genetički modificirani kukuruz na 9,8 miliona ha, pamuk na 6,8 i uljana repica na 2,7 miliona ha. Genetički modificirane biljne vrste koje se gaje u manjem procentu obuhvataju kukuruz šećerac, kikiriki, tikve, papaju (BIO, 1998).

Od ukupno zasejane površine sa genetički modificiranim usevima zastupljenost po osobinama je sledeća: tolerantnost na herbicide 77%, rezistentnost na insekte 15%, rezistentnost na insekte sa tolerantnošću na herbicide 8%. U 2001. godini soja tolerantna na herbicide je gajena na najvećim površinama u sedam država: SAD, Argentina, Kanada, Meksiko, Rumunija, Urugvaj i Južna Afrika i zauzima 63% od ukupnih površina komercijalno zasejanih genetički modificiranim usevima (tabela 1). Bt hibridi kukuruza su gajeni na 5,9 miliona ha u SAD, Kanadi, Argentini, Južnoj Africi, Španiji i Nemačkoj.

¹ Pregledni članak (Review paper)

Od 271 miliona ha na kojima su gajeni kukuruz, soja, pamuk i uljana repica u svetu u toku 2001. godine, 19% su genetički modifikovani usevi što predstavlja povećanje u odnosu na prethodnu godinu kada su genetički modifikovani usevi gajeni na 16% od ukupnih površina zasejanih sa ova četiri useva. Od ukupno zasejanih površina u svetu sa sojom (72 mil ha) oko 46% je genetički modifikovana soja; genetički modifikovan pamuk je gajen na 20% od ukupno 34,2 mil ha na kojima se gaji ovaj usev; genetički modifikovan kukuruz je gajen na 7% od 140 mil ha i genetički modifikovana uljana repica na 11% od 25 mil ha. Navedene površine kod ovih useva nisu se značajno promenile u odnosu na 2000. godinu.

Tab. 1. Genetički modifikovani usevi komercijalno gajeni 2001. godine

Tab. 1. Genetically modified Crops grown in 2001 year

| USEV | Površina u mil ha |
|---------------------------------------|-------------------|
| Soja tolerantna na herbicide | 33,3 |
| Uljana repica tolerantna na herbicide | 5,7 |
| Kukuruz tolerantan na herbicide | 2,1 |
| Pamuk tolerantan na herbicide | 2,5 |
| Tolerantnost na herbicide ukupno | 43,6 |
| Bt kukuruz | 5,9 |
| Bt pamuk | 1,9 |
| Pamuk Bt/ tolerantan na herbicide | 2,4 |
| Kukuruz Bt/ tolerantan na herbicide | 1,8 |
| Ukupno | 52,6 |

Koristi i rizici koji se javljaju pri gajenju i korišćenju genetički modifikovanih biljaka

Genetički modifikovani usevi mogu da imaju nekoliko mogućih efekata na spoljašnu sredinu. Pozitivni efekti su smanjena primena herbicida i insekticida, veća proizvodnja po jedinici zemljišne površine uz istovremeno manja ulaganja, veća primena redukovane obrade zemljišta.

Kontrola korova je jedan od izazova poljoprivredne proizvodnje jer njihovo prisustvo smanjuju prinos useva i utiču negativno na kvalitet proizvoda. U savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji u borbi protiv korova koristi se oko 100 različitih hemijskih jedinjenja čija tržišna vrednost iznosi godišnje oko 10 milijardi američkih dolara (Carpenter and Gianessi, 1999). Genetički modifikovane biljke tolerantne na herbicide su dobijene kao rezultat unošenja gena koji sprečavaju negativno dejstvo herbicida na rast i razvoj

biljke. Do sad su stvorene genetički modifikovane biljke tolerantne na herbicide glifosat, glufozinat amonijum, imidazolin, sulfonurea, setoksidim i bromoksinil (Hart and Wax, 1999). Tako su dobijene sorte soje, pamuka, uljane repice, šećerne repe, pšenica i hibridi kukuruza sa ugrađenim genom za tolerantnost na glifosat (Roundup), kao i sorte soje, pirinča, šećerne repe, uljane repice i hibridi kukuruza sa genom za tolerantnost na glufosinat amonijum (Liberty). Na tržištu takođe se nalaze i sorte soje, pamuka i lana tolerantnih na sulfonureu, i sorte pamuka tolerantnih na bromoksinil. Gajenjem genetički modifikovanih biljaka proizvođači koriste jedan herbicid, uz jednu do dve primene čime štede vreme, pogonsko gorivo i habanje opreme. Tako je prema podacima Carpentera i Gianessi-a (2001), u toku 1999. godine količina upotrebljenih herbicida smanjena za 12%.

Ukupne površine zasejane usevima tolerantnim na herbicide i usevima u koje je unet gen za otpornost na insekte su povećane za 10,4% u 2001 u odnosu na 2000. godinu. Navedenih porast je ekvivalentan uvećanju ekonomske vrednosti od 13% ili 3.010 miliona američkih dolara. U navedeni porast su uključeni i usevi tolerantni na imidazolin i sulfonureu, iako kao proizvodi nisu dobijeni genetičkim modifikacijama. S druge strane hemijska industrija je ostvarila pad prometa u 2001. godini od oko 1,9 milijardi američkih dolara zbog uvođenja genetički modifikovanih sorata i hibrida tolerantnih na totalne herbicide.

Veliki broj biljnih bolesti i štetočine dovode do značajnog gubitka u poljoprivrednoj proizvodnji svake godine. Vekovima se čine napor da se gubici smanje odabirom genotipova sa poboljšanom otpornošću prema prouzročivačima biljnih bolesti i štetočinama, primenom hemijskih zaštitnih sredstava ili merama biološke kontrole. Prenosom specifičnih gena za otpornost iz drugih u gajene biljne vrste stvorene su genetički modifikovane biljke. Jedan od pristupa je da se pronađu organizmi koji su prirodno otporni na specifičan patogen, zatim izoluju geni za otpornosti prenesu u biljku od interesa. Drugi pristup je da se identifikuju geni unutar biljke odgovorni za stvaranje supstanci za borbu protiv patogena i da se poveća sposobnost njihove produkcije. Genetički modifikovane biljke otporne na

određene insekte sadrže gen za sintezu proteina iz zemljišne bakterije *Bacillus thuringiensis* (Bt gen) koji u crevu insekata prelazi u toksičnu formu i izaziva njihovu smrt. Bt hibridi kukuruza, sorte krompira i pamuka su komercijalizovani u SAD i u 11 drugih država. Kod kukuruza šećerca Bt toksin efikasno uništava larve sovice *Heliothis zea* i *Pseudaletia unipuncta* (Bhatia et al., 2000). Genotipovi kukuruza sa genom za rezistentnost na *Diabrotica virgifera virgifera* iz *Bacillus thuringiensis tenebrionis* se ispituju u poljskim ogledima i u 2003. godini očekuje se njegova komercijalizacija. Sorte pirinča i uljane repice sa Bt genom su u fazi razvoja (Tu et al., 2000). Gajenjem genetički modifikovanih useva otpornih na insekte poboljšava se zaštita od štetočina, uz smanjenu upotrebu insekticida i izlaganje ljudi njihovom štetnom efektu, pri čemu se povećava prinos, smanjuje prisustvo mikotoksina, štedi vreme i novac. Prema Gianessi i Carpenter-u (1999) gajenjem Bt kukuruza smanjuje se upotreba insekticida za oko 3%. Takođe je količina mikotoksina u Bt usevima smanjena za 92% (USDA ERS, 1999).

Gajenje genetički modifikovanih biljaka može da ima nepoželjan efekat na spoljašnju sredinu kao što su nekontrolisan prenos gena na divlje srodnike, korovsku populaciju i druge srodne vrste; sekundarni negativan efekat na korisne insekte, predatore, ptice i domaće životinje; negativan uticaj na biodiverzitet. Kao primer se navodi potencijalni negativni efekat polena Bt kukuruza i pamuka na korisne insekte i ptice (Royal Society, 1998). Laboratorijska ispitivanja su pokazala da larve leptira *Danaus plexippus* hranjene lišćem mlečike veštački obloženim polenom Bt kukuruza, rastu sporije i imaju veći nivo smrtnosti u odnosu na larve hranjene lišćem mlečike bez polena Bt kukuruza (Losey et al., 1999). Dodatna istraživanja su pokazala da je koncentracija Bt polena koji se vezuje za lišće mlečike u polju kukuruza isuviše mala da bi izazvala negativan efekat na leptire (Wraight et al., 2000). U toku je realizacija većeg broja eksperimenata sa ciljem da se utvrde potencijalni negativni efekti genetički modifikovanih biljaka na korisne organizme. Takođe, gajenje genetički modifikovanih biljaka otpornih na određene grupe insekata može dovesti do razvoja rezistentnosti insekata i zato se preporučuje da se na minimalno 20% polja na kome se gaje

genetički modifikovane biljke zaseje genetički nemodifikovanim biljkama.

Prenos gena polenom je proces poznat u prirodi i nije specifičan samo za genetički modifikovane biljke. Da bi došlo do prenosa gena sa genetički modifikovanih biljaka na korovske vrste ili divlje srodnike moraju da budu ispunjeni određeni preduslovi kao što su: (i) da genetički modifikovane i korovske biljke rastu u neposrednoj blizini, (ii) da imaju isto vreme polinacije (iii) da im je polen kompatibilan (McGloughin, 2000). Ispitivanje potencijalnog prenosa gena sa genetički modifikovanih biljaka na korove i divlje srodnike je jedna od obaveznih komponenti ispitivanja bezbednosti ovih proizvoda pre njihove komercijalne upotrebe.

Uvođenje genetički modifikovanih useva u poljoprivrednu praksu

Brz razvoj i primena novih tehnologija u poljoprivredi SAD rezultiralo je u povećanoj produktivnosti i obezbeđenju dovoljnih količina hrane za sopstvene potrebe i izvoz (Ball et al., 1997). Produktivnost i ekonomsku dobit koji ostvaruju proizvođači gajenjem genetički modifikovanih useva varira u zavisnosti od biljne vrste i svojstva koje je modifikovano.

Stepen usvajanja tehnologije zavisi od veličine i lokacije poseda, obrazovanja i iskustva proizvođača, kao i dostupnost informacija. Analize su pokazale da veličina poseda nije uticala na nivo uvođenja u proizvodnju sorti soje tolerantnih na herbicid. Nasuprot tome, kod kukuruza je utvrđen pozitivan uticaj veličine poseda na intenzitet gajenja hibrida sa Bt i genom tolerantnosti na herbicide posebno u početnoj fazi uvođenja ove tehnologije u proizvodnju (Rogers, 1995). Na povezanost veličine poseda i intenziteta uvođenja Bt hibrida kukuruza je uticao i stepen infekcije kukuruznim plamencem, s obzirom da je intenzitet napada u pojedinim oblastima znatno veći.

Uticaj genetički modifikovanih useva na profitabilnost njihove proizvodnje varira u zavisnosti od regiona, useva i tehnologije. Takođe zavisi od cene semena i gotovog proizvoda i troškova hemijskih sredstava zaštite useva. Cena semena genetički modifikovanih sorata i hibrida je veća u odnosu na cenu semena sorata i hibrida dobijenih klasičnim metodama oplemenjivanja. Prema

Gianessi and Carpenter (2001) prosečna dodatna cena semena genetički modifikovanih sorata i hibrida u 1997 i 1998. godini je bila 25, odnosno 20 američkih dolara po hektaru u 1999 i 2000. godini ili 24 do 30\$ po setvenoj jedinici.

Glavni razlozi širenja sorti soje tolerantnih na herbicide su niži troškovi proizvodnje, korišćenje jednog herbicida širokog spektra dejstva koji ne izaziva oštećenje useva, veća fleksibilnost vremena primene herbicida i izbora useva za setvu u plodosmeni. Gajenje useva tolerantnih na herbicide omogućava lakšu primenu tehnologije minimalne obrade i gajenja useva sa manjim međurednim razmakom. Nakon uvođenja ove tehnologije površine pod sojom u SAD koje se gaje u sistemu redukovane obrade su povećane za 35%.

Proizvođači sorata soje tolerantnih na herbicide očekuju da ostvare bar isti nivo proizvodnje uz smanjenje troškova kontrole korova klasičnom primenom herbicida i redukovanjem obrade zemljišta. Prema Duffy (2001) ne postoje bitne razlike u povraćaju ulaganja gajenjem soje tolerantne na herbicide u odnosu na gajenje konvencionalne soje a profitabilnost direktno zavisi od uštede pri zaštiti useva od korova u odnosu na cenu semena. Ukupni troškovi za management korova za polja zasejana sojom tolerantnom na herbicide je 27.14\$ u odnosu na 34.80\$ za nemodifikovanu soju. Manja upotreba herbicida i cena managementa korova ali veća cena semena i manji prinos.

Gajenjem Bt hibrida kukuruza smanjuje se upotreba insekticida i troškovi proizvodnje, uz povećanje prinosa. Međutim, njihovo gajenje je ekonomski opravdano samo ako štete izazvane ovim insektom su veće od cene semena Bt hibrida. Proizvođači koji gaje hibride kukuruza sa Bt genom u proseku plaćaju 35% više u odnosu na cenu semena konvencionalnih hibrida (Benbrook, 2001). U periodu od 1996-2001. proizvođači merkantilnog kukuruza u SAD su dodatno platili 659 miliona američkih dolara za kupovinu semena Bt kukuruza, pri čemu su ostvarili veću proizvodnju zrna kukuruza u vrednosti od 567 miliona dolara. Na ovaj način je ostvaren neto gubitak od 92 miliona američkih dolara. Korišćenje ove tehnologije u proizvodnji je u proseku ekonomski bilo isplativo u 1996, 1997, 2001. godini, ali je ostvaren gubitak 1998, 1999, 2000. godine.

Koristi koje proizvođač može da ima gajenjem Bt kukuruza u najvećoj meri zavise od nivoa infekcije insektima. Najveći uticaj gajenja Bt useva na povećanu produktivnost se ostvaruje redukcijom smanjenja prinosa usled napada insekata. Ukoliko je infekcija slaba koristi će biti proporcionalno male i obrnuto ukoliko je infekcija jača koristi će biti veće.

Evropa i genetički modifikovani usevi

Zemlje članice Evropske unije su najveći uvoznici merkantilnog zrna i proizvoda soje, uglavnom iz Brazila, Argentine i SAD (DG AGRI, 2000). Oko 40-50% soje proizvedene u Argentini i Brazilu i oko 10-15% u SAD se izvozi u zemlje Evropske unije. Iako u Brazilu zakonski nije dozvoljeno komercijalno gajenje transgenih useva površine pod genetički modifikovanom sojom se stalno povećavaju (u 2002. godini oko četiri miliona hektara). U SAD oko 68% površina pod sojom je zasejano genetički modifikovanim sortama. Trećina proizvedene soje SAD izvoze u Aziju i Evropu što predstavlja 70% ukupnih uvezenih količina zrna soje zemalja ova dva regiona. Krajem avgusta 2002. godine izvoz soje iz SAD u Evropsku uniju je 14% veći u odnosu na isti period 2001 godine. U Argentini dve trećine od ukupnih površina pod sojom su zasejane genetički modifikovanim sortama. U SAD i Argentini genetički modifikovana soja se ne razdvaja od nemodifikovane tako da veći deo uvezene soje u Evropskoj uniji je u izvesnom procentu genetički modifikovan. Uvoz i prerada merkantilnog zrna RR sorti soje, koje su tolerantne na herbicid Roundup, je odobrena u Evropskoj uniji, ali ne i njihovo gajenje. U Evropskoj Uniji do donošenja moratorijuma 1998. godine 11 genetički modifikovanih proizvoda je odobreno, a 13 novih GM proizvoda čeka odobrenje (House of Lords, 1998).

Gajenje genetički modifikovanih useva i promet hrane poreklom od genetički modifikovanih biljaka pod strogom je kontrolom Evropske Unije koja je izdala nekoliko direktiva kojima je ova oblast regulisana (European Union, 1999). Direktivama 49/2000 i 50/2000 zahteva se obeležavanje proizvoda koji sadrže genetički modifikovan biljni materijal pri čemu je definisan limit od 1% genetički modifikovane DNK u uzorku ispod koga se uzorak može smatrati nemodifikovan pa stoga ne podleže obeležavanju (Hodgson, 1999).

Nova regulativa koja reguliše obeležavanje i praćenje uvezenih proizvoda koji su genetički modifikovani je u pripremi u Evropskoj uniji i očekuje se njena primena od 2003. godine. Ovom regulativom je obavezno obeležavanje svih prerađenih i neprerađenih proizvoda u zemljama Evropske unije kao i onih koji se uvezu kao genetički modifikovani. Proizvodi se neće obeležavati jedino ako sadrže manje od 0.5% genetički modifikovanih sastojaka. Nova regulativa neće uticati na poljoprivredne proizvođače u Evropi koji ne gaje genetički modifikovane biljke, ali predstavlja problem za države koje gaje genetički modifikovane biljke i izvoze ih u Evropu. Izvoz poljoprivrednih proizvoda Amerike u Evropu, vredan oko 4 milijarde dolara može biti doveden u pitanje.

Obzirom na kompleksnost stvaranja, uvođenja u proizvodnju i korišćenja genetički modifikovanih biljaka svaka zemlja je u obavezi da donese sopstvenu zakonsku regulativu. U našoj državi Zakon o genetički modifikovanim organizmima usvojila je Savezna skupština u maju 2001 godine (Službeni list, 2001). Ovaj zakon sadrži opšte odredbe i u saglasnosti je sa regulativom Evropske unije. Zakonom su propisani uslovi za ograničenu upotrebu, proizvodnju i promet genetički modifikovanih organizama i proizvoda kao i uslovi i mere da se izbegnu nepovoljni efekti prilikom ograničene upotrebe, proizvodnje i prometa genetički modifikovanih organizama i proizvoda.

Multinacionalne kompanije i biotehnologija

Razvoj i primena biotehnologije u poljoprivredi je u potpunosti pod kontrolom privatnih multinacionalnih kompanija, koje sprovode laboratorijska istraživanja, ogledne u polju, proizvodnju i prodaju semena i zrna genetički modifikovanih useva. Prodor

biotehnologije u poljoprivredi je ostvaren zahvaljujući ulaganjem znatno većih sredstava u istraživačke programe kompanija koje se bave selekcijom i proizvodnjom semena sorti i hibrida poljoprivrednih biljaka. Kao i u ostalim privrednim delatnostima u poslednjoj dekadi 20. veka došlo je do ukрупnjavanja kapitala, tako da u svakoj privrednoj oblasti svega po nekoliko multinacionalnih kompanija drže i najveći deo tržišta. Slično se desilo i u industriji proizvodnje semena. Vodeće agrohemijske kompanije su procenile da deo svog profita je ekonomski opravdano uložiti u semenske kompanije radi stvaranja novih proizvoda čiji će plasman na tržištu omogućiti stvaranje visokih profitnih stopa (Kloppenburger, 1998). Procenjeno je da je poslednjih pet godina uloženo preko 15 milijardi dolara za kupovinu semenskih od strane hemijskih kompanija (Harl, 2000). Ulaganja u istraživanja su višestruko povećana i u vodećim kompanijama se kreću oko par stotina miliona US\$ po godini. Procenjeno je da se seme može koristiti kao nosilac proizvoda novih tehnologija, u prvom redu biotehnologije. Agrohemijske kompanije su istovremeno objedinile proizvodnju pesticida, semena i razvoj genetički modifikovanih proizvoda. Tako da najveći proizvođači pesticida su i istovremeno i najveće semenske kompanije po vrednosti plasiranog semena. Među prvih 11 semenskih kompanija skoro polovina je iz SAD (tabela 2). Smatra se da je ukupna vrednost svetskog tržišta semena oko 25 milijardi US\$, od toga 15 milijardi US\$ se realizuje na tržištu od strane semenskih kompanija. Prvih 10 semenskih kompanija kontrolišu 30% od ukupnog plasmata semena, odnosno 50% od semena je plasirano preko svih semenskih kompanija u svetu (RAFI, 2000). Seme hibrida kukuruza predstavlja najvažniji izvor prihoda u većini semenskih kompanija.

Tab. 2. Najveće semenske kompanije po ostvarenoj prodaji semena u svetu 1999. godine

Tab. 2. The largest seeds companies according seed traid in 1999 year

| Kompanija | Roditeljska kompanija/kompanije | Prodaja semena (u mil US\$) |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Pioneer Hi-Bred (US) | DuPont | 1,850 |
| Monsanto (US) | Pharmacia | 1,700 |
| Syngenta (Switzerland) | Novartis and AstraZeneca | 947 |
| Limagrain (France) | Limigrain cooperative | 700 |
| Seminis (US) | SAVIA/Grupo Pulsar | 531 |
| Advanta (Netherlands) | Cosun and AstraZeneca | 416 |
| Sakata (Japan) | Sakata | 396 |
| KWS (Germany) | KWS | 355 |
| Dow AgroSciences (US) | Dow Chemical | 350 |
| Delta & Pine Land (US) | Delta & Pine Land | 301 |
| Aventis CropScience (France) | Aventis | 288 |

Budućnost genetički modifikovanih useva

Predviđanja ukazuju da će tokom narednih pet godina najveći rast u oblasti genetički modifikovanih biljaka biti u sektoru useva tolerantnih na herbicide (tabela 3.), posebno zbog očekivanog prihvatanja i brzog širenja ove tehnologije u Brazilu. Prema predviđanjima (McDougall, 2002) rast sektora genetički modifikovanih biljaka tolerantnih na herbicide će iznositi približno 13% godišnje, u odnosu na vrednost iz 2001 godine. Očekuje se da će sadašnji trend uvođenja u proizvodnju useva sa unetim spojenim genima za tolerantnost na herbicide i otpornost na insekte na tržištima pamuka i kukuruza dovesti do rasta u ovom sektoru koji će iznositi približno 11.5% godišnje. Od ukupne ekonomske vrednosti tržišta genetički modi-

fikovanih useva od 3,010 miliona dolara u 2001. godini, 84,8% je u SAD, u Južnoj Americi sa 9,4%, Kanadi sa 4,1% i ostali sa 1,7%.

U narednih pet godina, sa regionalnog stanovišta, rast tržišta za genetički modifikovane biljke će biti najznačajniji u Južnoj Americi i Aziji, zbog prihvatanja tehnologije u Brazilu, kao i u Indiji i Kini, prvenstveno zbog usvajanja Bt pamuka, a zatim i drugih svojstava kod ovog i drugih useva. Tokom ovog perioda ne očekuje se značajnije gajenje genetički modifikovanih useva u Evropskoj Uniji, a u zemljama gde je već ova tehnologija prihvaćena, tržišta će dostići punu zasićenost.

Genetički modifikovani usevi obezbeđuje moguća rešenja za brojne izazove moderne poljoprivrede, ali stepen njihove primene u velikoj meri zavisi od ekonomskih, socijalnih i regionalnih faktora.

Tab. 3. Prognoza tržišta za genetički modifikovane useve

Tab. 3. Market forecasting of genetically modified crops

| Usev | Površina (akre milion) | | | Vrednost (\$ milion) | | |
|-------------------------------|------------------------|----------|---------|----------------------|----------|---------|
| | 2001 | 2002 (P) | 2006(P) | 2001 | 2002 (P) | 2006(P) |
| Usevi tolerantni na herbicide | | | | | | |
| Genetički modifikovani | 96,2 | 105,5 | 174,2 | 1676 | 1862 | 3246 |
| Konvencionalni usevi | 13,0 | 12,3 | 16,4 | 232 | 224 | 270 |
| Ukupno | 109,2 | 117,8 | 190,6 | 1908 | 2087 | 3517 |
| Usevi otporni na insekte | 18,9 | 18,7 | 31,2 | 602 | 596 | 935 |
| Usevi sa spojenim genima | 11,5 | 13,2 | 19,9 | 500 | 574 | 859 |
| Ukupno | 139,6 | 149,7 | 241,7 | 3010 | 3256 | 5310 |

LITERATURA

- BALL, VE., J.C. BUREAU, R. NEHRING, A. SOMWARU, (1997): Agricultural productivity revisited. American Journal of agricultural economics 70: 1045-1063.
- BENBOORK C. (2001): The farm-level economic impact of Bt corn from 1996 through 2001. <http://www.iapt.org>
- BIO, (2000): Transgenic products on the market. Biotechnology Industry Organization, Washington DC. Available online at <http://www.bio.org/food&ag/transgenic-products.html>
- CARPENTER, J. AND GIANESSIL., (1999): Herbicide tolerant soybeans: Why growers are adopting Roundup ready varieties. AgBioForum 2(2): 1-10.
- CARPENTER, J. AND GIANESSIL., (2001): Agricultural biotechnology: updated benefit estimates. National center for food and agricultural policy report.
- DG AGRI, (2000): Economic impact of genetically modified crops on the agri food sector. AgriBiotech Newsletter, no.20.
- DUFFY M., (2001): Who benefits from biotechnology?. Paper presented at the American Seed Trade Association meeting. Chicago, IL, dec.5-7,2001.
- EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTER, (2001): www.jrc.org
- EUROPEAN UNION. (1999): Official Minutes of the Environmental Council. 24 June. Environmental Council of the European Union. Available online at Ag BioTech InfoNet web site,
- GIANESSIL P. and CARPENTER J. (1999): Agricultural biotechnology: insect control benefits. National center for food and agricul-

- tural policy. Washington, DC.
www.bio.org/food&ag/bioins01
- HARL, N. (2000): Agriculture in the twenty-first century. Crops production conference and Expo, Texas, Feb. 23, 2000
- HART E.S. and WAX M.L., (1999): Review and future prospectus on the impacts of herbicide resistant maize on weed management. *Maydica* 44, 25-36.
- HODGSON J., (1999): EC soys 1% is acceptable GMO contamination. *Nature Biotechnology*, vol 17., 1155-1156.
- HOUSE OF LORDS: EC Regulation of genetic modification in agriculture. Select Committee on the European Communities. Session 1998-99, 2nd Report, HL paper 11-I, London
- INSTITUTE OF RADIATION BREEDING, (2002): <http://www.irb.affrc.go.jp>
- JAMES C., (2001): Crop biotech brief, vol II. No. 1. ISAAA
- KLOPPENBURG J.R. (1988) *First the seed. The Political economy of plant biotechnology: 1492-2000.* Cambridge: Cambridge University Press.
- LEE D. and HAIN P., (2000): How do you make a transgenic plants?
<http://croptechnology.unl.edu>
- LEMARIE S., (2002): How will US-based companies make it in Europe? An insight from Pioneer and Monsanto. *AgBioForum* vol4, No.1., 13-18.
- LOSEY J.E., L.S. RAYNOR and M.E. CARTER, (1999): Transgenic pollen harm monarch larvae. *Nature* 399, 214.
- MCDUGALL P., (2002): GM crop 2001 situation and short term outlook. *AgroFood industry hi-tech*, vol. 13, No 3, 31-33.
- MCGLOUGHLIN M., (2000): Why safe and effective food biotechnology is in the public interest. Washington Legal Foundation Critical Legal Issues Working Paper Series No.99, November, 2000.
- MCHUGEN A., (2000): Biotechnology and food. American Council on Science and Health.
- POTRYCUS I., (1990): *Pysiologia plantarum* 79, 125
- ROYAL SOCIETY, (1998): Genetically Modified Plants for food use. London, available online at
<http://www.royalsoc.ac.uk/policy/index.html>
- RURAL ADVANCEMENT FOUNDATION INTERNATIONAL - RAFI, (2000): The seed giants - Who Owns whom? Seed Industry Consolidation - Update 2000. Winnipeg, Canada: RAFI.
- USDA ERS (1999): Genetically engineered crops for pest management. U.S. Dept. of agriculture, economic research service, Washington, DC.
<http://www.ers.usda.gov/whatnew/issues/biotech>
- WRAIGHT C.L., A.R. ZANGERL, M.J. CARROLL, M.R. BERENBAUM, (2000): Absence of toxicity of *Bacillus thuringiensis* pollen to black swallowtails under field conditions. *PNAS* available online at <http://www.pnas.org> www.biotech-info.net

AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY - STATUS AND PROSPECTIVE

Drinić G. i Drinić Mladenović Snežana¹
 Maize Research Institute Zemun Polje, Belgrade - Zemun

SUMMARY

The development of the DNA recombinant technology has provided the transfer of a single or several genes within or among species whereby organisms with new traits were developed. Such organisms have been called genetically modified organisms. The first genetically modified varieties of cultivated plants entered the market in 1996 and since then areas sown with such crops has been increasing, amounting to 60 M ha in 2002. During the stated period, genetically modified varieties and hybrids of cultivated plants were developed with a gene introduced for tolerance to herbicides, resistance to insects, prolonged maturity period and improved quality. However, heavy disputes have arisen all over the world relating the possible gain and potential risks from the growth and utilisation of modified crops. First of all, there are ethical issues related directly to gene transfer from a species to a species, then effects of the introduced gene on the environment and human health, economical justification of cultivating genetically modified crops, consumers

confidence in the legislation, labelling the products encompassing a genetic modification, effects on the global market and ever increasing food requirements. The effect of products derived from genetically modified plants on human health depends on a specific content of a product itself and can potentially be useful if a product contains an increased content of vitamins, with an allergen removed, or potentially harmful, if a new allergen or a toxin were introduced by genetic modifications. Each genetically modified product is subjected to a rigorous testing of its safety prior to its introduction into a food chain. It encompasses molecular, biochemical, toxicological, nutritional and allergenic tests.

Many countries apply legislation that stipulates labelling of genetically modified products, whereby the fact that the commodity encompasses products of genetic modification is clearly pointed out.

Key words: biotechnology, agriculture, grow, risk, benefit