

## TRANSGENI ORGANIZMI-BIOTEHNOLOŠKA MOĆ

*Desimir Knežević<sup>1</sup>, Veselinka Zečević<sup>2</sup>, Aleksandar Paunović<sup>3</sup>, Zoran Bročić<sup>4</sup>,  
Milomirka Madić<sup>3</sup>*

**Izvod:** Čovek je tokom svog istorijskog razvoja do danas bio, između ostalog, kreativno biće u interakciji sa spoljašnjom sredinom. Biraio je najbolje vrste, najbolje plodove, najbolja staništa i u tom ambijentu je proizvodio i kreirao bolje od postojećeg pa i u živom svetu. Transgeni oganizmi su kreirani u cilju povećanja prinosa, kvaliteta i adaptivnosti a time i obezbeđenje hrane za ljudsku populaciju koja se brojno umnožava. Za neke transgene organizme je ustanovljeno negativno delovanje na druge organizme i ekosistem. Tako su se u oblasti biotehnologije postigli vrhunski rezultati koji ne ostavljaju ravnodušnim pojedince, grupe i udruženja u naučnoj, stručnoj i široj javnosti kod nas i u svetu.

**Ključne reči:** transgeni organizmi, biotehnologija, geni, hrana

### Uvod

Priroda predstavlja riznicu genetičkog fonda postojećeg živog sveta, koji je nastanjen, egzistira, utiče i prilagođava uticajima faktora spoljašnje sredine i globalnih kosmičkih promena. Tokom duge istorije razvoja živog sveta, brojne vrste su nestajale a nove se razvijale i sa njima sa njihovom evolucijom se umanjivao ili obogaćivao genofond. U toku svog evolutivnog razvoja, čovek je stupao u složene interaktivne odnose drugim živim organizmima u uslovima koji su vladali u ekosistemima u kojima je živeo. U postojećim uslovima spoljašnje sredine, zavisno od razvijenosti oruđa, čovek je za svoje potrebe ishrane sakupljao biljke, plodove, seme i bavio se lovom i ribolovom. Usled promene staništa, čovek je sticao nova iskustva i unapređivao svoje znanje i doprinos u poljoprivredi. Da bi obezbedio dovoljno hrane vršio je odomaćivanje životinja i gajenje biljaka, a za to je biraio najbolje jedinke. Iskustvo je pokazalo da je od najboljih jedinki dobijao i najveću produktivnost. Čovek je uočavao različitost u živom svetu a takođe i unutar jedne vrste biljaka i životinja, mada o uzrocima te pojave nije imao naučna saznanja. Varijabilnost organizama se održavala u procesima reprodukcije u uslovima prirodne selekcije. U interakciji sa živim svetom, čovek je imao selekcionu pristup u korišćenju biljaka i životinja za svoje potrebe. Kasnije kada je spoznao građu reproduktivnih organa biljaka u 17. veku, otvorena je mogućnost da upravlja sparivanjem jedinki, da ih ukršta i dobije hibridno potomstvo. Postupao je pragmatično u razvijanju metoda gajenja i odabira superiornih hibrida i jedinki nosioca pozitivnih mutacija. U

<sup>1</sup> Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kosovska Mitrovica - Zubin Potok – Lešak, Kopaonička bb, 38219 Lešak, Kosovo i Metohija, Srbija, e-dresa:deskoa@ptt.rs

<sup>2</sup> Univerzitet Megatrend, Beograd, fakultet za biofarming, Bačka Topola, Srbija

<sup>3</sup> Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija

<sup>4</sup> Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun Beograd, Srbija

drugoj polovini 18 veka iz ukrštanja su stvorene nove sorte i hibridi a nova saznanja o nasleđivanju su omogućila plansko ukrštanje izmedju jedinki unutar vrste. Primenom metoda oplemenjivanja čovek je u svojoj praksi ostvario promenu arhitekture biljaka, dužinu vegetacionog perioda, povećanje prinosa i kvaliteta, povećanje otpornosti na bolesti i štetočine, kao i tolerantnost na stresne faktore spoljašnje sredine (Knežević i sar. 2006). Zahvaljujući reproduktivnoj kompatibilnosti čovek je mogao planski da sprovedi hibridizaciju i tako stvara i odabira nove kombinacije gena i osobina i na taj način vrši održavanja i proširivanje genetičke varijabilnosti kao i poboljšanje morfološki, fizioloških, anatomskih, produktivnih, ekonomskih i adaptivnih osobina. Konvencionalno oplemenjivanje je dalo veliki doprinos u stvaranju sorti i hibrida sa većim prinosom i kvalitetom i time većoj proizvodnji hrane za ljude i životinje.

Ekonomski efekat oplemenjivanja biljaka kontinuirano je ostvarivan, povećanjem prinosa u proseku na godišnjm nivou od 1%. Tehnologija proizvodnje biljnih vrsta pored primene mineralne ishrane i navodnjavanja, obuhvatala je do danas korišćenje brojnih pesticida u cilju zaštite od bolesti i štetočina. Pesticidi izazivaju nepoželjne efekte na zdravlje ljudi i drugih organizama u biocenozima.

U cilju da se smanji korišćenje pesticida a da se poveća prinos i obezbedi dovoljna količina hrane za ljudsku populaciju koja ima trend rasta, započeti su programi genetičkog inženjeringa.

### Genetički inženjering i naučna otkrića

U istoriji nauke postoje brojni događaji koji su doprineli rešavanju brojnih teorijskih i praktičnih rešenja. Razvijena znanja su pojedinačno ili povezano sa predhodnim ili istovremeno otkrivenim omogućila da čovek bolje spozna svet, da ga održava, razvija i menja. Mogućnost da čovek manipuliše genetičkim materijalom organizama, ranije na nivou organizma, danas na nivou gena i njegovih gradivnih jedinica stvorena je u brojnim sukcesivnim i povezanim otkrićima u genetici i srodnim prirodnim naukama. Među značajnim otkrićima, jesu otkrića Gregora Mendela 1865 godine koji u eksperimentima sa graškom objašnjama zakonitosti nasledjivanja osobina i koji ističe da postoje jedinice naslednosti koje se prenose iz generacije u generaciju. Takođe, značajan događaj je prvo izolovanje DNK iz krvnih ćelija, koje je uradio Fridrih Mišer 1869. Izolovani materijal je bio bogat fosforom i nazvao ga je nuklein, da bi krajem 19 i početkom 20 veka drugi naučnici počeli detaljnije opisivati hemijske osobine DNK. Ova dva događaja su bili ključni i predstvaljaju bazu za razvoj genetike u 20 veku. Godine 1903. Walter Sutton i Theodor Bovari - zaključuju da ponašanje hromozoma za vreme mejoze insekata objašnjava Mendelove zakone nasledjivanja i da su jedinice nasledjivanja (geni) delovi hromozoma (hromozomska teorija nasledjivanja). William Bateson je 1909. prvi upotrebio reč "genetika" za novu granu biologije započetu 1900. Johannsen 1909. uvodi termin 'gen' za naslednu jedinicu, koja utiče na razvoj osobina organizma. Važno otkriće da su geni raspoređeni jedan iza drugog na hromozomu 1913. godine dao je Alfred Sturtevant, koji je tvorac prve genetičke karte vinske mušice. Kasnije u radu sa vinskom mušicom (*Drosophila melanogaster*) 1927. Stadler i Muller pokazali su da X-zračenje inducira genske mutacije (promene na naslednom materijalu) koje se prenose na potomstvo. Tokom 1941. Bidl i Tejtum, u eksperimentu sa gljivom *Neurospora*

*crassa*, doprinose formiranju teorije “jedan gen - jedan enzim”. Ova teorija, malo modifikovana, važi i danas. Avery i sar. 1944. godine su dokazali da je molekul DNK nosilac genetičke kontrole. Barbara MekKlintok, u radu na kukuruzu (*Zey mays*), 1950. je dokazala postojanje pokretnih naslednih elemenata, transpozona. Dve godine kasnije, Lederberg i Zinder otkrili transdukciju, prenos genetičkog materijala putem virusa. Te 1952. Herši i Marta Čejz dokazuju da je DNK nosilac naslednih osobina, koristeći bakteriju *Escherichia coli* i virus T2 bakteriofag. Strukturu DNK su 1953. godine otkrili James Watson i Frensis Krik uvereni da su otkrili tajnu života, za šta su 1962. godine dobili Nobelovu nagradu. U periodu od 1968 do 1973. godine Arber, Smith i Nathans sa saradnicima su otkrili restrikcione endonukleaze, enzime koji omogućavaju manipulaciju genima a što predstavlja početak tehnologije rekombinantne DNK odnosno genetičkog inženjerstva. Paul Berg, 1972. godine stvara prvi molekul rekombinantne DNK. Dalja istraživanja o ulozi i primeni restrikcionih enzima, koji sa velikom preciznošću prepoznaju i seku tačno određene nizove nukleotida u molekulu DNK, predstavljaju osnov za razvoj savremene biotehnologije a što je dogovoreno na konferenciji plazmidima u Honoluluu, novembra 1972. Pojava da restrikcioni enzimi, bakterijskih nukleaza precizno isecaju određene nizove nukleotida u molekulu DNK, a pri tom nastali fragmenti se mogu međusobno spajati koji se mogu, može se koristiti za rekombinovanje gena ne samo kod jednostavno građenih organizama (bakterija) već i kod biljnih i životinjskih organizama složene građe (Berg i sar., 1974; 1975). U ovom periodu je ostvaren rezultat sa enzimskim sistemima za prenos gena iz organizma u organizam. Zahvaljujući ovim znanjima započela je prva industrijska sinteza-proizvodnja i prodaja humanog insulina, koji je dobijen rekombinacijom gena u kulturama mikroorganizama, a kasnije i kreiranje transgenih organizama u poljoprivredi.

### Transgeni organizmi

Organizmi kod kojih se metodama molekularne biologije unose geni iz jedne biološke vrste u drugu ili prenosi grupa gena koji su odgovorni za kontrolu poželjnih osobina predstavljaju transgene organizme ili genetički modifikovane organizme. Ostvarivanjem transgenog organizma, kod koga je izmenjena kombinacija gena, odnosno struktura genoma unošenjem gena od nesrodnih vrsta poništene granice u prirodnom načinu razmene naslednih informacija. Za kreiranje transgenih, odnosno genetički modifikovanih organizama na bazi rekombinantne DNK potrebno je ubaciti najmanje dva gena i to jedan koji će u organizmu domaćina omogućiti sintezu određenog proteina i drugi gen koji ima ulogu markera. Ova tehnologija je omogućila da se izvrši prenos gena iz evolutivno nesrodne vrste u domaćina u kome se ispoljava ekspresija poželjnih gena. Tehnologija rekombinantne DNK je doprinela da se specifičan protein može danas proizvesti u bakterijama umesto u skupim i sporim tehnološkim postupcima.

Među poznatim proizvodima na bazi rekombinantne DNK je sir dobijen korišćenjem sintetisanog enzima himotripsina, ostvarena je veća produkcija kravljeg mleka pri korišćenju rekombinovanog govedeg somatoropina, *FlavrSavr* paradajz sa produženom svežinom u skladištu, paradajz sa trosruko većim sadržajem likopena posle

unošenja gena iz kvasca, povećanje sadržaja flavonida i antioksidanasa kod korompira pri ekspresiji tri enzima, *Bt* kukuruz otporan na insekte, kukuruz sa 100 puta većim sadržajem vitamina C posle unošenja gena iz pšenice za dehydroascorbate reductazu (Chen i sar., 2003), kukuruz sa 6 puta povećanim sadržajem vitamina E posle unošenja gena iz ječma i pirinča koji je odgovoran za vitamin E (Cahoon i sar., 2003), zlatni pirinač (*golden rice*) koji sadrži više karotena i gvožđa, uljana repica, soja, suncokret i kikiriki sa povećanim sadržajem nezasićenih masnih kiselina, što povećava biološke i zdravstvene karakteristike ulja.

Za povećanje prinosa i otpornosti na bolesti i štetočine, kao i tolerantnost na stresne faktore spoljšnje sredine vršeno je unošenje gena koji kontrolišu otpornost na insekte (sa kristalnim proteinom izolovanim iz *Bacillus thuringiensis*, sa insekticidnim svojstvom), prouzrokovaoče bolesti ili tolerantnost na herbicide i druge pesticide, koji se može koristiti samo u jednoj vegetacionoj sezoni. U ovom programu je ostvaren transfer gena za kontrolu navedenih osobina kod kukuruza, soje, pamuka, šećerne repe, krompira, bundeve, banane (Knežević i sar., 1998; Drinić-Mladenović i sar., 2006).

Takođe, 1997. u Roslin institutu u Edinburgu, Škotska, stvoreno je jagnje Dolly što je bio prvi sisar dobijen tehnikom transgenog kloniranja. Postignuti uspeh je otvorio put u razvoju kloniranja, koji izaziva strah od kloniranja ljudi, primenom sličnih tehnika, obzirom da je izvršeno sekvenciranje DNK čoveka. U Severnoj Americi se eksperimentišu sa lososom kome je ugrađen ljudski gen hGH, koji produkuje hormone rasta, čime se ubrzava porast i povećava veličina lososa. Humani gen za hormon rasta se unosi i u genom krava i svinja. Krv jedne vrste okeanskih riba, koristi se za proizvodnju proteina koji smanjuje kalorijsku vrednost sladoleda.

Takođe, projektovana je uloga genetički modifikovanih organizama (transgenih organizama) u očuvanju zdravlja, u proizvodnji vakcina, jeftinijih lekova, organa za transplataciju. Tako transgene banane mogu se koristiti kao vakcine protiv hepatitisa, dizenterije, kolere, dijareje ili nekih stomaćnih infekcija koje se javljaju u zemljama u razvoju. Krompir, paradajz, banana bi mogli biti modifikovani da sadrže vakcine a neke lekovite biljke obogaćene flavonoidima. Veliki uspeh bi predstavljala genetički modifikovana biljka koja sintetiše insulin i koja bi u ishrani bila izvor insulin i tako isključila potrebu davanja injekcija pacijentima, kao i da biljke koje čovek koristi kao hranu i napitke sadrže vakcine i veći sadržaj antioksidanasa.

Identifikacija gena i varijabilnosti genskih alela omogućava kontrolu funkcije gena i pri tom promene osobina kod fenotipa što predstavlja izazov u naučnim istraživanjima. Vrlo je važno izučavanje i poznavanje funkcije, genskih interakcija, genske kompenzacije kod oštećenog gena koja može biti na bazi adaptacije fizioloških, metaboličkih procesa organizma ili na nivou aktivacije multiplih alela. Ova znanja predstavljaju doprinos u efikasnijem kreiranju novih, poboljšanih sorti i hibrida biljnih vrsta za osobine prinosa, kvaliteta, adaptivne sposobnosti.

Korišćenje tehnologije rekombinantne DNK moguće je odrediti hromozomske lokacije gena koji kontrolišu odgovarajuće osobine, kao i identifikaciju promene sekvenci DNK koje mogu nastati usled delecija ili adicija purinskih i pirimidinskih baza ili variranja sekvenci koje se ponavljaju. U cilju utvrđivanja razlika koriste se restrikcioni enzimi ili lančana reakcija polimeraze (PCR) za koju je potrebno razdvajanje DNK na gelu (Karp i sar., 1997).

Pomoću biotehnoloških metoda je moguć prenos alela na lokuse kroz konvencionalno ukrštanje pomoću marker tehnologija, kao i unošenje novih lokusa pri transformaciji. Ovo je posebno korisno u slučaju transfera gena iz divljih srodnika jedne vrste. Primarni cilj transformacije je poboljšanje otpornosti na pesticide (herbicide, insecticide) koji se koriste u zaštiti useve od korova, bolesti i štetočina (Miflin, 2000).

### Uvođenje u proizvodnju transgenih organizama

Stvaranje sorti sa boljom adaptivnošću na specifične uslove sredine, sprovođenje mera popravke zemljišta i razvoj optimalne primene pesticida u zaštiti biljnih useva (Dyson, 1996, Kovacevic et al. 2006) su permanentna aktivnost oplemenjivača u cilju postizanja visokih prinosa i poboljšanog kvaliteta u konkretnim i promenljivim ekološkim uslovima. Da bi se ovo postiglo potrebno je kontinuirano izučavanje svih biljnih vrsta koje su od posebnog značaja za čoveka i ekosisteme, što je od posebnog značaja za rešavanje problema u postojećim i očekivanim klimatskim promenama.

Proizvodnja hrane povezuje svet na globalnom nivou u sferi obrazovanja, istraživanja, zdravstva, ekonomije, politike u cilju obezbeđenja dovoljne količine kvalitetne hrane. Genetički modifikovani organizmi se odlikuju većim sadržajem proteina, ulja, skroba specifične građe. Njihovo korišćenje u ishrani može imati različite efekte na zdravlje ljudi usled nekontrolisanog korišćenja.

Prva genetički modifikovana biljka je duvan otporan na antibiotike (Fraley i sar., 1983). Kod savremene pšenice je povećan prinos za 30% bez dodavanja đubriva, slično je ostvareno i kod drugih biljnih vrsta. Savremena biotehnologija ima važnu ulogu u ostvarivanju profita što potvrđuju brojni primeri, jedan od njih je i ostvaren promet enzima u visini od 1,5 milijardi US dolara.

Prva država koja je dozvolila proizvodnju i promet transgenih biljaka i to duvana otpornog na viruse 1992 (James, 1997) su SAD, koja je odobrila i prodaju paradajza *FlavrSavr* 1994, koji ima duže vreme skladištenja (Bruening i Lyons, 2000). Iste 1994. godine, Evropska Unija je odobrila duvan otporan na herbicid bromoxynil i uvela u proizvodnju i prodaju.

Moćne kompanije u oblasti biotehnologije finansijski su podržale priznavanje i komercijalnu proizvodnju osam transgenih biljnih vrsta u 1996. godini (James, 1996). Godine 2000 se otpočelo sa proizvodnjom zlatnog pirinča koji sadrži više beta karotena, vitamina A i gvožđa, koji je vrlo važan za zemlje u kojima je pirinča važna hrana.

Setvene površine sa genetički modifikovanim biljkama su se povećavale od 1996 sa 2,8 miliona hektara na 12,8 miliona hektara 1997, zatim 27,8 miliona hektara. Površine sa GM usevima su udvostručene početkom 21 veka, a 2013 godine su iznosile 170 miliona ha. GM usevi se najviše gaje u SAD 69,5 miliona ha - oko 40% od ukupnih površina pod GM usevima, zatim u Brazilu (36,6 mil. ha što je 21,5%), Argentini, (23,9 mil. ha, što je 14%), Kanadi 11,6 mil. ha ili oko 6,8%, Indiji 10.8 mil. ha ili 6,4% i Kini 5% od ukupnih površina u svetu pod GM usevima (ISAAA, 2012). Genetički modifikovani organizmi se gaje u oko 17 miliona domaćinstava i 29 zemalja.

Među biljnim vrstama najveće površine zauzima GM soja (60%), GM kukuruz (23%), GM pamuk (11%). Takođe se gaje GM uljana repica, šećerna repa, lucerka itd. U Evropi postoji setvene površine sa GM biljkama znatno manje i iznose oko 92.000

hektara, koje su uglavnom u Španiji zasejane sa kukuruzom MON810 otpornim na insekte reda *Ostrinia nubilalis* i *Sesamia nonagrioides*. U Nemačkoj i Švedskoj se gaje ograničene površine krompira Amflora. Može se reći da u Evropi se postepeno smanjuju površine pod GM usevima.

Međutim, i pored postojanja regulativnog okvira, pojava GMO na tržištu izaziva promene u pogledu ponude i potražnje, što utiče na povezivanje ljudske populacije u svetu u cilju obezbeđenja zahteva za nutritivnim i tehnološkim kvalitetom.

### **Prednosti i nedostaci transgenih organizama**

Kreiranje genetički modifikovanih organizama je omogućilo proizvodnju veće količine sirovina za potrebe prehrambeno-prerađivačke industrije, zahvaljujući većem potencijalu za prinos. Osim toga, ovi organizmi imaju veći sadržaj proteina, masti i ugljenih hidrata, kao i poboljšan sastav aminokiselina, masnih kiselina i skroba što doprinosi poboljšanju nutritivne vrednosti. Specifičan biohemijski sastav i struktura organskih jedinjenja kod transgenih organizama može imati različit uticaj na zdravlje ljudi kada se koriste u ishrani. U praksi su zabeleženi pozitivni i negativni efekti kod ljudi koji su konzumirali hranu od genetički modifikovanih organizama.

Različiti reakcije nastaju usled ekspresije gena u organizmu. Ukoliko se radi o plejotropnom efektu gena teže je predvideti mogući efekat hrane poreklom od genetički modifikovanih organizama. Negativni efekti opravdano stvaraju strah i zabrinutost zbog daljeg kreiranja i proizvodnje transgenih organizama.

Prednosti genetički modifikovanih useva i hrane u zemljama u razvoju se ogleda u poboljšanju kvaliteta ishrane i zdravlja ljudi, kao i smanjenje upotrebe đubriva i herbicida. U stočarskoj proizvodnji pozitivan efekat se postiže u poboljšanju kvaliteta mleka i mesa. Transgeni organizmi se mogu kreirati u cilju proizvodnje vakcina i lekova, kao i očuvanju prirodnih resursa i povećanju varijabilnosti. Povećanje otpornosti biljaka na korove, štetočine i bolesti uključujući i viruse je vrlo značajno za smanjenje upotrebe pesticida kao i smanjenje nastajanja šteta u usevima. Kao primer može se navesti povećanje prinosa slatkog krompira (tropska biljka) bogat ugljenim hidratima, vitaminima A, E, C, B<sub>6</sub>, mineralnim elementima K, Na, Fe kao i beta karotonom koji je važan antioksidans za povećan imunitet organizma.

Uvođenjem u proizvodnju transgenog krompira otpornog na *Feathery Motta* virus, postiže se veći prinos za 60% u odnosu na neotporni krompir gajen bez upotrebe pesticida. Smanjeno korišćenje pesticida je realna pretpostavka za proizvodnju zdravstveno bezbednije hrane. Međutim, biljne vrste sa unetim genom za sintezu otrovnih proteina na fitopatogene, insekte i korove može da dovede do postepene adaptacije i pojava superfitopatogena, superkorova, tako da će njihovo suzbijanje biti neefikasno upotrebom do sada korišenih pesticida.

Povećana adaptacija na ekstremne uslove (suša, zaslanjena zemljišta, ekstremne temperature) omogućava ekspanziju biljnih vrsta i gajenje na većim površinama, što potvrđuju primeri da biljke sa visokim sadržajem linolne kiseline pokazuju veću otpornost na niske temperature. Tako je testiranje transgenih useva kako u razvijenim tako i zemljama u razvoju u cilju zaštite životne sredine neophodno je kontinuirano sprovoditi. Otpornost biljaka na herbicide sa poželjnim ekotoksikološkim svojstvima,

omogućava efikasniju kontrolu korova i smanjen uticaj na gajene biljke. Kreiranje biljaka sa poželjnim funkcionalnim osobinama doprinosi smanjenju alergnosti, toksičnosti, vremenu sazrevanja, povećanju sadržaja skroba itd.

Nedostaci transgenih organizama su vezani za smanjenje generičkog diverziteta, opasnost od korišćenja generičkih lekova, promena nutritivnog sastava organskih jedinjenja, brojne moralne i verske predrasude, mogući monopolizam nad prehrambenom proizvodnjom. Usled određenih nedostataka, vrlo je važno sprovesti promocije o predostrožnosti za korišćenje genetički modifikovanih organizama u ishrani kojih ima najviše u zemljama u razvoju (Gómez-Galera i sar., 2010).

Mogućnost da se prenosi ili razmenjuje genetički materijal u laboratorijskim uslovima, između jedinki evolutivno različitih vrsta, a što se nikada ne može ostvariti u prirodnim uslovima u procesima reprodukcije, izazvala je uznemirenje u rasponu od veće sigurnosti do većeg straha za budućnost, što je bio razlog da se uvedu pravila i kontrola nad eksperimentima sa rekombinantnim organizmima. Prva pravila su uvedena 1975. godine u SAD koja su obuhvatila i etički aspekt rada sa genetički modifikovanim organizmima. Pored brojnih sumnji i ograničenja biotehnologija se brzo razvila u farmaceutskoj i poljoprivredno-prehrambenoj delatnosti (Konstatinov i Drnić-Mladenović, 2006). Obzirom da se svake godine uvećavaju površine pod transgenim biljkama, to je neophodno proširivanje znanja u svim segmentima društva i na svim nivoima javnog života i primena zakonske regulative u oblasti stvaranja, proizvodnje, prometa i upotrebe genetički modifikovanih organizama.

Genetički modifikovani organizmi ili proizvodi od njih koji se koriste i prodaju u okviru pravne regulative i legislative u zemalja Evropske Unije, prema kojoj hrana mora biti obeležena i njihov sadržaj ne sme biti veći od 1% proizvoda (Ramessar i sar., 2010).

### **Zaključak**

Biotehnologija je savremena nauka sa razvijenim sofisticiranim metodama moćnim za izmenu genoma i manipulaciju gena u cilju rešavanja brojnih problema čovečanstva kao što su povećanje prinosa, kvaliteta, otpornosti na bolesti i stresne faktore, jeftinija proizvodnja lekova, brojnih farmaceutskih proizvoda a posebno obezbeđenje dovoljne količine hrane za ljudsku populaciju koja se uvećava iz godine u godinu. Poznavanje biotehnologije i njenih dostignuća omogućava jasnije sagledavanje značaja i rizika od transgenih organizama po čoveka i ekosistem.

Transgene biljke uvedene u komercijalnu proizvodnju i površine pod usevima ovih biljnih vrsta su sve veće. Krajem 20. veka transgene biljke se sve više koriste u poljoprivrednoj proizvodnji. Tako da preko polovine površina pod sojom i pamukom i oko trećine površina pod kukuruzom u SAD, zauzimaju transgeni usevi. Preko 40 biljnih vrsta, genski modifikovanih je odobreno za tržište, a 60-70% proizvoda na tržištu u SAD sadrži komponente transgenih organizama.

Permanentno se nameće pitanje bezbednosti hrane od genetički modifikovanih organizama i koje su očekivane neželjene reakcije posle konzumiranja hrane poreklom od GM organizama. Takođe se nameće pitanje zaštite životne sredine i očuvanje biodiverziteta usled mogućnosti negativnog uticaja na ekosisteme kao i etička i

religiozna pitanja zbog narušavanja prirodnih barijera u mešanju genoma između dve biološki različite vrste. Međutim, radikalni stavovi nisu opravdani obzirom da u prirodi postoje autohtone vrste koje mogu biti opasne po zdravlje ljudi i da izazivaju negativne reakcije kao što su alergije na mleko (laktoza), brašno (gluten).

Savremena poljoprivreda u velikom broju zemalja u svetu je bazirana na proizvodnji genetički modifikovanih organizama tako da se kod najmnogoljudnijih zemalja razvila biotehnoška ekonomija.

Pored brojnih dilema, evidentnih nedostataka postoji opravdanje da se sa visokim stepenom odgovornosti prihvatite dostignuća u biotehnologiji u cilju smanjenja pojave i širenje gladi i bolesti u ljudskoj populaciji. Istovremeno je uzvišeno imati pozitivan stav o razvijanju naučnog pristupa i prihvatanju naučnih rešenja koja su potrebna za opstanak čovečanstva i prirodne ravnoteže.

### Napomena

Istraživanja u ovom radu su deo projekta TR 31092 koji finansiraju Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbija

### Literatura

- Berg P., Baltimore D., Boyer H.W., Cohen S.N., Davis R.W., Hogness D.S., Nathans D., Roblin R., Watson J.D., Weissman S., Zinder N. D., (1974). "Potential Biohazards of Recombinant DNA Molecules. *Science*, 185: 303.
- Berg P., Baltimore D., Brenner S., Roblin R.O., Singer M.F. (1975). Summary Statement of the Asilomar Conference on Recombinant DNA Molecules. *PNAS*, 72: 1981-1984.
- Bruening, G., Lyons, J. M. (2000). *The case of the FLAVR SAVR tomato*. California Agriculture 54, 4, 6-7.
- Cahoon E.B., Hall S.E., Ripp K.G., Ganzke T.S., Hitz W.D., Coughlan S.J. (2003). Metabolic redesign of vitamin E biosynthesis in plants for tocotrienol production and increased antioxidant content. *Nat Biotechnol.*, 21:1082–1087.
- Chen Z., Young T.E., Ling J., Chang S.C., Gallie D.R. (2003). Increasing vitamin C content of plants through enhanced ascorbate recycling. *Proc Natl Acad Sci USA*, 100:3525–30.
- Drinić-Mladenović S., Ignjatović-Micić D., Nikolić A., Perić V., Marković K., Lazić Jančić V., Konstantinov K. (2006). Primena metoda biotehnologije u oplemenjivanju kukuruza i soje. U Monografiji Unapredjenje poljoprivredne proizvodnje na Kosovu i Metohiji, Knežević D. (ed.), 156-166.
- Dyson, T. (1996). Population and food global trends and future prospects. Global environmental change Series, Routledge
- Fraley, R.T., Rogers, S.G., Horsch, R B., Sanders, P.R, Flick, J.S., Adams, S.P., Bittner, M.L., Brand, L.A., Fink, C.L., Fry, J.S., Galluppi, G.R., Goldberg, S.B., Hoffmann, N.L., Woo, S.C. (1983). *Expression of bacterial genes in plant cells*. Proceedings of National Academy of Science of the USA, 80, 15, 4803-4807.

- Gómez-Galera S., Rojas E., Sudhakar D., Zhu C., Pelacho A.M., Capell T., Christou P. (2010). Critical evaluation of strategies for mineral fortification of staple food crops. *Transgenic Res.*, 19:65–80.
- ISAAA (2012). Annual Report Executive Summary.
- James, C. (1996). Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants: 1986 to 1995. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications.
- <http://www.isaaa.org/kc/Publications/pdfs/isaaabriefs/Briefs%201.pdf>
- James, C. (1997). Global Status of Transgenic Crops in 1997. *ISAAA Briefs*. 5, 1-31.
- Karp A., Edwards K.J., Bruford M., Funk S., Vosman B., Morgante M., Seberg O., Kremer A., Boursot P., Arcander P., Tautz D., Hewitt G.M. (1997). Molecular technologies for biodiversity evaluation: opportunities and challenges. *nature Biotechnology*, 15: 625-628.
- Knežević D., Zečević V., Marinković I., Konstatinov K., Mladenović-Drinić S., Andjelković M., Mićanović D. (1998). Prospects and problems of genetically modified cultivars development and impact conventional plant breeding. *Proceeding of International Symposium Breeding of Small Grains, Kragujevac*, 1: 103-110.
- Knežević D., Paunović A., Madić M., Zečević V., Mićanović D., Djukić N., Urošević, D. (2006). Perspektive oplemenjivanja u ostvarivanju genetičkog potencijala prinosa biljaka. *Zbornik radova sa 11. Savetovanja o biotehnologiji*, 11(1): 189-196.
- Knezevic, D., Kondić, 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.
- Konstatinov K., Mladenović-Drinić S. (2006). Bioetički aspekti istraživanja i korišćenja rezultata u oblasti genetički modifikovanih biljaka. U: *Bioetika kod nas i u svetu*, Konstatinov K. (ed.), 117-129.
- Miflin B. (2000). Crop improvement in 21<sup>st</sup> century. *Journal of Experimental Botany*, 51: 1-8.
- Naqvi S., Zhu C., Farre G., Ramessar K., Bassie L., Breitenbach J., Conesa D., Ros G., Sandmann G., Capell T., Christou P. (2009). Transgenic multivitamin corn through biofortification of endosperm with three vitamins representing three distinct metabolic pathways. *Proc Natl Acad Sci USA*, 106: 7762–7767.
- Ramessar K., Capell T., Twyman R.M., Christou P. (2010). Going to ridiculous lengths - European coexistence regulations for GM crops. *Nat Biotechnol.*, 28: 133–136.

## TRANSGENIC ORGANISM BIOTECHNOLOGY POWER

*Desimir Knežević, Veselinka Zečević, Aleksandar Paunović, Zoran Bročić,  
Milomirka Madić*

### **Abstract**

Creation of transgenic organisms should be endeavored necessary amount of food for the elimination of mankind hunger, increase yield and quality, resistance to diseases and pests, tolerance to high and low temperature properties and improvement of transportation and storage. Transgenic organisms are characterized by a higher content of protein, oil, and starch specific structure. Their use in the diet can have different effects on human health from uncontrolled use. Due to the relatively short period since the creation of transgenic organisms and for greater security man and the ecosystem of their production and trade is within the legal regulations and legislation.

**Key words:** transgenic organisms, biotechnology, genes, food