

Bioetika *versus* biotehnologija

Rezime

Biotehnologija, genetički inženjering, transgeni ili genetički modificirani organizmi (GMO) izazivaju brojne kontroverze u posljednjih petnaestak godina. U naučnoj sferi genetički inženjering i GMO predstavljaju svojevrsni izazov za genetičare, oplemenjivače i medicinare; u filozofiji se njima bave bioetičari i oni koji izučavaju poljoprivrednu etiku ekolozi su zainteresirani za vezu nove tehnologije s očuvanjem životne sredine; za multinacionalne kompanije to je potencijalni izvor ogromnih profita, a za pojedine države sredstvo za stratešku kontrolu proizvodnje hrane, kako na vlastitoj teritoriji, tako i u međunarodnim okvirima. Uzimajući u obzir stavove pristalica i protivnika ove „revolucionarne” metode, autori su na stanovištu da ne treba *a priori* odbacivati nove i nedovoljno istražene tehnologije, ali da je u konkretnom slučaju potreban znatan oprez, odnosno da su (bio)etički opravdana jedino ograničena istraživanja GMO u naučne svrhe, uza sve nužne mjere predostrožnosti. Autori, također, smatraju da ovom regionu i Evropi u cjelini u sadašnjem trenutku nisu potrebni transgeni organizmi, ni u poljoprivrednoj proizvodnji niti u lancu ishrane. Argumenti za ovakvu tvrdnju pronalaze se u problemima koje bi po zdravlje ljudi i okolinu moglo prouzrokovati hotimično gajenje GMO-a. Naime, ukoliko se ne budu prelazile granice pojedinačnih vrsta i ako se osnaže njihove endogene karakteristike, bit će smanjen potencijalni rizik od nenadoknadive štete, kako sadašnjoj tako i budućim generacijama,

¹ Docent na Odsjeku za filozofiju na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu. E-mail: zeljko.kaludjerovic@gmail.com

² Studentica master akademskih studija na Odsjeku za filozofiju na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu. E-mail: sonja.antonice@gmail.com

koje može donijeti izmijenjeno biološko naslijeđe, odnosno uvažit će se jedno od četiri temeljnih bioetičkih načela: neškodljivost. Konačno, ne treba dopustiti ni daljnje svjesno smanjenje biodiverziteta, odnosno treba u što većoj mjeri uvažavati kompleksnost same prirode, njenu autonomiju i „različnost”.

Ključne riječi: bioetika, biotehnologija, GMO, kontroverze, oprez, biodiverzitet, priroda, „različnost”.

BIOTEHNOLOGIJA, MOLEKULARNA GENETIKA, genetički inženjering, transgeni ili genetički modificirani organizmi (GMO)³ predstavljaju metode, tehnologije i proizvode koji su uzdrmali naučnu javnost, ali i ne samo nju, na zalasku prošlog vijeka, a njima se zasigurno i u novom mileniju neće baviti isključivo uski akademski krugovi, već će biti predmetom odobravanja ili osporavanja i laičkog dijela čovječanstva. Na samom početku ovog rada treba razjasniti šta ključna sintagma „genetički modificirani organizmi“ uopće znači? Problem je izražen zbog njene relativno česte, diferencirane i nekritičke upotrebe, kao i zbog toga što „samorazumljivost” nekog termina nikada nije dovoljna a njegova poznatost filozofski relevantna, jer ne govori mnogo o njemu samom niti omogućava njegovu spoznatost. Genetička modifikacija, u najširem smislu, podrazumijeva svaku promjenu u genomu, što može biti posljedica rekombinacije roditeljskih gena u potomku, a dobija se ukrštanjem roditeljskih parova, hibridizacijom u postupku oplemenjivanja i selekcije organizama. Promjene genoma mogu biti i promjene u broju hromozoma, ili krupnije promjene u njihovoj strukturi, što

³ Genetički modificirane kulture ušle su u komercijalnu poljoprivrednu proizvodnju u drugoj polovini devedesetih godina XX vijeka, prije svega u SAD-u. U 2010. godini GM-biljke uzgajane su na 148 miliona hektara u 29 država na svim kontinentima, što čini uvećanje površina za 87 puta u odnosu na njihovu prvu zabilježenu komercijalnu upotrebu 1996. godine (1.7 miliona hektara) i predstavlja najbrže usvojenu biljnu tehnologiju u modernoj historiji. Ipak, ne treba zaboraviti da GMO zauzimaju svega oko 10% od ukupnih svjetskih površina pod različitim biljnim vrstama (približno 1.5 milijardi hektara). Podaci su preuzeti sa sajta organizacije ISAAA, čiji je utemeljitelj Klajv Džejms (Clive James), izrazito naklonjen komercijalizaciji GM-biljaka, na internet-adresi: <http://www.isaaa.org>.

se dobija tehnikama citogenetike. Genetička modifikacija može biti izvedena na nivou gena ili manje grupe gena tehnikama molekularne genetike, odnosno genetičkog inženjeringa. Svi organizmi, dobijeni na navedene načine, mogu se smatrati genetički modificiranim. Pod genetički modificiranim organizmima podrazumijevaju se, dakle, oni organizmi kojima je genski sastav izmijenjen na način koji se nikada ne bi desio klasičnim razmnožavanjem ili prirodnom rekombinacijom postojećih gena vrste. Ovim genetički modificiranim, ili transgenim organizmima genetička struktura, drugačije rečeno, izmijenjena je na način koji se nikada ne bi desio u prirodi. Genske konstrukcije kojima je izmijenjen genom domaćina najčešće potječu od sasvim nesrodnih vrsta, čime se brišu ili pomjeraju granice u prirodnom genskom toku izmijena nasljednih informacija. GMO u svojoj DNK sadrže strani gen ili gene koji su uneseni laboratorijskim metodama i tehnikama. Izvori gena kojim se manipulira u DNK domaćina nalaze se u biljnom svijetu, u svijetu mikroorganizama, insekata i životinja, uključujući i ljude, a u posljednje vrijeme spominju se i tzv. sintetički geni.

Promoteri GMO-a⁴ tvrde da oni podrazumijevaju povećanje kvaliteta i rodnosti poljoprivrednih kultura, poboljšanje kvaliteta prehrambenih proizvoda (dužu trajnost i bolju otpornost na transport plodova), kao i bolju otpornost usjeva na bolesti, insekte i korove. Navodi se da se GM-tehnologijom želi postići širi areal gajenja usjeva, poboljšanje tolerantnosti na niske temperature ili sušu i veće iskorištavanje trenutno neproduktivnih degradiranih zemljišta gajenjem bolje prilagođenih poljoprivrednih kultura. Sastav tako dobijene hrane bio bi kvalitetniji i obogaćen esencijalnim amino-kiselinama, mineralnim materijama, vitaminima i beskaloričnim zaslađivačima.⁵ Ideja je da npr. paradajz

⁴ Transgene kulture koje su u 2010. godini najviše gajene u svijetu bile su soja, kukuruz, pamuk i uljana repica. Genetički modificirana soja zauzima 73.3 mil. hektara ili gotovo 50% od ukupnih površina pod GM-kulturama. GM-kukuruz gaji se na 46.8 mil. hektara i zauzima 31% od svih GM-biljaka. GM-pamuk gaji se na 21 mil. hektara, zauzimajući 14% površina od svih biljaka koje su GM. GM-uljana repica gaji se na 7 mil. hektara, predstavljajući 5% od ukupnih površina pod GM-biljkama. Podaci su preuzeti sa internet-adrese: <http://www.isaaa.org>.

² Poželjne nutritivne karakteristike, kao što su izmijenjeni proteini ili sadržaj masti od posebnog su značaja, jer će, smatra se, npr. genetički modificirana riža koja sadrži više beta karotena i željeza pomoći u rješavanju njihova nedostatka u zemljama gde je riža glavna hrana, što bi trebalo direktno utjecati na smanjenje rizika od sljepila i

i paprika, modificirani upotrebom genetičkog inženjeringa, stvaraju značajne količine likopena, veoma važnog antioksidansa. Primjenom biotehnologije povećan je i nivo nezasićenih masnih kiselina kod uljane repice, soje, suncokreta i kikirikija, što povećava biološke i zdravstvene karakteristike ulja. Sadržaj ugljikohidrata također je moguće mijenjati primjenom biotehnologije – kreiran je paradajz sa povećanim udjelom suhe materije, što ga čini vrlo pogodnim za industrijsku preradu. Neke tropske vrste, npr. banana, genetički su modificirane da stvaraju proteine koji mogu biti korišteni kao vakcine protiv hepatitisa, dizenterije, kolere, dijareje ili nekih stomačnih infekcija, karakterističnih za zemlje u razvoju. Futuristički prikaz genetički modificiranih biljaka nagovještava i njihova ljekovita svojstva, recimo krompira, banana i paradajza, koji bi mogli biti modificirani da sadrže vakcine, dok će, recimo, čaj biti obogaćen flavonoidima. Radi se na projektu modificiranja biljaka u smjeru stvaranja inzulina, što će obezbijediti uzimanje inzulina kroz hranu, umjesto davanja injekcija pacijentima. Transgeni organizmi, po optimističkoj projekciji, trebali bi obezbijediti i proizvodnju jeftinijih lijekova i organa za transplantaciju. Upotrebom nove biotehnologije, konačno, zaštita okoline bila bi podignuta na viši nivo mikrobiološkim čišćenjem zagađenih vodotoka i otpadnih voda i manjim korišćenjem hemijskih sredstava u poljoprivredi (herbicida i pesticida).

Ipak, potrebno je reći da u ovom trenutku najveći broj stvari vezanih za tzv. drugu i treću generaciju transgenih biljaka⁶ nije odmakao dalje

anemije. Nažalost, iako naizgled humana ideja, projekt tzv. „zlatne riže” demistificiran je još 2000. godine i, pored ogromnih uloženi sredstava, pokazao se kao potpuni promašaj u pokušaju rješavanja spomenutih problema (detaljnije vidjeti u: M. Jošt, T. Cox, *Intelektualni izazov tehnologije samouništenja*, Ogr. Mat. hrvatske, Križevci, 2003, str. 93–102).

⁶ Generalno gledano, mogu se razlikovati tri generacije genetički modificiranih biljaka. Prva generacija već je odavno poznata i čine je projekti kao što su otpornost na herbicide, viruse ili insekte. U posljednje vrijeme genetičke modifikacije postale su znatno kompleksnije. Radi se na unošenju većeg broja gena u genom biljke domaćina, tzv. stakovana svojstva (primjer otpornost kukuruza prema kukuruznom plamencu i totalnom herbicidu). Istovremeno, radi se i na izmjeni većeg broja postojećih metaboličkih puteva u biljci u smislu deaktiviranja nepoželjnih i/ili aktiviranja poželjnih gena, pa se očekuje da će ovu drugu generaciju transgenih biljaka obilježiti genotipovi s izmijenjenim nutritivnim vrijednostima. Ova tzv. output-svojstva, pretpostavlja se, održavat će voće i povrće duže vrijeme u svježem stanju, utjecati na zdravije masti i ulja, povećati nutritivnu vrijednost, kao što je npr. veći sadržaj vitamina, nastanak

od nivoa proklamacija, a njihovo ostvarenje podrazumijeva najprije da transgena tehnologija bude široko prihvaćena, što još uvijek nije slučaj. Poseban problem predstavlja činjenica da zagovornici GMO-a rjeđe navode ili svjesno prešutkuju negativne rezultate ispitivanja ovih proizvoda. Tako se minorizuju rezultati eksperimenata koji pokazuju da GM-hrana donosi mogući rizik po ljudsko zdravlje, štetan utjecaj na okruženje ili generalno pogoršanje kvaliteta poljoprivrednih kultura. Izbjegava se također govoriti o ugrožavanju tradicionalne poljoprivredne proizvodnje, direktnim intervencijama prilikom donošenja zakona ili uredbi od strane multinacionalnih kompanija koje nedvosmisleno demonstriraju korporativnu moć novca, kao i o klasičnim bioetičkim⁷ dilemama u vezi sa rizikom od nenadoknadle štete, kako sadašnjoj tako i budućim generacijama, koje može donijeti izmijenjeno biološko nasljeđe. Autori ovog rada smatraju i da je patentiranje živih organizama od strane multinacionalnih kompanija bioetički neprihvatljivo i nepravedno, ne samo zbog stvaranja monopola u proizvodnji i prometu GM-biljkama, nego i zbog pokušaja da se postigne dominacija nad samim životom.

Uvođenje GM poljoprivrednih kultura u proizvodnju i utjecaj na biodiverzitet,⁸ može se posmatrati, u najmanju ruku, dvojako. Činjenica je da novi genetički inženjirani genotipovi nose u izvjesnoj mjeri i novu genetičku varijabilnost, ali je isto tako činjenica da se uvođenjem transgene tehnologije u poljoprivredu nastavlja trend ugrožavanja

soje sa većim sadržajem anti-kancerogenih proteina (geni pronađeni u okviru istoga genoma) i široki spektar visoko vrijedne hrane (npr. visokolizinski kukuruz). Treća generacija, tzv. specijalna svojstva, vjerovatno će predstavljati biljke koje će se koristiti za potrebe farmaceutske industrije u smislu bioreaktora ili kao efikasan put za stvaranje i korištenje vakcina.

⁷ Bioetika se može definirati „kao sistematsko izučavanje moralnih dimenzija – uključujući moralne poglede, odluke, ponašanje i djelovanje – u sklopu nauka o životu i zdravstvene zaštite, koje pritom primjenjuje različite etičke metodologije u interdisciplinarnom ambijentu.” Prev. Ž. Kaluđerović. W. T. Reich, *Encyclopedia of Bioethics*, Simon & Schuster – Macmillan, New York, 1995, p. XXI.

⁸ Biološki diverzitet, ili skraćeno biodiverzitet, podrazumijeva raznolikost, odnosno varijabilnost biljaka, životinja i drugih živih organizama u određenom području. Drugim riječima, radi se o raznolikosti vrsta u određenom eko-sistemu. Biodiverzitet je kompleksan pojam koji ne obuhvata samo varijabilnost već i uzajamne utjecaje (interakciju) organizama, kako međusobne, tako i sa sredinom u kojoj žive, te ga nije jednostavno jednoznačno odrediti.

biodiverziteta koji je počeo intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje i „zelenom revolucijom”. Gajenjem nekoliko GM-kultura u monokulturi na velikim površinama i njihovim širenjem u zemljama u razvoju, nastavlja se potiskivanje lokalnih populacija koje mali farmeri još uvijek gaje u ovim zemljama. GM poljoprivredne kulture vrše jak selekcion pritisak na insekte koji se njima hrane, kao i na korovske biljke, a vrlo često, s obzirom na lanac ishrane i na one organizme koji nisu ciljni, ali se hrane ili parazitiraju na organizmima i smatraju se štetočinama u biljnoj proizvodnji, postaju ciljni organizmi transgene tehnologije.

Širenje GM poljoprivrednih kultura doista može biti prijetnja biodiverzitetu, posebno u centrima porijekla poljoprivrednih biljaka, odnosno u onim svjetskim regionima iz kojih prvobitno potječu pojedine vrste važnih poljoprivrednih kultura. Ti centri porijekla odlikuju se i najvećom genetičkom varijabilnošću za te vrste i mogu poslužiti kao koristan izvor gena u proširivanju genetičke varijabilnosti pri konvencionalnom oplemenjivanju. Prijenosom gena sa GM-kultura na spontane (divlje srodnike) ovi prirodni izvori korisnih gena mogu biti značajno ugroženi.

Pitanja koja se otvaraju pri razmatranju tehnologije GMO-a ne ograničavaju se samo na polje bioloških nauka. Značaj GMO-a ogleda se i u njihovu utjecaju na globalnu geopolitiku i zakonodavstvo, kao i na (bio)etičke dileme i kontroverze. Naučnici i zakonodavci više obraćaju pažnju na spoljašnje razloge prihvatanja ili odbacivanja GMO-a, rjeđe se pitajući o intrinzičnim odnosno bioetičkim razmatranjima samog čina genetičke modifikacije i svega onoga što je involvirano u tu djelatnost. O ovim pitanjima češće diskutiraju teolozi i filozofi, premda je njihov utjecaj na normativno reguliranje same biotehnologije relativno mali.

Česti razlozi dovođenja u sumnju genetičke modifikacije vezani su za njenu oprečnost prirodi, tj. za čvrsto izražen stav da je GM neprirodna. Sa bioetičkog aspekta izgleda da nije problematično interveniranje čovjeka u neki organizam generalno, pošto je kontrolirano oplemenjivanje prihvatljivo, već intervencija koja se odvija na nivou DNK. Argument da je genetička modifikacija nekog organizma nedopustiva sa bioetičkog aspekta zbog toga što je suprotstavljena prirodnom toku stvari, odnosno zato što je neprirodna, treba biti dodatno problematiziran. Naime, (samo)razumijevanju biti čovjeka pripada osjećaj ili predstava svojevrsnog raspuknuća neposredne odnosno prirodne egzistencije čovjeka, što čovjeka u vlastitom viđenju čini posebnim događajem u

svijetu, pošto mu se njegova egzistencija predstavlja kao ne-prirodna, artificijelna, modifikabilna, kao drugo-prirodna ili kao najviša tačka kontinuiteta prirodnog. Drugačije rečeno, duhovna egzistencija čoveka može se sagledati kao najviša stepenica njegove prirodne egzistencije (ili prirode uopće), ili kao hod udaljavanja od prirodne egzistencije. Dakle, reći da je nešto ne-prirodno ne znači niti podrazumijeva da ono imanentno nosi negativan aksiološki predznak. Zanimljivo je da se argumentom iz prirode koriste i pristalice i protivnici genetičke modifikacije organizama. Pristalice smatraju da je genetička modifikacija prihvatljiva sa bioetičkog aspekta zbog toga što se nepredviđene i nagle promjene u DNK dešavaju i u samoj prirodi, kao što se dešava i razmjena genetičkog materijala između vrsta. Protivnici GM-a, sa druge strane, koriste se ovom činjenicom da bi utvrdili da navedene pojave nisu uobičajene u prirodi, te da stoga i nisu bioetički prihvatljive. Rezoniranje koje se pojavljuje u obama verzijama podrazumijeva zdravorazumski pristup, koji eventualno može oblikovati stavove javnog mnijenja, podrazumijevajući pod prirodnim nešto „normalno”, ali svakako ne smije determinirati filozofsko poimanje genetičke modifikacije.

Proglasiti nešto za „neprirodno” u konkretnom slučaju znači da se genetički materijal kreće preko granica određenih vrsta. Naravno, šta je vrsta, nije moguće jednom zauvijek utvrditi i njen pojam može varirati od epohe do epohe i zavisiti od datoga konteksta. U jednom smislu „vrsta” može označavati grupu individua koje su slične po izgledu i karakteristikama, dok u drugom ona se tiče individua koje pripadaju istoj vrsti onda kada mogu rađati ili producirati fertilno potomstvo. U biljnom svijetu, dalje, nije uvijek moguće povući oštru granicu između pojedinih vrsta. Ako se tome doda njihovo nekadašnje zajedničko porijeklo, eto razloga zašto su neki autori, na osnovu tvrdnje da su vrste tokom procesa evolucije mijenjale svoje karakteristike, ukazivali na podatak da *telos* vrsta nije statička već dinamička kategorija.

Rolston (H. Rolston) pokazuje da bi *telos* vrsta trebao biti u vezi s intrinzičnom vrijednosti kao nečijom adaptabilnom sposobnošću u integriranoj cjelini eko-sistema. Artificijelna selekcija uz pomoć oplemenjivanja ili transgene tehnologije najčešće narušava prilagodljivost vrsta u divljini i tako smanjuje njihovu vrijednost. U slučaju transgenih organizama moglo bi se reći da je umanjena adaptabilnost poželjna, jer bi time rizik od opasnosti po okruženje tokom transgenog širenja bio smanjen. Rolston smatra da je ovo utjecanje na *telos* dopustivo, ali da

se trebaju priznavati vrijednosti koje su inherentne u vrstama i možda održavati balans, osiguravajući da „takva netaknutost ostaje drugdje u divljini na ovoj čudesnoj planeti”.⁹ Ono što Rolstonova teza implicira je da genetičke modifikacije ne podrazumijevaju bioetički neprihvatljivo prelaženje granica vrsta *per se*, te to stoga ne može služiti kao potvrda prigovora laičke javnosti u vezi s prelaženjem granica vrsta.

Interdisciplinarni istraživački projekti koje podržava Evropska Unija naglašavaju činjenicu ostajanja unutar granica određene vrste. Takav je slučaj i s genetički modificiranim jagodama, koje su biolozi, angažirani u ovom projektu, nazvali *cisgenim* organizmima ne bi li ih razlikovali od *transgenih* organizama, pošto ovako genetički modificirane jagode ne sadrže materijal koji pripada nekoj drugoj vrsti. Može se postaviti pitanje da li postoji bioetički relevantna razlika između modifikacija koje se odvijaju unutar određene vrste i između različitih vrsta? Nilsen (K. Nielsen) je ukazao na to koliko treba biti precizan u izražavanju, odnosno koliko naučna dostignuća moraju biti praćena jasnim jezičkim distinkcijama između srodnih, premda ne i identičnih pojmova. On je npr. upotrebio izraz *inrageni* a ne *cisgeni* organizmi za modifikacije koje se vrše unutar granica neke vrste. Ostale kategorije koje Nilsen spominje jesu: *famigeni* organizmi, kod kojih se modifikacije vrše unutar iste porodice; *linegeni* organizmi, modifikacije se vrše unutar iste filogenetske linije; *transgeni* organizmi, modifikacije sa nesrodnim DNK materijalom; i *ksenogeni* organizmi, kod kojih su umetnuti geni konstruirani u laboratoriji. U posljednjem slučaju riječ je o tome da se geni ne mogu pronaći ni u jednom postojećem organizmu.¹⁰

Ne ulazeći u sve nijanse Nilsenovih analiza, ovdje će biti spomenuto i naglašeno samo zašto je bitno s bioetičkog aspekta praviti jasnu razliku između intragenih i transgenih organizama, pošto je ta razlika relevantna za argumentiranje protiv prelaženja granica vrsta. Na Nilsenovu tragu, može se reći da se rizik i mogućnost greške naučnika kod produkcije i širenja intragenih organizama značajno smanjuje s obzirom da su (novo)

⁹ H. Rolston, “What Do We Mean by Intrinsic Value and Integrity of Plants and Animals?”, p. 10, u: D. Heaf, and J. Wirz (eds.), *Genetic Engineering and the Integrity of Animals and Plants*, (Proceedings of a Workshop at the Royal Botanic Garden, Edinburgh, UK), Hafan, 2002.

¹⁰ K. Nielsen, “Transgenic Organisms – Time for Conceptual Diversification”, *Nature*, 21 (3), 2003, str. 227–228.

uveđena svojstva već prisutna u samom organizmu. I drugo, ostajući unutar vrsta, iskazuje se respekt za „drugost” i „različnost” prirode, čiji se mehanizmi i zakoni ne mogu, i možda ne bi bilo dobro da se mogu, u potpunosti kontrolirati.

Kada se uzme u razmatranje teza da transgene modifikacije vode ka radikalnijim promjenama biljaka nego intragene modifikacije, pokazuje se da ovakve promjene mogu voditi i vode do mnogih rizika i do veće potencijalne štete, kako sadašnjoj tako i budućim generacijama. Nepouzdanost i rizik povećavaju se kako se biljka udaljava od potpunosti procesa koji se odvijaju pod prirodnim uvjetima, kao i kada se umetnute karakteristike nisu pojavljivale ranije unutar vrste. Moglo bi se reći da se ubacivanjem gena koji su strani nekoj vrsti maksimizira potencijalni problem, a da kulminaciju svakako predstavlja ubacivanje sintetičkih gena.

Popravljanje nekih karakteristika unutar iste vrste, npr. jagode, omogućava da rizik bude znatno manji, i to iz više razloga. Najprije određena osobina već je prisutna unutar biljke, čime se ograničava i smanjuje polje mogućeg rizika. Poznati su efekti spomenute osobine, recimo visokog nivoa proteina u jagodi u uobičajenom okruženju, što omogućava znatno bolju osnovu za predviđanje posljedica kontinuirano višeg nivoa iste karakteristike u istim okolnostima. Broj nepoznatih faktora se smanjuje, čime se smanjuju i šanse za potpuno neočekivane posljedice koje mogu nastati kao rezultat nedovoljnog znanja samih naučnika. Sve ovo treba uzimati u obzir kada se razmatraju bioetički momenti gajenja i proizvođenja intragenih kultura, kao i prilikom normativnog reguliranja čitava postupka.

Činjenica da se vrste mijenjaju protokom vremena može predstavljati ključni argument da se ne prelazi granica same vrste. Premda ovo na prvi pogled zvuči paradoksalno, treba znati da i pored toga što su vrste dinamički entiteti, one zauzimaju određeno mjesto i igraju određenu ulogu u odgovarajućem okruženju. Svaki pojedinačni organizam u interakciji je sa drugim organizmima i promjene u jednom organizmu mijenjaju ove oblike interakcije kroz proces adaptacije. Stoga je svaka vrsta dio veće cjeline koja se razvija prema njenim vlastitim obrascima i zakonima. Kao pravilo, evolucijske promjene su spore, one su minimalne i geografski omeđene za dugi period vremena, omogućavajući drugim organizmima da se prilagode izmijenjenim karakteristikama bez mogućih katastrofalnih posljedica po postojeći ekvilibrij. Spore

promjene i slično postupno širenje izmijenjenog implicira da se karakteristike vrsta samo gradualno mijenjaju, čak i kada individualni organizmi stječu radikalno nove osobine zbog mutacija. Također, u ovim slučajevima, kada promjene karakteristika mogu uzrokovati radikalne promjene u lokalnom eko-sistemu, širenje ovih karakteristika na druge eko-sisteme zahtijeva puno vremena. Vjerovatnoća promjena koje bi bile destruktivne za veliki broj vrsta u širokom arealu rasprostiranja u kratkom vremenu zato je veoma mala. U modernoj intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji sa GM-tehnologijom uvode se novi varijeteti sa dramatično izmijenjenim karakteristikama na mnogim lokacijama u veoma kratkom vremenskom intervalu, što pokazuje koliko je ova intervencija drugačija u odnosu na samu evoluciju.

Ekološki sistem predstavlja fragilno stanje neprekidne promjene, takoreći dinamički ekvilibrij, koji se mijenja, premda u isti mah zadržava osnovne karakteristike tokom vremena. Uprkos rapidnom povećanju kvantuma znanja u posljednjim decenijama, zbog kompleksnosti eko-sistema naučnici nisu u mogućnosti u potpunosti predvidjeti posljedice čak i sasvim limitiranih promjena. Nauci još uvijek nedostaje razumijevanje funkcioniranja bioloških sistema u zadovoljavajućoj mjeri, za razliku od sistema koje je sam čovek konstruirao, gdje su uzroci dobro poznati a posljedice promjena po sam sistem mogu se predvidjeti do najmanjeg detalja. U ovom smislu, priroda nije nešto što se može u cijelosti kontrolirati, i sa čime se može jednostavno upravljati. Na taj način, zakoni biologije razotkrivaju „drugost”, odnosno „različnost” prirode. Biološki sistemi, stoga, u ovom trenutku ne mogu u potpunosti biti predvidljivi, pa kada biotehnologija intervenira, u njih ona pravi svojevrsnu prečicu, dakako upoređeno sa načinom na koji se promjene uobičajeno dešavaju u prirodi. Transgene kulture radikalno mijenjaju karakteristike koje su uvedene simultano u širokom arealu rasprostiranja, čime se nimalo ne uvažava jedinstvena osobenost ovih sistema, i tako prenaplašava moć same tehnologije. Ovo bi mogla biti jedna prikladna interpretacija objekcija da se čovjek „igra Boga”, ili da nešto „mešetari u prirodi”, praveći tako produkte moderne biotehnologije „neprirodnim”. Dakako, rigidno sproveden ovakav stav mogao bi upućivati na odbacivanje bilo kakvog oblika moderne biotehnologije, a do apsurdna sproveden stav mogao bi upućivati da treba napustiti i postulate moderne poljoprivrede generalno, što, naravno, nije intencija autora ovog rada.

Kao što je rečeno, proces prirodne selekcije, koji predstavlja glavni mehanizam inducirana promjena u prirodi, prilično je spor proces. Poštujući činjenicu da nauka ne može objasniti sve detalje interakcije elemenata u prirodi, potrebno je respektirati restrikcije u pogledu brzine i disperzije promjena u prirodi onako kako su izražene u promjenama uzrokovanim evolucijom. Ako se uvažavaju evolucijska ograničenja genetičkih promjena, produkti čovjekove intervencije bit će predvidljiviji, jer se time usporava eksperimentiranje s nepoznatim u punom smislu riječi. Moguća je i validna, dakako, i opcija izbjegavanja svake vrste intervencije na nivou DNK i korištenje znanja koje također rapidno raste na polju funkcionalne genomike, koja je područje molekularne biologije, radi ubrzanja procesa oplemenjivanja.¹¹ Druga opcija, koja je u ovom tekstu detaljnije elaborirana, zalaže se za ograničenje stepena promjena koje su uvedene posredstvom genetičke modifikacije, pritom zadržavajući prednosti ove tehnologije. Intragenetna modifikacija može, konačno, biti određena kao genetička modifikacija posredstvom reproduktivne DNK tehnologije da se proizvede organizam koji bi mogao biti dobijen i posredstvom tradicionalnih metoda oplemenjivanja. Poznato je također da intragenetna modifikacija u nekim slučajevima može rezultirati promjenama koje nisu moguće pomoću tradicionalnog oplemenjivanja. U ovakvim slučajevima prigovori mogu biti identični kao i u situaciji „neprirodne” intervencije kod transgenih biljaka. Štaviše, takve biljke i ne treba nazivati intragenim biljkama, uprkos činjenici da su proizvedene na sličan način. Ove biljke u funkcionalnom smislu slične su transgenim biljkama, a naglasak u razlikovanju između intragenih i transgenih modifikacija treba staviti na novitet karakteristika, a ne na porijeklo genetskog materijala.

Ključna stvar u vezi s ovim argumentom nije primarno vezana za izbjegavanje nepredvidive štete, već respekt prema „različnosti” prirode.

¹¹ Multinacionalne hemijske kompanije, koje su bile nosioci i finansijeri transgenih projekata, prvenstveno su vodile računa kako da se farmerima olakša proizvodnja, odnosno kako da se ona učini sigurnijom i rentabilnijom, a zatim, ili najprije, kako da se što brže oplode sredstva uložena u finansiranje ovakvih projekata. Tako su isforsirani transgeni programi sa genima otpornosti prema herbicidima, uprkos činjenici da npr. kod kukuruza postoji čitav arsenal vrlo kvalitetnih herbicida, što potvrđuje i podatak da je od početka komercijalnog gajenja GMO-a otpornost prema herbicidima konstantno vodeća genetička modifikacija. Površine pod ovako modificiranim kulturama porasle su od početnih 6.9 mil. ha u 1997. godini, na 89.3 mil. ha u 2010. godini.

Ako se igdje može primijeniti lekcija helenskog poimanja *hybrisa*, onda je možda treba primijeniti u objesti čovjeka prema „različnosti” prirode i konsekvencama koje slijede za njeno nepoštovanje. Ostajući unutar granica vrste u savremenim naučnim istraživanjima, pa i prilikom genetičkih modifikacija, čovjek ubrzava proces promjena u skladu sa vlastitim zahtjevima, istovremeno pokazujući poštovanje granica ovih promjena omeđenih procesom evolucije. Takvim činom pokazuje se i poštovanje osnovnih postulata bioetike postavljenih još od strane Čajldresa (J. F. Childress) i Bičampa (T. L. Beauchamp), poput neškodljivosti i autonomije, pa i pravednosti i dobročinstva ■

Željko Kaluđerović and Sonja Antonić

Bioethics versus Biotechnology

Summary

During the last nearly fifteen years biotechnology, genetic engineering, transgenic organisms or genetically modified organisms (GMOs) have been raising numerous controversies. In the scientific sphere, genetic engineering and GMOs represent some kind of a challenge for geneticists, breeders and physicians, in philosophy they are being studied by bioethicists and agricultural ethicists. Ecologists are interested in the interconnections between new technology and environment protection. For multinational companies they represent a potential source of huge profits, and for certain governments they represent an instrument for strategic control of food production within their countries as well as internationally. Taking into consideration opinions of both proponents and opponents of this “revolutionary” method, authors are at the standing point that we should not *a priori* reject new and insufficiently studied technologies, but that in this particular case it is necessary to be extremely cautious, actually that from (bio)ethical point of view only those GMO investigations limited to scientific purposes are justified, with all due precautiousness. Also, authors are of the opinion that this region and also Europe as a whole in this moment do not need transgenic organisms, either in agricultural production or in the food chain. Arguments for this statement are found primarily in the potential problems that intentional breeding of GMOs might inflict upon the human health and upon the environment. Namely, if borders of individual species are not overstepped and if their endog-

enous traits are made stronger, the potential risk of causing irreparable damage for both present and future generations which may be brought by changed biological succession will be reduced, actually one of the four fundamental bioethical principles will be applied and that is the non-maleficence. Finally, further intentional decreasing of biodiversity should not be allowed, which means that it is necessary to respect as much as it is possible the complexity of the nature, its autonomy and "otherness".

Key words: bioethics, biotechnology, GMOs, controversies, caution, biodiversity, nature, "otherness"

Literatura

1. Abdalla, A.; Berry, P.; Connell, P.; Tran, Q. T., Buetre, B.; *Agricultural Biotechnology*, Canberra, 2003.
2. Aiken, W., "Ethical issues in agriculture", u: *Earthbound: New Introductory Essays in Environmental Ethics*, New York, 1984.
3. Aristotel, *Metafizika*, PAIDEIA, Beograd, 2007.
4. Beauchamp, T. L.; Childress, J. F., *Principles of Biomedical Ethics*, Oxford, 1994.
5. Čović, A., *Etika i bioetika*, Pergamena, Zagreb, 2004.
6. Domingo, J. L., "Health risk of GM food – Many options but few data", u: *Science*, vol. 288, 2000.
7. Freudenberger, C. D., "What is good agriculture?", u: *Agricultural Ethics: Issues for the 21st century*, ASA, Special publication, No. 57, 1994.
8. Jackson, W., *New Roots for Agriculture*, Lincoln and London, 1985.
9. James, C., Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. ISAAA Brief, New York No. 42, ISAAA: Ithaca, (internet-adresa: <http://www.isaaa.org>).
10. Jošt, M., Cox, T., *Intelektualni izazov tehnologije samouništenja*, Ogranak Matice hrvatske, Križevci, 2003.
11. Kaluderović, Ž., „Kontroverze oko GM ili transgenih organizama”, u: *ARHE*, god. VI, br. 12, Novi Sad, 2009.
12. Kennedy, I., *Genetically modified crops: the ethical and social issues*, London, 1999.
13. Krznar, T., *Bioetički mozaik*, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009.
14. Littlehales, C.; Massey, A., *Guide to Biotechnology*, Washington, 2007.
15. Losey, J. E.; Rayor, L. S. and Carter, M. E., "Transgenic pollen harms monarch larvae", u: *Nature*, 399, 1999.
16. Nielsen, K., "Transgenic Organisms – Time for Conceptual Diversification", *Nature*, 21 (3), 2003.
17. Reich, W. T., *Encyclopedia of Bioethics*, Simon & Schuster – Macmillan, New York, 1995.
18. Rolston, H., "What Do We Mean by Intrinsic Value and Integrity of Plants and Ani-

- mals?”, u: D. Heaf, and J. Wirz (eds.), *Genetic Engineering and the Integrity of Animals and Plants*, (Proceedings of a Workshop at the Royal Botanic Garden, Edinburgh, UK), Hafan, 10., 2002.
19. Vrčec, V., *GMO između prisile i otpora*, PERGAMENA, Zagreb, 2010.