

KORISNOST I OPASNOST OD TRANSGENIČNIH BILJAKA*

Sibila JELASKA

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za molekularnu biologiju

Faculty of Science University of Zagreb
Department of Molecular Biology

UVOD

Odmah nakon računalne tehnologije genska je tehnologija druga čiji razvitak u posljednja dva desetljeća znatno mijenja naš život. I dok je kompjutorska tehnologija prodrla u svaku poru našega postojanja ne izazivajući velik otpor, prema genskoj tehnologiji javno mnijenje pokazuje odbojnost i otpor i nastoji zaustaviti, ili barem usporiti, brz ulazak genetički preinačenih ratarskih kultura (transgeničnih biljaka) u naša polja i našu hranu. Na žalost, zbog nedovoljnog znanja o složenoj znanstvenoj osnovi genske tehnologije, suprotstavljanje opće javnosti uglavnom je emocionalno. Ta činjenica otežava raspravu i razborito dokazivanje čini krajnje teškim. Rasprave koje se vode često su bez potrebne ozbiljnosti koju problematika zaslužuje. (14)

Od početnih istraživanja do primjene genetičkog inženjerstva (rekombinantne DNA-tehnologije) u modernoj biljnoj biotehnologiji raspravlja se o potencijalnoj dobiti te o opasnostima takva postupka što intrigira najširu javnost, medije, osobe i institucije koje donose političke odluke na razini države. Trenutačno naše iskustvo i znanje o međudjelovanju gena i transgena s biljnim svojstvima ili pak s okolišem ograničeni su, pa se rasprave o ugroženosti okoliša od primjene biljne biotehnologije (transgeničnih biljaka) uglavnom temelje na pretpostavkama i nestvarnim postavkama. Razmišljanja o primjeni transgeničnih biljaka postaju još složenija zbog činjenice da biotehnologija uključuje patentno pravo, prava poljodjelaca, zaštitu korisnika, etička pitanja i biološku zaštitu. Određene interesne grupacije traže da se uspori razvitak novih tehnologija, druge prosvjeduju zbog poteškoća u ostvarivanju patentne zaštite ili pak traže da javno mnijenje brže prihvati tehnologiju. Ekolozi se boje gubitka biološke raznolikosti ili zagađenja okoliša genima, dok pobornici tehnologije obećavaju prehraniti rastuću ljudsku populaciju ne narušavajući prirodne ekosustave.

*Rad je izložen na Znanstvenom skupu "Društveni značaj genske tehnologije" održanom 13. siječnja 1999. godine u Zagrebu u organizaciji Instituta za društvene znanosti Ivo Pilar i Instituta za molekularnu medicinu Ruđer Bošković i tiskan u Polšek, D. i Pavelić, K. (ur.) 1999. Društveni značaj genske tehnologije. Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, Zagreb.

O upotrebi genetičkoga inženjerstva odlučuju nacionalna i međudržavna politička i zakonodavna tijela koja primjenjuju različite propise o tržišnoj primjeni genetički preinačenih biljaka (genetically modified organisms, GMO).

Iako rasprave za i protiv još nisu završene, danas su transgenične biljke stvarnost. Čvrsta veza znanstvenih istraživanja i industrije ubrzala je posljednjih godina razvitak biljne biotehnologije, posebno u tržišno orijentiranim institucijama. Površine na Zemlji zasijane transgeničnim biljkama povećane su s tri milijuna ha u 1996. god. na više od 13 milijuna ha u 1997.(8), da bi u 1998. god. 35 milijuna ha zemljišta bilo zasijano transgeničnim poljoprivrednim kulturama, od kojih više od 18 milijuna ha u SAD-a otpada na *Round up Ready*[®] soju (soja otporna na herbicid glyphosate). Oko 7 milijuna ha zemljišta zasijano je kulturama koje su otporne na kukce i na oko 2 milijuna ha tla zasijane su biljke otporne na viruse, a sve su kulture dobivene primjenom genske tehnologije. Od spomenutih 35 milijuna ha zasijanih transgeničnim kulturama, 88% zemljišta otpada na Sjevernu Ameriku, 6% na Latinsku Ameriku, 6% na Aziju to oko 1000 ha na Francusku. Pretpostavlja se da u Europi do 2000. god. neće biti zasijano više od 1% ukupnih svjetskih zemljišta pod takvim kulturama. Ti podaci nepobitno pokazuju da poljoprivredna proizvodnja dobiva novu dimenziju. (22) Do sada nije obaviješteno niti o jednoj ozbiljnoj šteti od tih biljnih kultura, iako je provedeno više od 3000 poljskih pokusa na 15000 lokacija, koje su zasijane transgeničnim biljkama. (23)

Na pitanje: da li je prethodno provedeno promatranje i utvrđivanje ekološkog rizika od transgeničnih poljoprivrednih biljaka može se postaviti protupitanje i dati odgovor: odluke o tržišnoj proizvodnji neke biljne odlike uvijek su se donosile na temelju agronomskih karakteristika nove sorte a ne prema njezinu utjecaju na okoliš. Sadnja transgeničnih kultura, međutim, omogućit će istraživanje i prikupljanje podataka o ponašanju takvih biljaka u okolišu.

I u slučaju da su transgenične biljke potencijalna opasnost za okoliš, treba istaknuti da mnogo stvarniji i katastrofalan učinak ima intenzivna poljoprivredna praksa koja se provodi bez transgeničnih poljoprivrednih kultura ili s njima. Ne tako davno ekolozi su raspravljali o transgeničnim biljkama kako bi istaknuli svoju opravdanu zabrinutost zbog teškoća koje je izazvala poljoprivredna praksa. Na žalost, rasprava se usredotočila više na postupak (tj. na genetičko inženjerstvo) nego na konačan proizvod (tj. na dobivenu poljoprivrednu biljku i njezine osobine), čime se potpuno zanemarilo jedinstveno stajalište znanstvenika da opasnost može prouzročiti svojstvo konačnog proizvoda a ne sam postupak. (2) Događa se da i pravna regulativa i neki tehnički vodiči slijede takve krive i proturječne putove.

Pratiti prirodan prijenos gena u prirodnim populacijama (npr. pomoću specifičnih biljega) vrlo je teško, prvenstveno zbog velike varijabilnosti unutar tih populacija. Nemogućnost utvrđivanja prenošenja gena u prirodnim populacijama, međutim, ne znači da prijenos gena ne postoji.

Pokusi su pokazali da se svojstvo kodirano sekvencom DNA (genom), također i rekombinantnom sekvencom (transgenom), može prenijeti iz agromomske kulture u divlju populaciju i obrnuto, čak ako biljke nisu blisko srodne. (12)

POTENCIJALNI RIZICI OD TRANSGENIČNIH BILJAKA

Mogu se pretpostaviti tri različita scenarija rizika: (7)

- (1) Transgenična biljka je sama po sebi izvor opasnosti.
- (2) Izvor opasnosti je introgresija i/ili prijenos gena (*gene-flow*).
- (3) Opasnost je horizontalni prijenos gena (rekombinantna DNA-tehnologija).

Zajednička opasnost svih tih scenarija za okoliš bila bi da genetski preinačena poljoprivredna biljka zamijeni prirodnu vrstu. To bi se moglo dogoditi kad se transgenične biljke oslobađaju u područjima gdje je središte izvornosti takve biljne vrste. (4)

AGRESIVNA BILJNA KULTURA

Mogu se razmotriti dvije mogućnosti. Kao prvo da se transgenična poljoprivredna kultura proširi izvan poljoprivrednih zemljišta i da zamijeni divlju srodnu vrstu. Do danas nije utvrđen ni jedan dokumentiran primjer da je poljoprivredna sorta osvojila divlja tla. Druga mogućnost bila bi da transgenična kultura postane agresivna unutar poljoprivrednog zemljišta: U Velikoj Britaniji i Nizozemskoj ta se mogućnost smatra izričito poljoprivrednim problemom. (19)

Svrha poljoprivrednoga oplemenjivanja ratarskih kultura oduvijek je bila uvesti u biljku gene koji su nosili otpornost na kukce, viruse i herbicide. Glavni razlog tomu bio je da se smanji primjena agrokemikalija te da se poveća prinos, stabilnost i kvaliteta ratarske biljke. Možemo, dakle, zaključiti da je prijenos gena stvarnost te da se i dosad provodio. Sljedeće pitanje jest da li je realno pretpostavljati stvaranje novih agresivnih korovnih biljaka kao rezultat prijenosa rekombinantnoga gena, transgena iz srodne poljoprivredne vrste u divlju vrstu? Početni je problem kako predvidjeti agresivnost nekog svojstva uvedenog u biljku? Bakerova lista navodi 12 karakteristika, koje određuju agresivnost neke biljne vrste: autogamija, kratko generacijsko vrijeme, velika proizvodnja sjemena, dugotrajna vijabilnost sjemena, brza prilagodba različitim okolišnim uvjetima i dr. (1) Vrsta *Impatiens glandulifera* postala je osvajačka (agresivna) sa samo dva Bakerova svojstva, dok druge dvije srodne vrste *I. capensis* i *I. parviflora* to nisu, iako se vrlo malo razlikuju od vrste *I. glandulifera*. (21)

Tradicionalni postupci unošenja gena za otpornost na viruse, kukce ili gljivice nisu shvaćeni kao opasnost nego kao prednost. Jasno, to nije razlog da se ne procjenjuje opasnost od unošenja stranih gena i transgena. No naše

ograničeno znanje s tog područja pribjegava pretpostavkama pomoću kojih, niti uz primjenu statističkih osnova nije moguće predvidjeti konačan učinak u svakom pojedinačnom slučaju. Važno je ovdje istaknuti da predviđanja te vrste nisu ograničena samo na genetički preinačene biljne kulture.

Vrlo je vjerojatno da će unos transgeničnih biljaka u Europu znatno promijeniti poljoprivrednu proizvodnju. Navika pijenja kave i čaja promijenila je poljoprivrednu proizvodnju izvan Europe. Nadalje, procijenjeno je da je posljednjih stoljeća više desetaka tisuća biljnih vrsta (koje su nosile brojna pogodna svojstva) uneseno u Europu, (18) no tek su se neke od tih vrsta prilagodile i održale bez zaštite i trajne brige čovjeka. Malo vrsta koje su se pokazale agresivnima nisu promijenile običaj uvođenja novih vrsta (npr. kivi u Hrvatsku) i potencijalna je opasnost prihvaćena.

Vjerojatnost prijenosa gena visoka je u središtima izvornosti i na svakoj lokaciji gdje poljoprivredna kultura ima bliske korovne srodnike. (3,17) Iz toga možemo pretpostaviti da se prenošenje gena u oba smjera javlja i nastavlja još od drevnih vremena. Rekombinantna DNA tehnologija vrlo je osjetljivo oruđe kojim možemo objasniti fenomen genskoga prijenosa. No, pojava se treba utvrditi za svaku specifičnu lokaciju, poljoprivredni postupak i okoliš u kojem će se događati. Ostaje, međutim, nejasno zašto ispitivanje utjecaja prijenosa gena mora biti ograničeno na transgenične kulture? Još uvijek znamo premalo o mehanizmima prirodne otpornosti na bolesti i druge stresne uvjete. Genetičko inženjerstvo nije promijenilo ciljeve oplemenjivača. Otpornost na gljivice, bakterije, viruse, vodni stres čak i na herbicide bila je utvrđena, odabrana i uvedena u pojedine poljoprivredne kulture i prije genske tehnologije. Rajčica postaje otporna na gljivice preinačenim genom za glukanzu ili klasičnim oplemenjivanjem i unosom gena za otpornost iz udaljenih srodnih transgeničnih biljaka vrsta. Otpornost na herbicid može se postići selekcijom ili genetički preinačenim genom. Prirodna otpornost može se ostvariti povećanom ekspresijom glukanzaze ili učinkovitijom beta-glukanazom ili mutacijom gena koji je meta za molekulu herbicida. Javno mnijenje prihvaća prirodno svojstvo koje je kodirano genom ili genima, i prihvaća interakciju okoliša s navedenim svojstvom, a ne sa sekvencom kao takvom koja određuje svojstvo. Koji su razlozi da se procjenjuje i sudi samo transgenima?

HORIZONTALNI PRIJENOS GENA

Horizontalni prijenos gena opisuje činjenicu da se DNA ne prenosi i širi samo križanjem odnosno spolnim procesom nego i na druge načine. Uspoređivanje sekvenci pokazalo je što udaljene srodne vrste sadrže homologne sekvence koje se mogu tumačiti njihovim horizontalnim prijenosom. Biljni genomi sadrže brojne retroviralne sekvence. Vrlo malo znamo o kriptičnim virusima, viroidima i DNA. Bakterije *Agrobacterium sp.* prenose DNA između

dva carstva (biljnoga i bakterijskoga), neki virusi inficiraju kvasce i bakterije, pa i kukce. Počinjemo razumijevati gene i genome kao nešto dinamično što se može unijeti u biljni organizam, ali ipak ne toliko dinamično da bi u kratku vremenu ugrozilo integritet vrste. Ti nalazi nisu posljedica molekularne genetike i genetičkog inženjerstva nego su njima protumačeni.

Malobrojna istraživanja pokazala su da bakterije mogu postići otpornost na antibiotik iz degradirajućih transgeničnih biljaka. (16) U početku je to spoznaja izazvala ozbiljnu zabrinutost jer mnoge transgenične biljke imaju sekvence odgovorne za otpornost na antibiotike (aminoglikozide kao što su neomicin, kanamicin ili geneticin). Analogne rezultate dobili su Mitten i sur. (13) analizirajući potencijalno primanje gena za otpornost na antibiotik u bakterija iz ljudskog probavnog sustava. U oba slučaja bakterije su mogle postati otporne primanjem gena za otpornost iz okoline. Promatrajući prijenos gena za otpornost na antibiotik u bakterije kao potencijalni rizik, istodobno zanemarujemo učinak potencijalnog primanja brojnih drugih biljuna parova baza iz biljke, koji su odgovorni za sintezu nepoznatih biljnih produkata. Njihov potencijal u rekombinaciji, u toksičnosti ili u izazivanju alergija zanemarujemo iako ništa ne znamo o međudjelovanju tih sekvenci u bakterijskom metabolizmu. Ovdje odbijamo činjenicu da biljka predstavlja ekosustav koji pruža utočište brojnim endofitskim organizmima.

Sve bakterije pokazuju vlastitu snošljivost na aminoglikozide ili beta-laktam antibiotike. Uz to činjenicu da li je stvarno ozbiljan i dodatan rizik prijenos gena npt-II (kodira otpornost na kanamicin) iz transgenične biljke u bakterije?

Analiza sveukupne genetičke raznolikosti na razini DNA pokazala je da se samo 1-10% zemljanih bakterija mogu uzgajati u laboratoriju. Možda nije previše spekulativno pretpostaviti sličnu sliku i za endofitske organizme na biljkama. Navedene činjenice nisu argumenti da se ne procijeni opasnost u otpuštanju genetski preinačenih poljoprivrednih kultura; one samo pokazuju da smo već i do sada prihvatili i bili okruženi istom vrstom rizika u koji ulazimo primjenom transgeničnih biljaka.

OČUVANJE BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI I BIOLOŠKA ZAŠTITA

Zabrinutost znanstvenika i interesnih skupina kao i mišljenje javnosti nametnulo je izradu vodiča za biološku zaštitu. Općenito, te se upute odnose na postupke u otpuštanju genetski preinačenih biljaka u polje i zamišljene su da spriječe svaki mogući rizik ili neočekivan štetan utjecaj. Biološka zaštita može se definirati kao strategija koja će zaštititi svaki biološki organizam ili ekosustav od opasnog ili potencijalno opasnog organizma, tj. biološka zaštita nije ograničena samo na transgenične biljke. Dapače, OECD potiče koncepciju

prisnosti te ističe da genetski preinačene biljke same po sebi ne izazivaju poseban rizik. Takav je pristup usmjeren na proizvod, konačan rezultat a ne na postupak. No, ako se transgenične biljke u načelu ne razlikuju od ostalih biljaka, zašto postoji potreba za posebnom procjenom rizika od njih?

Međunarodna zajednica potiče zemlje u razvoju da izrade upute za biološku zaštitu, korištenje i otpuštanje genetski preinačenih biljaka u prirodu i savjetuje da se upute temelje na dokumentu International Protocol on Biosafety. Biološka zaštita u biotehnologiji obuhvaća također pitanja o odgovornosti, kompenzaciji i nadoknadi. To je posebno važno jer se legislativa od države do države vrlo razlikuje. (10,22)

ETIKA

S etičkoga stajališta patentno pravo na život ne zvuči razumno i vlasništvo nad živim organizmom čini se problematičnim (nije ograničeno na genetičko inženjerstvo). Moralne i etičke dvojbe općenito se prihvaćaju kao nešto dobro i za to ne trebaju znanstvenu potporu. S druge strane, mišljenje javnosti može se prihvatiti kao potencijalna prepreka primjenama genske tehnologije. Bilo bi korisno i od pomoći ne miješati prihvaćanje javnosti i etiku. Nema sumnje, razvitak novih tehnologija (uključujući molekularnu genetiku i dijagnostiku, genetičko inženjerstvo, embriologiju, neuroznanost) uvjetovat će dramatične promjene u ljudskom životu, no imat će i društvene implikacije. (11) Etičke vrijednosti mogu sudjelovati u odlučivanju hoćemo li primijeniti genetičko inženjerstvo u otpuštanju transgeničnih biljaka i u koju svrhu. To se može znatno razlikovati ovisno o potrebama raznih društvenih zajednica, (15) što pokazuje da je bioetika pretežito fenomen zapadnog društva, a čak i u Europi sadržaj i struktura rasprava o bioetici znatno se razlikuju unutar pojedinih država. (20)

Zaštita prirode, ekosustava i biološke raznolikosti nije samo po sebi sadržaj etike. I uz pretpostavku da će otpuštanje transgenične poljoprivredne biljne vrste ugroziti prirodu i biološku raznolikost, postoji nekoliko pitanja na koja prethodno treba odgovoriti. 1) Koji ekosustav treba zaštititi i što podrazumijevamo pod prirodnim ekosustavom? 2) Koja su mjerila raspoloživa i prihvatljiva u određivanju štete? 3) I, najvažnije pitanje, kako prirodu i biološku raznolikost definirati? Suprotstavljati Prirodu ili Božje djelo novoj tehnologiji ne temelji se na argumentima niti je to sadržaj etike. Primjena ili odbacivanje genetski preinačenih biljaka samo po sebi nije utemeljeno na etičkim vrijednostima i nema ništa posebno etičkog u biotehnologiji ili genetičkom inženjerstvu. Kao i druge ljudske aktivnosti ili neaktivnosti one poprimaju etičku dimenziju kad se njihov učinak na okoliš ili društvo pokaže neprihvatljivim i štetnim za društveni sustav i ljudsko preživljenje.

INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO I PATENTI

Pretpostavlja se da je patentno pravo glavna zapreka razvoju biljne biotehnologije. Oplemenjivanje neke poljoprivredne kulture genetičkim inženjersvom vrlo je skupo jer uključuje nadoknadu, autorske tantijeme, licence i veću tržišnu cijenu. Kako se to odražava na zemlje u razvoju, ne treba previše objašnjavati, no ne slaže se s postavkama da će biljke oplemenjene primjenom genske tehnologije hraniti siromašan svijet. Činjenica je, međutim, da bez zaštite intelektualnog vlasništva biljna biotehnologija neće funkcionirati.

Središnje je pitanje što će biti sadržaj patentne materije u budućnosti? Pravila se razlikuju od države do države.

Članice WTO požuruju da se ujednače njihovi nacionalni sustavi kako bi u budućnosti procesi, proizvodi i biološki materijal mogli postati patenirani; sadržaj patenta i geni u tome nisu posebno izuzeti. No što je gen? Samo sekvenca, introni s regulatornim strukturama ili bez njih, i što je sa susjednim sekvencama? I koji lanac dvostrukog heliksa? Trebamo li uključiti genomsku osnovu, u kojoj se gen ekspresira i/ili njegov produkt? Kako nagraditi one koji su namjerno ili nenamjerno sačuvali biološku raznolikost iz koje su patentirani geni i sekvence pronađeni, izolirani i upotrijebljeni u budućnosti?

Rasprava o patentima i pravima intelektualnoga vlasništva smatra se najkritičnijim sadržajem i vjerojatno najspecifičnijim u modernoj biotehnologiji. (5) Uz pretpostavku da se horizontalni prijenos gena (vidjeti prije) javlja često, možda bi tu pojavu trebalo razmotriti kao veću opasnost za patente negoli za okoliš. (6)

Razvitak biljne biotehnologije ubrzat će se reguliranjem patentnog prava, što će povratno ubrzati i poboljšati znanstvena istraživanja. Taj scenarij primijenit će se samo u zemljama u razvoju. Razvijene države imaju ekonomiju i društveni sustav koji nastoji eksploatirati nove ideje, procese i proizvode u tržišne svrhe. Razvijene države odavno su shvatile da treba ulagati u znanstvena istraživanja na čijim se rezultatima temelji njihova razvijenost.

ZAKLJUČAK

Primjena genske tehnologije nesumnjivo će utjecati na okoliš, zdravlje, ekonomiju i društvene sustave. Također, zabrana te tehnologije snosit će posljedice. I pristaše koji primjenjuju i podupiru tu tehnologiju kao i protivnici koji je odbacuju i osuđuju bit će odgovorni za rezultate njezine upotrebe.

Moderne genske tehnologije dotiču brojne sadržaje, ali treba istaknuti da ti sadržaji nisu ograničeni samo na biljnu biotehnologiju. Rasprave o potencijalnoj opasnosti trebaju se voditi ravnopravno s raspravama o mogućoj dobrobiti i mogućim alternativnim pristupima. Također treba procijeniti i istražiti uzroke otpora prema biljnoj biotehnologiji.

Primjena više od 700 kg/ha mineralnih hranjiva izazvala je ekološke probleme u Zapadnoj Europi. Ima li Zapadna Europa zbog toga pravo izražavati bojazan kako će nastati ozbiljni ekološki problemi ako Afrika peterostruko poveća upotrebu umjetnih hranjiva (na cca 30 kg/ha)? Kao biotehnolozi trebamo prihvatiti činjenicu da i druge tehnologije i strategije mogu znatno povećati prinos i stabilnost prinosa.

Okoliš i biološka raznolikost još su prvenstveno ugroženi eksploatacijom drva za ogrjev, industrijskim otpadom i intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom. Te probleme transgenične biljke nisu uzrokovale a neće ih niti riješiti.

Mogli bismo se složiti s neprihvatanjem genetski preinačene rajčice u zemljama u kojima rajčice ima na tržištu čak i zimi. No kako suditi rajčici, koja pokazuje odgođeno vrijeme sazrijevanja (truljenja), u zemljama gdje više od pola uroda propadne prije nego dođe na tržište?

Što se tiče biljne biotehnologije, ne treba prihvatiti ni fundamentalizam ni redukcionizam. Vrijeme je da se ustale otvorene rasprave koje će argumentirano pojasniti probleme i pitanja o kojima smo raspravljali. (9)

LITERATURA - REFERENCES

1. Baker, H. G. (1974): The evolution of weeds, *Ann. Rev of Ecol and system.*, 5:1-24.
2. Barton, J., J. Crandon, D. Kennedy, H. Miller (1997): A model protocol to assess the risks of agricultural introductions, *Nature Biotech.*, 15:845-848.
3. Frederick, R. F., L. Virgin, E. Lindarte (1995): Environmental concerns with transgenic plants in centers of diversity: potato as a model. SEI/BAC, IICA, available from: Biotechnology Advisory Commission, Stockholm Environment Institute.
4. de Kathen, A. (1996): The impact of transgenic crop releases on biodiversity in developing countries, *Biotech. and Devel Monitor (Amsterdam)* 28:10-14.
5. de Kathen, A. (1998): The debate on risks from plant biotechnology: the end of reductionism? *Plant Tissue Cult. and Biotechnol.*, 4/3-4:136-147.
6. Ellstrand, N. N. (1994): Are there unique risks when testing in centers of diversity. *Proc. 3rd Intl. Symp. Biosafety Results of Field Tests of Genetically Modified Plants and Microorganisms. Univ. Calif.* str. 311-313.
7. Harding, K., Harris, P. S. (1994): Risk assessment of the release of genetically modified plants: a review. MAFF-Chief Scientists Group, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, U.K.
8. James, C. (1997): Global status of transgenic crops in 1997, ISAAA Briefs, No. 5.
9. Jelaska, S. (1998): Transgenične biljke - dobrobit ili opasnost za čovječanstvo, *Priroda*, 846/1:9-11.
10. Khalastchi, R. (1997): Elements of a biosafety protocol: Legal issues relating to liability and compensation, u: *Intl Biosafety - Workshop Proceedings, Brussels. Friends of the Earth/Les Amis de la Terre, Europe.*
11. Kutukdjian, G. B. (1997): The need for bioethics is universal, *Biotech. and Devel Monitor*, 31:24.
12. Mikkelsen, T. R., B. Andersen, R. B. Jorgensen (1996): The risk of transgene spread, *nature*, 380:31.
13. Mitten, D., K. Redenbaugh, L. Lindemann (1996): Evaluation of potential gene transfer from transgenic plants, u: Schmidt, E. R., T. Hankeln (Eds.): *Transgenic Organisms and Biosafety*. Springer, Berlin, Heidelberg, str. 95-100.

14. Nottingham, S. (1998): Eath your Genes: How genetically modified food is entering our diet. Zed Books, London, New York
15. Sahai, S. (1997): The bogus debate on bioethics, *Biotech. And Devel. Monitor*, 30:24.
16. Schlüter, K., J. Fütterer, I. Potrykus (1995): "Horizontal" gene transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen (*Erwinia chrysanthemi*) occurs - if at all - at an extremely low frequency, *Biotechnology*, 13:1094-1098.
17. Serratos, A., M. G. Willcox, F. Castillo (1997): Gene flow among maize landraces, improved maize varieties and teosinte: implications for transgenic maize, Mexico, D. P. *Cimmyt*.
18. Sukopp, H., U. Sukapp (1993): Ecological long-term effects of cultigens becoming feral and of naturalization of non-native species, *Experientia*, 49:210-218.
19. Torgersen, H. (1996): Ecological impacts of traditional crop plants - a basis for the assessment of transgenic plants. Monograph No. 75. FEA. Vienna, Austria.
20. Van Dalen, W. (1997): European debates in bioethics: Diverse topics and procedures, *Biotech. and Devel. Monitor*, 32:8-11.
21. Williamson, M. (1993): Invaders, weeds and the risk Front genetically manipulated organisms, *Experientia*, 49:219-224.
22. Zechendorf, B. (1998): Agricultural biotechnology: Why do Europeans have difficulty accepting it?, *AgBioForm 1/1* (časopis samo na Internetu).

Odabrane adrese Web o biljnoj biotehnologiji i vodičima o biološkoj zaštiti

<http://www.bdt.org.br/irro.html>

<http://binas.unido.org/binas/regs.html>

<http://www.oecd.org/ehs/country.htm>

<http://www.oecd.org/ehs/summary.htm>

<http://www.oecd.org/ehs/biobin>

<http://www.unep.org/unep/program/natres/biodiv/irb/unepgds>

<http://www.nbiap.biochem.vt.edu/>

<http://www.inform.umd.edu:8080/EdRes/Topic/AgrEnv/Biotech>

<http://www.aphis.usda.gov/biotech/>

<http://www.shef.ac.uk/doe>

<http://www.rki.de/GENTEC/GENTEC.HTM>

<http://www.ch.embnet.org/BATS/>

Adresa autora – Author's address:

Akademkinja prof. dr. sc. Sibila Jelaska
Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za molekularnu biologiju
Rooseveltov trg 6
10000 Zagreb