

GENETIČKO INŽENJERSTVO – NADE I PROMAŠAJI

GENETIC ENGINEERING – HOPES AND FAILURES

M. Jošt

SAŽETAK

Genetičko inženjerstvo je nova tehnologija, još uvijek u ranoj eksperimentalnoj fazi razvoja. Ova tehnologija ima moć da probije prirodne genetičke barijere između vrsta uključujući biljke, životinje i čovjeka. Genetički inženjeri ugrađuju, rekombiniraju i programiraju nezamislive nove forme života, transnacionalne 'biotech' korporacije postaju "vlasnici života", a običan svijet je zaplašen. Znanstveni radnici, kao i javnost, podijeljeni su u podršci ili otporu genetičkom inženjerstvu. U pregledu se diskutira o socio-ekonomskim, znanstvenim, ekološkim i etičkim razlozima, te suprostavljaju obećanja (nade) i promašaji genetičkog inženjeringa do sada.

Ključne riječi: genetičko inženjerstvo

ABSTRACT

GE is a revolutionary new technology, still in its early experimental stages of development. This technology has the power to break down fundamental genetic barriers between species including plants, animals and humans. Gene engineers are now inserting, recombining, rearranging, editing and programming genetic material, creating unimaginable transgenic life forms. Transnational biotechnology corporations are becoming the "owners of life", and people are scared. Scientific workers, as well as the public are divided in supporters and critics of the new technology and its products. In the survey hopes and failures of GE are discussed from socio-economic, scientific, ecological and ethical points.

Key words: genetic engineering

UVOD

Pretpostavlja se da će naredno stoljeće biti stoljeće biotehnologije, stoljeće genetičkog inženjerstva, ali sasvim vjerojatno i stoljeće neizvjesnosti i straha od posljedica promjena na koje nismo spremni. Nikada u svojoj povijesti čovječanstvo nije s takvom strepnjom dočekivalo nove tehnološke i ekonomske izazove, a u sveukupnoj povijesti znanosti, vjerojatno ni jedan pronalazak nije izazvao toliku podvojenost, kako između znanstvenika, tako i između nositelja nove tehnologije i svekolike javnosti, kao što je to slučaj s genetičkim inženjerstvom. Predmijeva se, da će u nekoliko sljedećih desetljeća, naš način života biti iz temelja promijenjen, a te će promjene biti značajnije od onih nastalih tijekom proteklog tisućljeća. Da bismo bolje razumjeli ovo stanje podvojenosti potrebno je analizirati prednosti i dobrobit koju nam nude postupci nove biotehnologije, ali i moguće nedostatke, opasnosti i dosadašnje promašaje.

Dok kritičari smatraju da će poljoprivredna biotehnologija biti jedna od najvećih nesreća u povijesti kapitalističkih korporacija, te da će ovu industriju uništiti odgovornost za prouzrokovano nekontrolirano preskakanje gena i time izazvanih posljedica⁽³³⁾, zagovornici nove biotehnologije (često korišten sinonim "life-sciences"), oduševljeni mogućnostima koje ona pruža, prikazuju genetičko inženjerstvo u pozitivnom svjetlu. Oni tvrde da prijenos stranih gena u biljku predstavlja nesagledivi potencijal u oplemenjivanju bilja. Prema njima genetičko inženjerstvo je u poredbi s klasičnim oplemenjivanjem brže i preciznije, te će čovječanstvu riješiti neke osnovne probleme prehrane i zdravstva:

1. Pitanja gladi u svijetu - podmirenje potreba za hranom sve brojnije ljudske populacije.
2. Povećanje rodnosti i poboljšanja kakvoće prehrambenih proizvoda: esencijalne aminokiseline, vitamini, minerali, često nedostatni u prehrani trećeg svijeta, otpornost plodina na transport i njihova dugovječnost itd.
3. Proširenje područja uzgoja usjeva (povećanje tolerantnosti biljke na sušu i niske temperature, te na kisela ili zaslanjena tla).
4. Zaštita usjeva od nametnika (korovi, bolesti i insekti).
5. Produkcija novih tvari: vakcine, biorazgradiva plastika, beskalorični zaslađivači itd.
6. Zaštita okoliša: mikrobiološko čišćenje zagađenih voda i detekcija eksploziva, manja uporaba pesticida.
7. Jeftinija proizvodnja lijekova, te organa za transplantaciju u čovjeka (srce, jetra, bubrezi itd.).

Iz navedenog može se razabrati da je riječ o velikim i plemenitim ciljevima. Međutim, neke od njihovih pohvala i uobičajeni argumenti mogu se razmotriti i s druge, ne tako ružičaste strane. Pomnije analize već ostvarenih projekata, te sada već brojni promašaji, na genetičko inženjerstvo bacaju nešto drukčije svjetlo. U ovom prikazu pokušat će se s više strana kritički sagledati ideja genetičkog inženjerstva i mogućih posljedica.

ŠTO JE GENETIČKO INŽENJERSTVO?

Genetičko inženjerstvo (GI) podrazumijeva tehnološke postupke kojima se na umjetan (neprirodan) način, uz pomoć posebno priređenih vektora (virusa, plazmida, transpozona, ili pozlaćenih metalnih čestica) savladavaju prirodne zaštitne barijere neke vrste i u nju prenose djelotvorni geni (horizontalni prijenos gena) druge, nesrodne vrste s ciljem dobivanja novog organizma poboljšanih svojstava. Svrha takvog prijenosa trebala bi biti: **genetsko poboljšanje** komercijalno interesantnog biljnog ili životinjskog organizma - osnovno područje djelovanja je poljoprivreda, ili **genska terapija** - zamjena štetnog gena u čovječjem organizmu s namjerom liječenja nasljedno (genetski) uvjetovane bolesti. Farmacija i zdravstvo su drugo osnovno polje interesa nove biotehnologije.

Novi organizmi u prirodi nastaju putem seksualne reprodukcije (vertikalnim prijenosom gena nasljeđuju kombinaciju svojstava oba roditelja), ili vegetativnim razmnožavanjem (nasljeđuju osobine organizma iz kojeg su nastali). Broj i obim svojstava ograničen je za specifičnu vrstu, pa biotehnolozi nastoje pronaći poželjno svojstvo u nekoj potpuno udaljenoj, nesrodnoj vrsti. Npr. unosom gena za protein insekticidnog djelovanja iz bakterije *Bacillus thuringiensis* u kukuruz, dobivena je biljka koja sama proizvodi insekticid kojim se štiti od kukuruznog moljca.

MOŽE LI GI RIJEŠITI POTREBU ZA HRANOM SVE BROJNIJE LJUDSKE POPULACIJE

Naoko najjači argument zagovornika genetičkog inženjerstva je rješavanje pitanja gladi eksponencijalno rastuće ljudske populacije. Međutim tu treba odmah naglasiti da se radi o u osnovi pogrešnom pristupu problemu. **Ukoliko se porast pučanstva ne stavi pod kontrolu, svaka druga mjera rješavanja pitanja**

gladi samo je kratkotrajnog učinka. Premda je ovo na prvi pogled najznačajnije obećanje koje daje biotehnologija, ono je ujedno i najlicemjernije. Pogledajmo činjenice na koje nas upozorava Institute for Food and Development Policy (Food First):

- Kad bi se nastavio postojeći trend porasta broja stanovnika, u prve dvije dekade narednog stoljeća trebalo bi proizvesti količinu hrane jednaku onoj proizvedenoj u proteklih 10 tisuća godina, a za to bi trebalo povećati obradive površine za 56%.
- U posljednjih 35 godina proizvodnja hrane u svijetu rasla je brže od porasta broja stanovnika. Svjetska proizvodnja samo znatih plodina osigurava 3500 kalorija/dan/stanovnik. (Ovdje nije ubrojeno povrće, voće i meso.)
- Mnoge zemlje koje bilježe glad, istovremeno su izvoznici hrane. Tako npr. 1995. dok je 200 milijuna Indijaca gladovalo, Indija je izvezla pšenice i brašna u vrijednosti od US\$ 625 milijuna, te riže u vrijednosti od US\$ 1,3 milijarde.
- Kad su u pitanju zemlje u razvoju, prema podacima iz 1997. god., 78% neishranjene djece ispod pet godina živi u zemljama sa suviškom hrane (podaci American Association for the Advancement of Science).
- Čak i u prebogatoj Americi 30 milijuna ljudi ne može si osigurati zdravu prehranu. Dok jedni imaju hrane u izobilju, drugi gladuju, jer je nemaju čime kupiti.

Gusto naseljena Danska (122 stanovnika/km²), Portugal (107 stanovnika/km²) i Grčka (80 stanovnika/km²) imaju najviše, a rijetko naseljene Somalija (14,5 stanovnika/km²), Afganistan (33 stanovnika/km²) i Eritreja (38 stanovnika/km²) najmanje hrane po stanovniku (FAO).

Tablica 1. Kronološki prikaz nekih značajnijih pojava vezanih uz manipulaciju genima

8000	prije Krista: Započela domestikacija danas kultiviranih usjeva.
2000	prije Krista: Prvi pisani dokument o umjetnoj polinaciji datulje (vrijeme asirskog kralja Hamurabija).
1676.	Nizozemci započinju oplemenjivanje ukrasnog bilja .
1694.	J. R. Camerarius - na temelju pokusa polinacije izvješće o postojanju spola u bilja .
1719.	T. Fairchild križanjem proizveo prvi umjetni hibrid .
1727.	Obitelj Vilmorin u Francuskoj osniva prvu sjemensku kompaniju .
1799.	T. A. Knight (1759-1835) – prvi koristi plansku hibridizaciju za poboljšanje usjeva.

1798. T. R. Malthus (1766-1834) prvi upozorava na **porast stanovništva i nedostatak hrane** ("An Essay on the Principle of Population").
1859. Ch. Darwin postavlja **teoriju evolucije** ("The Origin of Species by Means of Natural Selection").
1864. Bogoslav Šulek (1816-1895) - prvi članak o oplemenjivanju bilja u Hrvata. "**Plemenitba bilja**"
1865. Gregor Mendel (1822-1884) - postavlja **osnovne zakone nasljeđivanja** – temeljene na rezultatima pokusa s hibridizacijom graška.
1886. Osnovano prvo "**Udruženje proizvođača sjemena**" (Svalof, Švedska).
1906. W. Bateson - daje nauci o nasljeđivanju naziv "**genetika**", te definiira GEN kao nasljednu jedinicu koja kontrolira pojavu i razvoj nekog svojstva.
1922. Prvi **komercijalni hibrid kukuruza** nazvan Burr-Leoming Hybrid (SAD).
1926. Osnovana **prva sjemenarska kompanija u SAD** - Pioneer Hybrid Corn Co.
1927. H. J. Müller izvješćuje o **induciranim mutacijama** (X zrake) na *Drosophyla melanogaster*.
1932. R. A. Fisher – temelj **populacijske genetike** ("Genetical Theory of Natural Selection").
1937. T. Dobzhansky –temelj **evolucijske genetike** ("Genetic and Origin of Species").
1953. J. D. Watson i F. H. C. Crick – predložili **model dvostruke spirale DNK** kao nosioca genetičkog zapisa.
1961. F. Jacob i J. Monod - **genetički kod** i regulacija sinteze proteina, operon koncept.
1970. N. Borlaug - polupatuljaste visokorodne sorte riže i pšenice ("Zelena revolucija")
1972. Donesena **Konvencija o biološkom oružju i bojnim otrovima** (BTWC) - potpisalo 144 zemalja
1975. Prvi **pravilnik o izbjegavanju rizika** pri istraživanju rekombinantne DNK (Asilomar, California).
1976. Patent na **rekombinantni humani inzulin** – prvi hormon dobiven genskom tehnologijom.
1980. * Vrhovni sud SAD-a dozvoljava **patentiranje** živog mikroorganizma (virus, bakterija) ili gena.
* Prvi **patent za genetički modificirani mikroorganizam** (General Electric Co.)
1981. Prva **transgena biljka**: uspješno prenesen gen za protein zeolin iz graha u suncokret.
1987. **Pogoršanje zdravstvenog stanja i smrt** nakon prijelaza sa životinjskog na (rekombinantni) humani insulin (Švicarska, Velika Britanija).
1990. Izvedena prva **genska terapija na čovjeku** (Škola za medicinu Sveučilišta južne Kalifornije)
1994. * prvi **komercijalni transgeni usjev**: FlavrSavr rajčica
* U SAD odobrena uporaba **rekombinantnog goveđeg hormona rasta** u proizvodnji mlijeka (rBGH)
* oboljenja i **smrtni slučajevi uzrokovani L-triptofanom od GM bakterija**
1995. Utvrđena **prisutnost toksičnog i mutagenog metabolita** (methyl-glyoxal) u GM kvasca.

1996. **Masovna poljoprivredna proizvodnja GMO usjeva** zasnovana na 2 milijuna hektara.
* utvrđen **otrovni produkt u transgenog duhana** (oktadekatetraenska kiselina)
* pojava **alergije na transgenu soju** s genom iz brazilskog oraščića.
1997. **Pojava otpadanja tobolca i nedovoljna ekspresija gena za toleranciju prema herbicidu u transgenog pamuka.**
1998. * patentirana "**Technology Protection System**" - pogrdno nazvan "**Terminator tehnologija**".
* A Pusztai eksperimentalno **dokazao štetan učinak transgenog krumpira** na pokusne životinje
1999. * izvješće o **smrtnom slučaju pacijenta zbog posljedica genske terapije**
* pojava "**superkorova**" otpornih na totalni herbicid Roundup,
* pojava **smanjena učinkovitost prema kukuruznom moljcu**,
* izvješće o **manjoj rodnosti i većem utrošku herbicida GM Rounup Ready soje**
* **SAD i veliki svjetski proizvođači transgenih usjeva u Cartageni, Columbia, onemogućili potpisivanje Sporazuma o biološkoj sigurnosti (Biosafety protocol)**, temeljen na postojećoj Konvenciji UN o biološkoj različitosti (Biodiversity Convention)
* **EU donosi odluku o zabrani uvoza novih GM usjeva do donošenja zakona o sigurnosti za okoliš**
2000. **insekticid na bazi GM virusa** (vjerojatno s genom škorpiona)
-

Svi ovi podaci pokazuju da glad u svijetu nije uzrokovana nedostatkom hrane. Pravi uzroci su političke i ekonomske prirode, uzroci su u društvu koje stavlja ekonomsku efikasnost ispred socijalne skrbi. Da se poboljšanjem životnih uvjeta siromašnih, napose žena može usporiti populacijska eksplozija najbolje se vidi iz primjera Kine, Kolumbije, Kube i Šri Lanke. Noviji revidirani podaci UN-a o populacijskom rastu (World Population Estimate and Projections) pokazuju da će sredinom idućeg stoljeća broj stanovnika na zemlji biti za gotovo milijardu manji (8,9 milijardi) od onoga predskazanog ranije. No smatra se da je i ova brojka pretjerana, te da je daleko veća vjerojatnost da će stanovništvo brojiti 7,3 milijarde duša. Dakle, ni populacijska eksplozija nema prvobitno najavljene razmjere.

Glad je prouzrokovana odlukama ljudskog bića, i može biti prekinuta drugačijim, mudrijim odlukama tog istog bića. Ako znamo da soja konverzijom sunčeve energije daje oko 8 puta više bjelančevina po jedinici površine od npr. goveđeg mesa, tada treba vrlo ozbiljno razmisliti o upozorenju dr. Prestona (direktor University of Tropical Agriculture Foundation, Phnom Penh, Cambodia): "Sve dok farmeri pola svjetske zalihe zrnatih plodina koriste kao stočnu krmu u proizvodnji mesa, namjenjenog potrošnji prekomjerno ishranjenog dijela čovječanstva, nema opravdanja za uvođenje GM usjeva pod izgovorom spašavanja siromašnih od gladi." Polako postaje jasno da velike

industrijske farme i nisu najsretnije, najefikasnije, pa ni najproduktivnije rješenje za proizvodnju hrane. A nadasve jasno je licemjerje kojim velike multinacionalne korporacije "brinu" o ljudskom dobru. Prava istina je sasvim nešto drugo - ove korporacije razumiju samo jedan jezik: jezik brzog profita i neograničenog rasta.^(10,24) Multinacionalnim kompanijama jedino je važan profit, na što nam najbolje ukazuje slučaj oko patentiranja do sada najmonstruoznije tehnologije monopola, pogrdno nazvane "terminator tehnologija".

U ožujku 1998. godine prihvaćen je patent na "Technology Protection System" - u svijetu pogrdno nazvan "Terminator tehnologija". Patentni zahtjev podnijeli su zajedno firma Delta and Pine Land Co. (kontrolira 71% američkog tržišta sjemena pamuka) i agencija vlade SAD-a (USDA). 'Terminator' je u biljku genetičkim inženjeringom ugrađen samoubilački mehanizam, koji se može aktivirati određenim vanjskim 'okidačem'. Kao rezultat doći će do samouništenja (samotrovanja, gubitka klijavosti) sjemena naredne generacije. Time bi se onemogućilo farmera da naredne godine sije vlastito sjeme, odnosno primoralo ga da svake godine kupuje novo. Koliki interes je pobudila pojava ovog patenta svjedoči činjenica da je već nepuna dva mjeseca nakon njegovog prihvaćanja, jedna od vodećih "biotech" korporacija (Monsanto) najavila kupovinu firme Delta and Pine Land Co. zajedno s patentom. Na sreću neostvarene, ove su 'zaruke' završile pred sudom.

'Terminator tehnologija' je primjer pogrešno usmjerenog genetičkog inženjerstva i biotehnologije u poljodjelstvu. Iz nje je vidljiva pokretačka snaga multinacionalnih korporacija - želja za kontrolom i posjedovanjem života. U zemljama Trećeg svijeta, poljodjelci često naredne godine siju vlastito sjeme. 'Terminator tehnologija' onemogućila bi takvu sjetvu vlastitog sjemena, a sjemenskim korporacijama osigurala monopol na prodaju sjemena u zemljama Azije, Afrike i Latinske Amerike. Siromašni poljodjelci koji proizvode oko 15-20% hrane u svijetu (dostatno za prehraniti oko 1,4 milijarde stanovnika) morali bi svake godine kupovati novo sjeme. Procjenjuje se da najutjecajnije multinacionalne korporacije (AstraZeneca, DuPont, Novartis, Monsanto/Pharmacia, BASF i Dow Agrosiences) danas posjeduju preko 30 patenata različitih tehnologija tipa "terminator", te bi tijekom nekoliko narednih godina 'terminator sjemenom' trebalo biti zasijano preko 400 milijuna hektara. Predodžbe radi, to je površina gotovo identična površini južne Azije. Upravo ti siromašni farmeri bili bi glavna meta 'terminator tehnologije'. Jasno je da multinacionalnim biotech-korporacijama nije stalo do toga da hrane gladne, već monstruoznim monopolom žele zaštititi svoje interese, te osigurati maksimalno mogući profit.⁽⁴⁰⁾

Unatoč velikog pritiska javnosti (Dan Glickman, sekretar poljoprivrede SAD-a primio je preko 10 tisuća protestnih pisama) USDA i nadalje ne odustaje od patenta, koji u određenom času može postati i te kako efikasno oružje ekonomskog pritiska na pojedinu zemlju. Može li genetski kontrolirana tehnologija postati biološko oružje agro-terorizma? Podsjetimo se: 144 zemlje još su 1972. potpisale konvenciju (Biological and Toxin Weapons Convention - BTWC) o zabrani uporabe biološkog oružja. Naredne 2001. planira se konferencija, koja bi trebala, među ostalim, razmotriti i patente "terminator tehnologije" kao moguće povrede članka 1. te konvencije.

Generalni direktor FAO-a Jacques Diouf pridružio se protestima protiv "terminator" tehnologija, a naredna bi sjednica FAO Komisije za genetičke resurse u poljoprivredi trebala donijeti rezoluciju o "terminator" tehnologijama kao prijetnji genetičkoj različitosti. Nedavno održani Prvi globalni forum za poljoprivredna istraživanja (GFAR – Dresden, 21-23. svibnja 2000.) razmatrao je negativne posljedice primjene "terminator" tehnologije na sigurnost snabdjevanja Svijeta hranom. CIGAR (najveća mreža za poljoprivredna istraživanja) već je prihvatila zabranu primjene "terminator" tehnologija u oplemenjivačkim programima zemalja Trećeg Svijeta. Čak i Svjetska trgovinska organizacija u okviru TRIPS-a (članak 27.2) daje pravo svakoj vladi da odbaci svaki ugovor o intelektualnom vlasništvu ako on predstavlja opasnost za okoliš ili se protivi javnom mnijenju. Iz svega se jasno razabire ozbiljnost kojom najuglednije svjetske organizacije pristupaju ovom problemu.

DRUGI, NAIZGLED PRIHVATLJIVIJI, PRIMJERI TRANSGENIH BILJAKA

Komercijalni uzgoj transgenih usjeva započeo je na Novom kontinentu 1996. na 2 milijuna ha, te do 1998. bilježi trostruko uvećanje površina godišnje. Zdravstvenu dozvolu za komercijalni uzgoj u SAD i Kanadi 1997. godini dobile su 33 transgene sorte. Tvrtke Monsanto, Novartis, DuPont i AgrEvo tvrde da njihovi transgeni usjevi nude visoku hranidbenu vrijednost, smanjenu ovisnost o sintetskim pesticidima i rješenje pitanja gladi. Međutim stvarnost je nešto drugačija: većina registriranih usjeva kreirana je s ciljem insekticidnog učinka na štetnike, ili otpornost prema totalnom herbicidu koji proizvode te tvrtke. Od spomenuta 33 usjeva samo su dva imala poboljšanu hranidbenu vrijednost.

Zbog načina uzgoja kukuruza u Americi (monokultura ili suženi plodored na velikim prostranstvima kukuruznog pojasa) kukuruzni moljac pravi eko-

nomske štete, pa se ideja o stvaranju hibrida otpornih na tog štetnika čini opravdanom. Kao što je spomenuto, taj je kukuruz dobiven unosom gena iz bakterije tla. Na tržištu danas imamo nekoliko Bt gena različitog učinka: Bt11, Mon810, Bt176 i DBT418. Sjeme takvog Bt kukuruza na tržištu je 39% skuplje, i usprkos nešto uvećanom urodu u SAD-u i Kanadi, s njime farmer postiže gubitak od oko US\$ 14 po jedinici površine. U Hrvatskoj kukuruzni moljac nikada nije bio ekonomski značajan štetnik, pa stoga njegov uzgoj nema gospodarskog opravdanja. *Bacillus thuringiensis* otkriven je u Njemačkoj 1911. godine, a samo neki sojevi imaju insekticidno djelovanje i ti se od 1930. uspješno koriste u organskoj poljoprivredi za zaštitu usjeva prskanjem. Pojava transgenog Bt-kukuruza ugrozila je primjenu tog prirodnog insekticida u ekološkoj proizvodnji hrane. Posebno treba naglasiti da, prirodni insekticid iz *Bacillus thuringiensis* postaje aktivan tek u probavnom traktu insekta, dok je onaj u transgenog kukuruza već u aktivnoj formi, dakle može biti opasan i za insekte predatore i druge organizme. Novije spoznaje o izlučivanju tog toksina putem korijena u tlo, te njegovo vezanje na čestice tla, nameću pitanje narušavanja mikroflore i mikrofaune tla, a time i njegove plodnosti.⁽³⁹⁾

Službeni podaci Ministarstva poljoprivrede SAD-a o urodima GM kukuruza, soje i pamuka za 1997. i 1998. godinu, te pokazatelji 8.200 sortnih pokusa s GM sojom otpornom na totalni herbicid Roundup, provedenih za američke univerzitete u 1998. godini (*New Scientist*, 1999.) pokazuju da⁽⁹⁾:

- Transgeni usjevi postižu niže urode zrna (kod GM soje od 6,7 - 10%)!
- Zbog pojave otpornih 'super-korova' na njima se utroši čak 2 do 5 puta više herbicida!
- Financijska dobit farmera umanjena i do 12% u odnosu na konvencionalne sorte.
- Na oko 300 test lokacija širom SAD-a pod nadzorom firme Cyanamid, GM soja otporna na totalni herbicid dala je i do 20% manje urode, a slične rezultate (umanjene urod od 12 do 20%) dobili su i znanstvenici Purdue sveučilišta.
- Tisuće hektara GM pamuka zasijanog u državi Mississippi, 1997. godine ispoljilo je značajne nedostatke (otpadanje cvjetnih glavica) a biotech kompanija morala je farmerima platiti milijunsku odštetu.

Istovremeno, koncern Monsanto, proizvođač totalnog herbicida Roundup i sjemena GM RoundupReady soje otporne na taj herbicid, isposlovaao je dozvolu za višestruko povećanje rezidua tog herbicida u zrnu (sa 6 na 20 ppm),

te je samo zahvaljujući sjetvi GM soje i kukuruza, potrošnja ovog herbicida porasla za preko 70% (u 1998. godini prodano je preko 112.000 t). Istovremeno rezultati istraživanja objavljeni u *Journal of American Cancer Society* (1999) ukazuju da aktivna tvar tog herbicida (glifosat), među ostalim, povećava i opasnost od pojave jedne vrste raka (NHL).

Odmah po puštanju u proizvodnju genetski modificirane, na totalni herbicid otporne uljane repice, izražena je bojaznost od pojave 'super-korova'. Već nakon dvije godine takvi 'super-korovi', nastali prijenosom polena s transgene uljane repice na divlju repicu, utvrđeni su u Kanadi i SAD-u.

Rajčica Flavr-Savr firme Calgene Inc. Dawis, California s "antisense" genom iz ribe, koji usporava aktivnost enzima poligalakturonaze (razgrađuje stanične membrane) može dozoriti na biljci, umjesto da se bere zelena, te ukusna, puna arome stići do tržišta. Nedostatak: strojevi za branje konstruirani za zelenu tvrdu rajčicu nisu prikladni za ovaj novi tip berbe.

GENSKA TERAPIJA I KLONIRANJE

Dešifriranje ljudskog genoma privodi se kraju. U okviru 'Human-Genome-Projecta' nastat će 23 poglavlja 'Knjige čovjeka' - kataloga ljudskih gena, temelja za buduća biološka i biokemijska istraživanja ljudske vrste.⁽³⁴⁾ Očekuje se velika korist za čovječanstvo. Ideja je da se tretman lijekovima u bolesnog čovjeka, gdje je to neophodno i moguće, zamijeni genskom terapijom. Tamo gdje je bolest posljedica nedostatka ili oštećenja određenog gena, bilo bi moguće bolest liječiti zamjenom oštećenog gena ili dodavanjem gena koji nedostaje. Premda ideja zvuči primamljivo, do danas rezultati genske terapije nisu ohrabrujući.

Prva osoba podvrgnuta genskoj terapiji (Škola za medicinu Sveučilišta južne Kalifornije, 1990.) bila je Ashanthi DeSilva, rođena s defektnim genom, koji je uzrokovao oštećenje njenog imunog sustava. Primijenivši gensku terapiju s nadom da će se ubuduće mnoge bolesti liječiti na taj način, liječnici su ostali razočarani. Iako se zdravlje DeSilve nešto popravilo, ona i nadalje svakodnevno mora primati lijekove.⁽²⁹⁾

Od tada je započeto i ubrzo prekinuto oko tri tisuće eksperimenata s genskom terapijom. Osnovni problemi su:

- Kako milijarde kopija 'zdravog' gena dovesti na pravo mjesto u stanicu oboljelog organa i zamijeniti defektni gen.

- Čak ako se i uspije izvršiti ova zamjena, kako odrediti intenzitet djelovanja novog gena. Ako je djelovanje preslabo, nema učinka na bolest, u suprotnom slučaju ako je djelovanje prejako, mogu se javiti i nepoželjni učinci.
- Kako stvoriti za imuni sistem pacijenta 'nevidljivi gen', jer problem je u tome što imuni sistem prihvaća ubačeni gen kao strano tijelo, napada ga i odbacuje.

17. rujna 1999. na Medicinskom centru Pensilvania sveučilišta, zbog direktne posljedice genske terapije, umro je mlad čovjek - Jesse Gelsinger. Autopsijom je utvrđeno da je smrt nastupila zbog oštećenja pluća prouzročenog interakcijom između imunog sistema domaćina (bolesnika) i primljene terapije (strani gen i virus-vektor).

Ako se zna da su neki drugi bolesnici preživjeli sličnu gensku terapiju, postavlja se pitanje što je uzrokovalo smrt Gelsingera? Američki Nacionalni institut zdravstva (NIH) propisuje određene uvjete za postupanje pri genskoj terapiji, međutim, kako izgleda oni nisu bili poštivani. Farmaceutska korporacija Schering-Plough, suodgovorni krivac za smrt Gelsingera, stalno i aktivno lobira pri NIH i FDA (Agenciji za hranu i lijekove), zahtijevajući da ovaj slučaj bude sakriven od javnosti kao 'strogo povjerljiva' informacija. Stalna je praksa biotech industrije da ubacuje svoje ljude u vladine agencije SAD-a, Britanije, Kanade i drugih zemalja (te ljude nazivaju 'inside salesman' = unutarnji trgovac). Posebno uspješne u pretvaranju javnih službenika u svoje vlastite pokazale su se korporacije Monsanto i Schering-Plough. (Bilo kakva sličnost sa sjetvom genetski modificiranog kukuruza firme Pioneer prošle godine u nas⁽²²⁾, provedenoj usprkos zabrani Sabora RH, potpuno je slučajna.) Iako farmaceutske biotech kompanije tvrde da je gen terapija bezopasna, ovaj posljednji slučaj pobija tu tvrdnju. Gelsinger je bio posljednji u seriji od 18 pacijenata na Pensilvania sveučilištu. Ni jedan od prethodnika nije ispoljio značajnije poboljšanje zdravstvenog stanja nakon primijenjene genske terapije.⁽⁷⁾ Ubitačna kombinacija ponosa, arogancije i ignorancije u biotehnologu uzročnik je Gelsingerove smrti. Imuni sistem čovjeka jedinstven je i znanosti nedovoljno poznat. Zna se da se u čovjeka može javiti imunološka reakcija na fragmente strane DNA, što dokazuje autoimuna bolest SLE.⁽²⁷⁾ Stoga interakcija trostrukog sistema (strani gen – virus/vektor - imuni sistem) testirana na životinji ne može poslužiti kao dokaz bezopasnosti za čovjeka.⁽⁷⁾

Evo još nekoliko promašaja iz područja farmacije:

Inzulin – životinjskog porijekla koristio se u liječenju dijabetesa. Biotehno-
loška metoda kloniranja gena za humani inzulin i genetički izmijenjenog
plazmida Coli bacila patentirana je 1976. Četiri godine kasnije, na 12 zdravih
ljudi izvedeni su prvi testovi sa sintetskim humanim inzulinom. U poredbi s
animalnim, do tada korištenim inzulinom, humani je pokazivao određene
razlike u djelovanju.⁽²²⁾ Prvi slijepi pokus na 94 dijabetičara proveden je u
Velikoj Britaniji. Tri pacijenta morala su prekinuti pokus zbog jake
hipoglikemije.⁽²⁾ Kasniji pokusi (Danska, Švicarska) potvrdili su pogoršanje
simptoma hipoglikemije, a praksa je pokazala tri puta veći rizik od napada
hipoglikemije nakon prijelaza bolesnika s animalnog na humani inzulin.
Rekombinantni humani inzulin okrivljuje se za seriju smrtnih slučajeva:
dijabetičari mlađi od 40 godina umrli tijekom sna - "dead-in-bed-syndrome".⁽⁴¹⁾
U poredbi s animalnim inzulinom, humani ima jednu aminokiselinu (treonin)
zamijenjenu drugom (alanin), a novija istraživanja, zbog utvrđenih razlika u
spektralnoj slici animalnog i rekombinantnog humanog inzulina, pokazuju da
posljednji može nepovoljno utjecati i na funkcije mozga.^(8,35) Unatoč tome,
proizvođač Novo Nordisk Švicarska tvrdi: "Humanu inzulin je 100 posto
siguran!" U trci za profitom, pod reklamnim sloganom: "Zamijenite ljudski
inzulin s najljudskijim inzulinom!" kreće pritisak za povlačenje animalnog
inzulina s tržišta, te njegovom zamjenom rekombinantnim humanim inzu-
linom. Njemački liječnici dobivaju od predstavnika farmaceutske industrije
100 DM po svakom pacijentu kojeg su prebacili na rekombinantni humani
inzulin. Računa se da danas širom svijeta 11,5 milijuna ljudi boluje od
dijabetesa, te da će se do 2010. broj oboljelih udvostručiti. Stoga je razumljiv
golemi interes farmaceutske industrije da se progura rekombinantni humani
inzulin, bez obzira na sve štetne posljedice koje izaziva po ljudsko zdravlje.
Grupa međunarodnih stručnjaka za dijabetes i javno zdravstvo, na temelju
rezultata objavljenih istraživanja i iskustva publicira "Bellagio Report 1996" u
kome traži da se zbog mogućih negativnih učinaka rekombinantnog humanog
inzulina, pacijentima omogući izbor vrste inzulina, odnosno da rekombinantni
inzulin ne smije biti jedini izbor u većini slučajeva dijabetesa

Interferon (r-IFN- α) - se koristi pri liječenju raznih tipova karcinoma, te
tumorskih i virusnih bolesti. Produkcija prirodnog interferona (LE-IFN- α)
temelji se na indukciji leukocita. Iako transfuziološki balast, leukomasa je
dostupna tek u ograničenim količinama, pa je i proizvodnja prirodnog
interferona količinski ograničena. Stoga početkom 80-ih godina započinje

proizvodnja rekombinantnog interferona (r-IFN- α). Vjerovalo se da je time riješeno pitanje produkcije i terapije interferonom. Međutim i ovdje se ubrzo pokazalo da liječenje rekombinantnim interferonom prati niz nepoželjnih pojava (gripi sličan sindrom, gastrointestinalne, kardiovaskularne i neuropsihijatrijske smetnje, gubitak kose, sklonost suicidu). Rekombinantni interferon, zavisno o producentu, stvara antitijela u 15 – 45% slučajeva, dok prirodni leukocitni interferon stvara antitijela samo iznimno rijetko - 1% slučajeva. Smatra se da prirodni interferon sadrži kompleks do 23 za sada poznate bjelančevine (subtipovi interferona- α), dok rekombinantni interferon ima samo jedan subtip. Svaki od subtipova prirodnog interferona ima svoju određenu funkciju, te otuda razlike u učinkovitosti prirodnog i rekombinantnog interferona. Podsjetimo se, prirodni interferon, svojevremeno proizvod Imunološkog zavoda u Zagrebu, po broju subtipova (dakle po kvaliteti) bio je drugi na svjetskoj rang listi.⁽³⁹⁾

L-Triptofan – je esencijalna aminokiselina koju čovjek prima putem hrane (meso, mlijeko). Industrijska proizvodnja aminokiseline triptofan odvija se uz pomoć fermentativnih bakterija. Ovaj triptofan se koristi za ublažavanje predmenstrualnog sindroma i depresije a prodaje se kao dodatak hrani, a ne lijek. Firma Showa Denko K.K. je 1988. godine genetski modificiranom bakterijom željela povećati proizvodnju aminokiseline triptofana u fermentativnom procesu. Novi je proizvod stavljen na tržište bez prethodnog testiranja. U roku od nekoliko mjeseci uzrokovao je smrt 37 ljudi, a oko 1500 ostalo je trajno oštećenog zdravlja.⁽²⁸⁾ Kako proizvod na tržištu nije bio posebno obilježen kao genetski modificiran, prošlo je dosta vremena prije no što se utvrdio uzrok oboljenja i smrti. Bolest je nazvana *Eosinophilia myalgia* sindrom (EMS), a simptomi su: bol u mišićima, paraliza i neurološki problemi, pucanje kože, srčane tegobe, problemi s pamćenjem, glavobolje, osjetljivost na svjetlo itd.^(9,38) Ubrzo je Uprava za hranu i lijekove (FDA) zabranila ovaj proizvod. Kasnije je utvrđeno da je jedan od otrovnih produkata dimer triptofana, koji je u koncentraciji manjoj od 0,1% od mase proizvoda bio poguban po zdravlje i život čovjeka. Ovaj toksin nikada nije primijećen u fermentativnom proizvodu od normalnih bakterija. Firma Showa Denko K.K. je uništila svu zalihi rekombinantne bakterije i time onemogućila znanstveno utvrđivanje detalja slučaja proizvodnje toksina, a krivnja se danas pokušava prebaciti na tehničku pogrešku (nečist proizvodni proces).

Rekombinantni goveđi hormon rasta (rBGH) - je hormon dobiven genetičkim inženjerstvom, a služi za poticanje veće produkcije mlijeka u krava.

Proizvođač ovog hormona, koncern Monsanto tvrdio je da se radi o najbolje ispitanom medikamentu u povijesti SAD-a, a Uprava za hranu i lijekove (FDA) je odobrila njegovu uporabu u SAD-u (1994.) iako ovaj hormon nije bio dugoročno ispitan na kronične učinke na zdravlje - testiran je svega 90 dana na 30 pokusnih životinja. Premda se smatralo da su prirodni i rekombinantni hormon potpuno identični, utvrđeno je da postoji sitna razlika: u rBGH je aminokiselina lizin zamijenjena drugom aminokiselinom (ipsilon-N-acetillizinom). Takva zamjena može bitno promijeniti svojstva hormona, što je ubrzo potvrđeno tijekom primjene u praksi. Pored uvećane proizvodnje mlijeka, nepovoljan učinak uporabe ovog hormona je sljedeći:

- u krava: mlijeko ima uvećani sadržaj hormona rasta (IGF-1), uvećan broj epitelnih stanica i uvećanu količinu antibiotika zbog intenzivne medikacije mastitisa (upale vimena), mlijeko ima više masnoća, a manje bjelančevina, učestala pojava cista na jajnicima, bolesti maternice, umanjena porođajna težina teleta te skraćeni životni vijek krava.

- u ljudi koji konzumiraju takvo mlijeko: uvećan sadržaj IGF-1 hormona rasta u krvi, povećana učestalost raka debelog crijeva, raka prostate u muškaraca, te raka dojke u žena.

Usprkos tome hormon je i nadalje u uporabi u SAD-u, ali nije prihvaćen niti u jednoj drugoj zemlji svijeta, a zabranu uporabe donesenu od EU još 1993. odobrila je 1999. i Svjetska trgovinska organizacija (WTO).

Kloniranje organa – oboljelim osobama danas je uobičajena praksa. Ograničenje predstavlja mali broj potencijalnih davatelja organa odgovarajućih karakteristika. Ovaj problem pokušava se riješiti uzgojem GM svinja, čiji organi bi se mogli klonirati čovjeku. Premda ovakva praksa još nije zakonski dozvoljena, 1999. Velika je Britanija prodala Kanadi određeni broj GM svinja uzgojenih za tu namjenu.

ZAŠTO JE PERSPEKTIVA GENETIČKOG INŽENJERSTVA NEIZVJESNA?

Socijalno ekonomski razlozi - O genetički modificiranom proizvodu odlučuje se samo na temelju profita koji proizvod osigurava multinacionalnoj korporaciji. Pritom su potpuno zapostavljene humane, okolišne ili moralne vrijednosti. Multinacionalne korporacije koriste ljude, bez njihovog znanja, kao zamorce za testiranje nedovoljno provjerene genetički modificirane hrane.

Otpor javnosti prema transgenoj hrani u stalnom je porastu, posebice u Europi. Europsko i japansko odbijanje uvoza američke GM soje i kukuruza američkim je farmerima stvorilo velike zalihe neprodanih plodina (gubitak od oko US\$ 200 milijuna), pa Amerika priželjkuje ulazak Kine u WTO, jer se nada da će se riješiti novonastalih tržišnih viškova.

Ovog je proljeća u nekim europskim zemljama (Švedska, Njemačka, Francuska, Velika Britanija) zasijano tisuće hektara kanadskim sjemenom uljane repice. Naknadno je utvrđeno da je to sjeme sadržavalo onečišćenje od 0,4–2,6% GM soje. Distributer sjemena, firma Advanta je priznala da već dvije godine prodaje nečisto sjeme. Farmeri preoravaju svoja polja i traže odštetu. Stav vlada europskih zemalja prema ovom incidentu bit će i stav prema GMO općenito. Međutim ovaj je slučaj pokrenuo lavinu. Pioneer, najveći snabdjevač sjemenom hibridnog kukuruza tvrdi da 15% kukuruza sijanog u Europi sadrži GM onečišćenja. (*Reuters, BBC, France Presse, Eastern Daily Press, 23. svibnja, 2000.*)

Istovremeno ona ista Amerika koja je europsko ponašanje nazivala "histeričnim", suočena je s nemilim trendovima: pojedine američke firme ili prodajni lanci reklamiraju se da njihovi proizvodi ne sadrže GM hranu, među njima: Heinz & Gerber veliki proizvođač dječje hrane, Frito-Lay i dr. Sve je jači pritisak i zahtjev da se GM hrana mora označiti, kako bi kupac znao što kupuje. Istovremeno, multinacionalne kompanije ulažu velike financijske i umne napore kako bi javnost uvjerile u svoje tvrdnje. Možda nije na odmet spomenuti da ovoga časa Internetom kruže dva pisma, namijenjena vladama zemalja svijeta, koja potpisuju znanstvenici. Jedno je pismo podrške, a drugo pismo negodovanja glede genetičkog inženjerstva. Osim stava, razlika je i u tome što oni "ZA" tvrde za sebe da su znanstvenici(?), a iste kvalifikacije osporavaju suprotnoj strani.

Znanstveni razlozi - Tijekom milijuna godina evolucije života, svaka od danas postojećih vrsta zaštitila se štitom od prodora nasljedne osnove (DNA) druge nesrodne vrste. Činjenica da su sve molekule DNA građene od istovjetnih osnovnih elemenata, a međusobno se razlikuju samo u jednom detalju – redosljedu dviju purinskih i dviju pirimidinskih baza u lancu, ukazuje na veliku važnost, ovako na oko male razlike. Izgleda da ta zaštita vrste, stvorena tijekom evolucije, ima svoje i te kako duboko opravdanje. Otkrivanje tehnike koja omogućuje probijanje te zaštitne barijere, automatski ne znači da je znanstveniku takav proboj i dozvoljen. Na to upozoravaju i mnoge, dobro dokumentirane znanstvene činjenice^(11,12):

- Za prijenos gena GI koristi umjetne vektore – najčešće vrlo agresivne bakterije ili viruse, čija je patogenost poništena. Takvih umjetnih vektora inače nema u prirodi.
- Ovakvi vektori mogu preživjeti u okolišu, a zbog uvećanog opsega domaćina oni mogu razmijeniti gene s bakterijama te obnoviti svoju patogenost.
- Kao markere uspješnosti prijenosa gena GI koristi gene za otpornost prema antibioticima. Prisutnost antibiotika povećava učestalost horizontalnog prijenosa gena do 10 tisuća puta.
- Horizontalni prijenos gena odgovoran je za širenje virulentnosti bakterija i njihove otpornosti prema antibioticima. Masovna pojava na antibiotike otpornih sojeva bakterija zabilježena je u SAD, Velikoj Britaniji, Italiji, Japanu i drugdje. U Europi oboljenja uzrokovana *Salmonellom* od 1980. uvećana su 20x. Pojava, na sve antibiotike otpornog soja *Staphylococcus* bakterije, u 1997. itd. itd.
- Okoliš je pun fragmenata molekule DNA. DNA oslobođena iz živih ili mrtvih stanica ima određeni vijek raspada (do 9 sati), kako u prirodi, tako i u probavnom traktu, te tijekom tog perioda zadržava sposobnost promjene drugih bakterija.

Ideja o konstantnom genu koji se može izolirati i patentirati veliki je mit. Moderna znanost je pokazala da geni i genomi moraju biti promjenljivi i prilagodljivi na okolišne uvjete kako bi se vrsta održala. Produkcija transgeničnih organizama nosi potencijalnu opasnost od razmjene nasljedne osnove koju priroda normalno ne bi dozvolila. Dokumentirani je direktan prijenos transgena i marker gena s biljke na gljive⁽¹⁴⁾ i bakterije tla⁽³⁶⁾, a prema najnovijim vijestima (*France Presse*, 28. svibnja 2000.) njemački zoolog H. H. Kaatz našao je u bakterija iz probavnog trakta pčele, gen za otpornost na totalni herbicid prenesen iz uljane repice.

Mnogi primjeri pokazuju da je i tvrdnja biotehnologa o preciznosti prijenosa gena takođe veliki mit. Najnovije vijesti (*Sunday Herald*, 29. svibnja 2000.) ukazuju da Monsanto Roundup Ready soja ima više unesene strane DNA no što se to prvotno smatralo.

Jednom prouzročena šteta ispuštanjem transgena u prirodu bit će nepopravljiva, pa zbog nepredvidivog rizika po zdravlje čovjeka i održivost okoliša, projekt poljoprivredne biotehnologije ne bi se smio nastaviti bez detaljne provjere potencijalnog rizika i potpunog javnog nadzora. Pritom, naglašava se, neophodno je držati se principa opreza.

Zaštita biološke različitosti - Vjerojatno najjači razlog oprezu trebala bi biti upravo zaštita biološke različitosti. Izumiranje pojedinih biljnih ili životinjskih vrsta oduvijek je bio prirodan proces na kugli zemaljskoj. Međutim, kao posljedica ljudskih aktivnosti on je danas ubrzan do stupnja koji ugrožava opstanak i samog čovjeka. Svojim postupcima čovjek je prouzročio nestajanje 5 – 20% vrsta u mnogih grupa organizama, a znanstvenici su sve svjesniji važnosti biološke različitosti i njene povezanosti sa svojstvima ekosistema. Introdukcija egzotičnih (stranih) vrsta može putem kompeticije i drugih mehanizama prouzročiti promjene unutar ekosistema. Evo nekoliko primjera⁽¹⁾:

- oko 25% manje ugljika i smanjenje dostupnog dušika u tlima američkog srednjeg zapada nakon introdukcije perene trave *Agropyron cristatum* (nakon 1930.).
- do 300 puta povećana učestalost požara na američkom zapadu i Hawaii-skim otocima zbog introdukcije trave veće hranjive vrijednosti, ali podložnih požaru.
- smanjena dostupnost vode za ljudsku potrošnju kao posljedica uvećane evapo-transpiracije uvjetovane introdukcijom drveća dubokog korijena u aridna područja.
- uvećanje temperature i promjena klime kao posljedica zamjene tropskog drveća dubokog korijena s travom (plitkog korijena) za ispašu stoke,
- stvaranje monokulture: autohtona agresivna trava Azije (*Imperata cylindrica*) kolonizira šume i izaziva požare. Obnavljajući se nakon požara ostaje jedina biljna vrsta tog područja (danas proširena već na 35 milijuna ha ili 4% površine Azije).
- invazija stranih vrsta: kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis*) u SAD ugrožava dohodak farmera. Procjenjuje se da štete nastale invazijom stranih vrsta košta SAD i do US\$ 137 milijardi godišnje.

Uvećana razmjena dobara opasnost je od neželjenog prijenosa virusa, insekata i biljaka. Najnovija izvješća (*N.Y. Times*, 18. ožujka 2000.) govore:

- Uništenje 5600 stabala u New Yorku i Chicagu prouzrokovano kornjašem introduciranim u pošiljci bonsai drveća iz Kine.
- Šteta od 70 milijuna US\$ uzrokovana introduciranim virusom na plantažama citrusa u Floridi.
- Ukrasna paprat (koja se može naručiti preko Interneta) zauzima jezera američkog juga i ugrožava opstanak vodenog bilja.

Promjena biološke različitosti može umanjiti izvore hrane, goriva i drugih materijala. Iznenadne pojave epidemija biljnih bolesti ili štetnika i iz toga proizišlo uništenje glavnog izvora hrane može imati katastrofalne posljedice. Iz povijesti Europe poznajemo neke primjere:

- Po zlu je poznata glad, koja je od 1845. do 1847. zahvatila Irsku zbog epidemije plamenjače krumpira, a
- uništenje vinograda pojavom filoksere mnoge je vinogradarske krajeve Europe dovelo na rub ekonomske propasti.

Zastupljenost malog broja vrsta u prehrani suzila je i raspon organskih sastojaka koje čovjek konzumira. Istraživanja su pokazala da 1500 vrsta prehrambenih proizvoda u prodavaonicama zapadne civilizacije predstavlja varijaciju od samo nekoliko osnovnih sastojaka. Npr. soja ulazi u sastav oko 60% proizvoda na policama samoposluživanja. Uvođenjem malog broja sorata ili hibrida od svega nekoliko ekonomski isplativih genetički modificiranih (transgenih) vrsta (kukuruz, uljana repica, pamuk, krumpir) u komercijalnu proizvodnju na velikim površinama, moglo bi u slučaju pošasti imati katastrofalne posljedice za čovjeka. Nažalost, oni postaju vidljivi tek nakon dugoročne primjene, što nam najbolje ilustrira primjer 'zelene revolucije':

Indija je zahvaljujući introdukciji polupatuljastih sorata žitarica 'zelene revolucije' podvostručila žetvene prinose. No tek danas, nakon 40 godina, na vidjelo dolaze i neki negativni učinci: polupatuljaste sorte riže i pšenice u zrnu sadrže manje željeza i cinka, u poredbi sa starim visokim sortama. Iako je pučanstvo sada podmirilo potrebe u kalorijama, unos mikroelemenata je nedostatan. Ch. Williams (Global Environmental Change Programme) na osnovi podataka UN-a izračunao je da je 1,5 milijarda ljudi (1/4 svjetske populacije) pothranjena ovim mikroelementom. Zbog nedostatka željeza, cinka i vitamina A godišnje umire 200 tisuća ljudi, a ostatak pokazuje umanjene intelektualne sposobnosti.⁽²⁵⁾ Biotehnolozi sada genetičkim inženjerstvom pokušavaju stvoriti, kako kažu, 'zlatno zrno riže' s uvećanim sadržajem ovih elemenata, no koje će biti posljedice njihovog uplitanja u složene odnose prirodne ravnoteže, ne može se predvidjeti. Kao primjer može nam poslužiti Monsantoov pokušaj povećanja nivoa karotenoida u uljanoj repici, koji je kao rezultat imao smanjenje tokoferola (vitamin E) i promjene u sastavu masnih kiselina ulja (*Farming News, May 25, 2000*).

Masovna proizvodnja transgenih organizama mogla bi imati daleko štetnije posljedice za sigurnost čovječanstva od recimo radioaktivnog otpada, ili nuklearnog oružja, budući da se geni sami umnažaju, rekombiniraju i šire.⁽¹²⁾

Još od 1996. godine države svijeta nastoje prihvatiti Sporazum o biološkoj sigurnosti (Biosafety Protocol), koji bi se trebao temeljiti na postojećoj Konvenciji UN o biološkoj različitosti (Biodiversity Convention). Krajem veljače 1999. godine u Cartageni, Columbia, sastalo se 138 zemalja sa zadatkom da konačno potpišu takav sporazum, no i ovoga puta sudionici skupa vratili su se kućama neobavljenog posla. SAD koje uz to nisu potpisnice ni Konvencije o biološkoj različitosti, potpomognute glasovima velikih svjetskih proizvođača transgenih usjeva (Kanade, Argentine, Australije, Čilea i Urugvaja) uspjele su blokirati donošenje ovog sporazuma. Štiteći komercijalni interes firmi poput Monsanto, DuPont-a i drugih, SAD su spremne ugroziti biološku različitost svijeta. Usprkos svemu, svibnja 2000. u Nairobiju 63 nacije potpisale su protokol iz Cartagene koji zbog opasnosti od negativnog učinka GMO na zdravlje ljudi, te zaštite biološke raznolikosti regulira sigurnost postupanja s genetički modificiranim organizmima.

Etički i vjerski razlozi - Nove tehnike manipuliranja genima, razvijaju se mnogo brže od razvoja ljudske savjesti i odgovornosti. Ne zaboravimo da nas je još Albert Einstein, jedan od velikana ovoga stoljeća, upozoravao:

“Istinski ljudski napredak toliko ne ovisi o maštovitoj domišljatosti, koliko o savjesti.”

Očito je, da cilj ‘biotech’-kompanija nije da hrane svijet već da ostvare što veći profit. Cijena koju za to plaća ljudsko društvo je osjećaj bespomoćnosti, opasnosti i straha.⁽³⁾ Sve uočljiviji postaje raskorak između tehničke izvodljivosti i moralne prihvatljivosti biotehničkih projekata i sve jača potreba za njihovim etičkim reguliranjem. Postavljaju se dva osnovna pitanja: “Smije li čovjek sve što može?” i “Je li sve ono što je tehnički moguće, ujedno i moralno dobro?”⁽⁴⁾

Na “Međunarodnoj konferenciji o biotehnologiji u globalnoj ekonomiji” (1999. Cambridge, SAD), održanoj u organizaciji Centra za međunarodni razvoj (CID), jedan od sudionika postavio je vrlo zanimljivo pitanje: “Izvozi li nova biotehnologija zapadnu etiku kao ni jedna tehnologija prije nje? Posebno etiku ekskluzivnog vlasništva i kontrole prirode putem patenata?”

Danas se nagađa, da 46 kromosoma čovjeka s oko 100 tisuća gena sadrži oko tri milijarde zasebnih informacija, koje kontroliraju i koordiniraju funkciju svake od oko 75 trilijuna stanica njegovog tijela. Jedno od novijih otkrića, da prirodni procesi i prirodne strukture imaju fraktalnu dimenziju, još više pridonosi kompleksnosti života kao pojave. Ne uobražava li si čovjek suviše kad smatra da će zadiranjem u tu strahovito kompleksnu strukturu, pomoću

svojih tehnika genske manipulacije, doprinijeti njenom poboljšanju. Nije li genetički inženjering korak na pogrešnom putu čovjekove želje da bude savršen poput Boga?

Dok se anglikanska crkva jasno suprotstavila genetičkom inženjerstvu, nedavna izjava biskupa E. Sgreccia, direktora za Bioetiku Vatikana (*Business World-Philippines*, 13. siječnja 2000.) može se tumačiti kao prihvaćanje ove tehnologije od katoličke crkve. Međutim izjava pape Ivana Pavla II: "... U svijetu postoji red koji treba poštivati. Ljudska osoba obdarena mogućnošću slobodnog izbora ima tešku odgovornost da očuva taj red, gledajući i na blagostanje budućih generacija." (cit. Tomašević, 1998.), kao i izjava Vlade Košića, pomoćnika biskupa zagrebačkog ukazuje upravo suprotno: "...čovjek je, ma kako velika bila njegova znanstvena znatiželja, dužan poštovati neke granice, jer mu to nalaže njegova narav, zadana Božjim darom, te čovjek nema vlasti mijenjati je ili ugroziti tako da dovede u pitanje njen opstanak. Otuda moja podrška nastojanju očuvanja prirode i zdrave hrane bez genetičkih manipulacija."

Mogu li se danas poruke Biblije bolje razumjeti? Prvi ljudi Adam i Eva živjeli su u rajskom vrtu. Zlorabeći Rajski vrt svojim su obijesnim, lakomislenim, agresivnim i pohlepnim ponašanjem (ekološki prekršaji), sami sebe osudili na progonstvo, koje moderna civilizacija naziva progresom (od lova, preko stočarstva, zemljoradnje, obrta do industrije i na kraju genetičkog inženjerstva).

Ako je prirodni poredak Bog namijenio zemlji, tada zasigurno Božanska moć neće biti ona koja će ga uništiti. Čovjek je već narušio taj poredak, a sada je na pomolu stvarna opasnost da ga sam i uništi. Sva nastojanja čovjeka-znanstvenika da svojom znanošću unaprijedi i poboljša tu prirodu vodila su u suprotnom smjeru (industrijalizacija, mineralna gnojiva, atomska energija, pesticidi, itd.). Neki znanstvenici, i pored slave koju su stekli, još za života shvatili su svoju pogrešku i pokajali se za svoja djela. Tako je npr. otac agrikulturne kemije Justus von Liebig, osvrćući se na svoj život i rad napisao:

"Suprotstavio sam se razboritosti Stvaraoca, i stoga bijah kažnjen. Želio sam unaprijediti njegov rad, jer sam u svojoj zaslijepljenosti vjerovao da je veza začuđujućeg lanca zakona koji upravljaju i stalno obnavljaju život na površini zemlje zaboravljena."

(Agriculturchemie, 1865.)

Čovjek-znanstvenik nesposoban je da razmišlja na multidimenzionalnom, integralnom nivou. Ograničen je vlastitom uskom specijalizacijom u znanosti i vidi samo svoje usko specijalističko polje djelovanja. Njegova sposobnost intuitivnog poimanja međuodnosa i senzibilnost na opasnosti u pravilu su ostali nerazvijeni. Upamtimo: "Znanost, nasuprot svojim neospornim dostignućima, vrlo je sumnjiv stup moralnog razmišljanja o okolišu, prvenstveno stoga što ona nije uistinu holistička. U mnogim je svojim dijelovima znanstveni pristup podložan redukcionizmu i hiper-specijalizaciji. Mnogi se problemi shvaćaju sektorski i ne usmjeravaju razmišljanja prema nekom univerzalnom modelu racionalnosti."⁽³¹⁾

UMJESTO ZAKLJUČKA

Svako novo otkriće prolazi tri razdoblja razvoja:

- 1) Razdoblje neograničene opijenosti i uzbuđenja zbog potencijalnih mogućnosti koje otkriće donosi.
- 2) Razdoblje trijezjenja zbog uočavanja mogućih nedostataka i opasnosti koje prate otkriće.
- 3) Razdoblje racionalne i staložene primjene u praksi.

O tome nam svjedoče mnoga otkrića u novijoj povijesti ljudskog roda: inducirane mutacije, atomska energija, fuzija protoplasta, pa sve od ovog posljednjeg s rekombinantnom DNK. Stoga je realno za očekivati da će se u narednim godinama trezveno sagledati mogućnosti i ograničenja (opasnosti) nove tehnologije, te ograničiti njenu primjenu samo na sigurne zahvate po čovjeka i okoliš.

LITERATURA

1. Chapin III F. S., E. S. Zavaleta, V. T. Eviner, R. L. Naylor, P. M. Vitousek, H. L. Reynolds, D. U. Hooper, S. Lavorel, O. E. Sala & S. E. Hobbie. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405:234-242.
2. Clark, A. J. L., R. O. Adeniyi-Jones, G. Knight, J. M. Leiper, P. G. Wiles, R. H. Jones et al. 1982. Biosynthetic human insulin in the treatment of diabetes: A double-blind crossover trial in established diabetic patients. *Lancet*, II:354-357.

3. Čović, A. 1997. Znanje i moralnost (Wissen und Moralität.) Filozofska istraživanja, 17(4):1049-1064.
4. Belonga, E. A., Hedberg, C. W., Gleich, G. J., White, K. E., Mayeno, A. R., Loegering, D. A., Dunnette, S. L., Pirie, P. L., Mac-Donald, K. L. & Osterholm, M. T. 1990. An investigation of the cause of the eosinophilia-myalgia syndrome associated with tryptophan use. The New England J. of Medicine. 323:347-365.
5. Benbrook, Ch. 1999. Evidence of magnitude and consequences of the Roundup Ready soybean yield drag from University-based varietal trials in 1998. Ag Bio Tech InfoNet Technical Paper No.1, July 13.
6. Borbély, A. A., Roth, C., H. P. Landolt, P. Achermann, A. Teuscher. 1998. Human versus porcine insulin in patients with insulin-dependent diabetes mellitus: differences in sleep and the sleep EEG during near-normoglycemia. SLEEP, 21(1):92-100.
7. Bross, I. D. 1999. Inquest: How did alien genes kill Jesse Gelsinger? <http://home.earthlink.net/~čalto/Gelsinger.html>
8. Egger, M., G. D. Smith & A. Teuscher. 1991. Transfer to human insulin is a potential risk factor for severe hypoglycemia. In: (K. Federlin, H. Keen, H. Mehner, Eds.) Hypoglycemia and human insulin. Verlag Stuttgart – New York, <http://www.swissdiabetes.ch/čfis2/englvers/abstract.htm>
9. Fagan, J. B. 1997. Tryptophan summary. <http://psrast.org/jftrypt.htm>
10. Hawken, P., A. B. Lovins and L. H. Lovins. 1999. Natural Capitalism: The next industrial revolution. Earthscan, pp. 396.
11. Ho, Mae-Wan, T. Travik, O. Olsvik, T. Midtvedt, B. Tappeser, C. V. Howard, Ch. van Weizsacker, G. C. McGavin. 1998. Gene technology and gene ecology of infectious diseases. Microbial Ecology in Health and Disease, 10:33-39.
12. Ho, Mae-Wan, & R. A. Steinbrecher. 1998. Critique of the Joint FAO/WHO Biotechnology and food safety report. The Third World Network, Penang, Malaysia
13. Hoffman, T., C. Golz, & Schieder, O. 1994. Foreign DNA sequences are received by a wild-type strain of *Aspergillus niger* after co-culture with transgenic higher plants. Current Genetics 27:70-76.
14. Jelaska Sibila. 1999. Korisnost i opasnost od transgeničnih biljaka. (U D. Polšek i K. Pavelić ur.: Društveni značaj genske tehnologije.) Institut za društvene znanosti Ivo Pilar, pp. 174-184.

15. Jošt, M. 1999. Manipulacija genima u biljogojstvu. (U D. Polšek i K. Pavelić ur: Društveni značaj genske tehnologije.) Institut za društvene znanosti Ivo Pilar, pp. 195-208.
16. Jošt, M. 1999. Kome će biotehnologija zagorčiti praznički ručak? Liturgijsko pastoralna revija SLUŽBA BOŽJA, 1999. XXXIX(1):3-14.
17. Jošt, M. 1999. Horizontalni prijenos gena i moguće posljedice. Glasnik Hrvatskog katoličkog liječničkog društva, IX(4):19-28.
18. Jošt, M. 1999. Transgena hrana. Hrvatska revija, Časopis Matice hrvatske, 49(1-2):404-410.
19. Jošt, M. i S. Kulić. 2000. Intelektualni izazov tehnologije samouništenja. Krmiva, 42(1):13-19.
20. Jošt, M. (2000.) Globalizacija i patent na život. Zbornik s okruglog stola "Globalizacija i nacionalna država", Institut za društvene znanosti Ivo Pilar (u štampi)
21. Jošt, M. & T.S. Cox. (2000.) Food production and bioethics. Sociologija sela (in print)
22. Keen, Glynne, A., J. C. Pickup, G. C. Viberti, W. Bilous, R. J. Jarret, et al. 1980. Human insulin produced by recombinant DNA technology: safety and hypoglycaemic potency in health men. Lancet, II:398-401.
23. Kruszevska I. 2000. Genetički preinačena hrana i usjevi u Hrvatskoj: prijetnja ekološkoj poljoprivredi. ANPED, Amsterdam, p.38.
24. Lapp M., and Britt Bailey. 1998. Against the grain. Biotechnology and the corporate takeover of your food. CETOS, p. 163.
25. Lean G. 2000. Hi-tech crop are bad for brain. Independent, April 23, http://www.biotech-info.net/hi_tech_crops.html
26. Lorenz, M. G. 1994. Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. Microbiological Reviews, 58:563-602.
27. Martin, S. 1999. Immunological reactions to DNA and RNA. <http://www.psrast.org/imDNAfrag.htm>
28. Mayeno, A. N. & G. J. Gleich. 1994 Eosinophilia-myalgia syndrome and tryptophan production: a cautionary tale. TIBITECH 12, 346-352.
29. McKenzie, J. 1999. The miraculous medical revolution or a broken promise? ABCNEWS, http://more.abcnews.go.com/WorldNe...t/wnt_991208_CL_GeneTherapy_feature.html
30. Otani R. 2000. Biosafety Protocol signed by 63 nations. Environment News Service. <http://ens.lycos.com/ens/may2000/2000L-05-24-04.html>

31. Pravdić, V. 1998. Suvremeni pogledi na gospodarski razvoj i zaštitu okoliša. *Socijalna ekologija*, 7(4):389-396) 1998.
32. RAFI. 2000. Terminator 2 years later: Suicide seeds on the fast track. AGNET, February 25.
<http://www.plant.uoguelph.ca/riskcomm/archives/agnet-archives.htm>
33. Rifkin, J. 1998. *The biotech century. Harnessing the gene and remaking the World.* Penguin Putman Inc., New York, p.241.
34. Ridley, M. 1999. *Genome: The autobiography of a species in 23 chapters.* Fourth Estate, p.p. 752.
35. Roth, C. et al. 1998. Human versus porcine insulin in patients with insulin-dependent iabetes mellitus: Differences in sleep and the sleep EEG during near-normoglycemia. *SLEEP*, 21(1):92-100.
36. Schluter, K., J. Futterer & I. Potrykus. 1995. Horizontal gene-transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen (*Erwinia-chrysanthem*) occurs, if at all, at an extremely low-frequency. *Bio/Technology*, 13:1094-1098.
37. Scott King (Ed.) 1996. *Bellagio Report 1996.*
<http://www.swissdiabetes.ch/čfis2/englvers/bellagio.htm>
38. Sullivan, E. A., M. L. Kamb, J. L. Jones, P. Meyer, R. M. Philen, H. Falk & T. Sinks. 1996. The natural history of oesinophilia-myalgia syndrome in a tryptophan-exposed cohort in South Carolina. *Archives of Internal Medicine* 156:973-979.
39. Šooš, E. 1998. Osobni kontakti.
40. Tapp, H. & G. Stotzky. 1998. Persistence of the insecticidal toxin from Bt subsp. *Kurstaki* in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(4):471-476.
41. Thordarson, H. & O. Søvik. 1995. Dead in bed syndrome in yung diabetic patients in Norway. *Diabetic Medicine*, 12:782-787.
42. Tomašević, L. 1998. Ekološki problemi u duhu Sv. Franje Asiškoga. *Služba Božja*, 38:73-88.

Adresa autora – Author's address:

Primljeno: 20. 9. 1999.

Marijan Jošt
Visoko gospodarsko učilište Križevci
M. Demerca 1
48260 Križevci