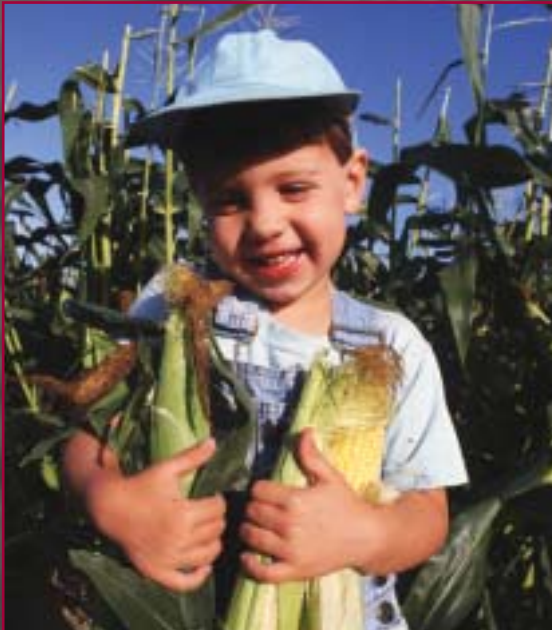


# Hrana

dobivena iz biljaka oplemenjenih genetičkim inženjerstvom



## Riječ urednika

Većina nas zna vrlo malo o tome kako se biljke koje nam služe za hranu uzgajaju i kako se dalje prerađuju. Jedino do čega nam je stalo jest da naša hrana bude zdrava, kvalitetna i ukusna. Mi znanstvenici, koji se bavimo genetičkim inženjerstvom u javnim znanstvenim institucijama, smatramo da su pitanja zdravstvene sigurnosti, dostatnosti i dostupnosti hrane vrlo značajna. Stoga se rasprava o toj temi ne može prepustiti ni velikim multinacionalnim kompanijama, niti protivnicima modernih tehnologija potaknutim gospodarskim, političkim ili nekim drugim probitkom. Smatramo da se toj temi mora prići s puno više odgovornosti, a ova brošura naš je mali doprinos tome.

Predanim radom na oplemenjivanju poljoprivrednih kultura znanstvenici i poljodjelci širom svijeta uspijevaju proizvoditi sve više hrane za brzorastuću ljudsku populaciju. Osim toga, naša je hrana danas sigurnija nego što je ikad bila u ljudskoj povijesti. Taj napredak omogućen je i stalnim genetičkim preinakama poljoprivrednih kultura.

Tvrdi se da primjena genetičkog inženjerstva u proizvodnji hrane vodi prema pojavi "superkorova" i "superbakterija" kao i pojavi nepoznatih otrova i alergena u našoj hrani, te smanjenju prinosa u poljoprivredi i ekološkoj katastrofi. Mi, znanstvenici, svoje stavove temeljimo na činjenicama i nismo još vidjeli ni jedan pokazatelj ovakvog scenarija. Smatramo da poljoprivreda može biti ekološki prihvatljivija i održiva, te da primjena genetičkog inženjerstva u oplemenjivanju poljoprivrednih kultura može imati pozitivnu ulogu u tom nastojanju. Također smatramo da primjenom genetičkog inženjerstva hrana može postati zdravija, kvalitetnija i jeftinija.

Nadamo se da ćete pročitati ovu brošuru i da će Vam njen sadržaj pomoći u boljem razumijevanju rasprava o hrani dobivenoj iz biljaka promijenjenih genetičkim inženjerstvom. Velika većina znanstvenika i stručnjaka širom svijeta podržava primjenu genetičkog inženjerstva u proizvodnji hrane. Međutim, Vi kao potrošači imate zadnju riječ. Ako je hrana dobra, bila ona dobivena ovom ili onom tehnologijom, kupit ćete je, ako nije dobra, nećete.

Maarten J. Chrispeels  
Ravnatelj  
San Diego Center for Molecular Agriculture  
mchrispeels@ucsd.edu  
www.sdcma.org

Srećko Jelenić  
Predsjednik  
Hrvatske udruge genetičkih inženjera  
Rooseveltov trg 6, Zagreb  
hugi@zg.biol.pmf.hr  
www.hugi.hr  
tel: 01-48-26-267



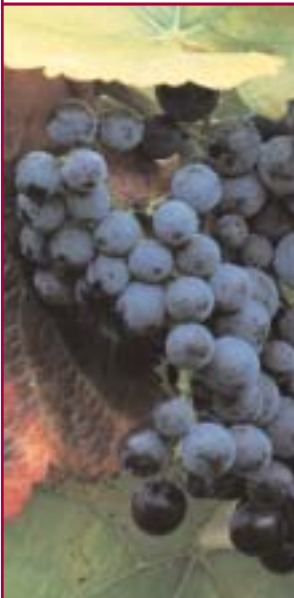
## SADRŽAJ

Činjenice	3
Pojmovnik	4
Tisućljetna tradicija	5
Genetičko inženjerstvo	6
Nedostatak hrane	7
Ekološka poljoprivreda	8
Zdravstvena ispravnost	9
Okoliš	12
Označavanje	14
Nadzor	15
Zaključci	16



Ova brošura rezultat je suradnje između San Diego Center for Molecular Agriculture (SDCMA) i Hrvatske udruge genetičkih inženjera (HUGI). SDCMA je udruženje znanstvenika San Diega koji rade u javnim institucijama, a HUGI je neprofitna, nevladina udruga čiji su članovi znanstvenici i stručnjaci koji u svojoj svakodnevnoj istraživačkoj praksi primjenjuju genetičko inženjerstvo. Jedna od glavnih zadaća HUGI-a je stručno i objektivno izvješćivanje javnosti o genetičkom inženjerstvu. Članovi HUGI-a ne dobivaju nikakvu materijalnu naknadu za svoju djelatnost u okviru Udruge.

## Činjenice o kojima biste nešto trebali znati...



Brine li vas zdravstvena ispravnost hrane, **trebate znati** da je "GM hrana" jednako sigurna kao svaka druga i da se u uzgoju mnogih GM biljaka primjenjuje manje pesticida u odnosu na uzgoj tradicionalnih kultura.

Ako ste alergični na određene namirnice, **trebate znati** da se genetičkim inženjerstvom mogu eliminirati neki alergeni iz tradicionalnih kultura i da su sve GM kulture strogo testirane kako bi se spriječilo uvođenje novih alergena. Jedino takve GM kulture se nalaze na tržištu.

Strahujete li zbog mogućnosti obolijevanja od raka, **dobro je znati** da se 99,99 % kancerogena (tvari koje mogu izazvati rak) nalazi u hrani prirodnog podrijetla i da su prisutni u ljudskoj ishrani već tisućama godina. Također biste trebali znati da se primjenom genetičkog inženjerstva može u hrani ciljano povećati koncentracija prirodnih fitoestrogena, izoflavona, karotenoida i drugih antioksidanta za koje se zna da smanjuju mogućnost nastanka raka.

Ako se brinete zbog nedostatka željeza u prehrani, **dobro je znati** da se genetičkim inženjerstvom može povećati količinu željeza u žitaricama i ukloniti kemijske spojeve koji sprječavaju iskoristavanje željeza iz hrane.

Ako ste nepovjerljivi prema institucijama koje odobravaju korištenje GM usjeva, **trebate znati** da se prije njihovog uvođenja vrše vrlo dugotrajna i temeljita ispitivanja. Primjerice, konačno odobravanje i primjenu u Sjedinjenim Američkim Državama kontroliraju tri državne institucije.

Brinete li o okolišu, **možda biste željeli znati** da mnoge GM kulture mogu pridonijeti ublažavanju negativnog utjecaja poljoprivrede na naš okoliš.

Ako ste zabrinuti za kukce, **trebate znati** da su za većinu kukaca pesticidi koji se upotrebljavaju pri tradicionalnom uzgoju mnogo pogubniji nego GM kulture otporne na određene vrste kukaca.



# GENETIKA

Što je gen? Geni su temeljne nasljedne jedinice, a njihovo postojanje nagovijestio je Gregor Mendel sredinom 19. stoljeća. Proučavanjem vrtnog graška on je utvrdio da se nakon križanja biljke ljubičastih cvjetova s biljkom bijelih cvjetova u potomstvu uvijek pojavljuje točno određeni broj biljaka ljubičastih i bijelih cvjetova. Zaključio je da postoje nasljedne jedinice odgovorne za boju cvijeta koje se pravilno prenose s roditelja na potomke. Te nasljedne jedinice nazvane su geni. Kasnije je utvrđeno da su geni mali dijelovi molekule DNA koja se nalazi u stanicama svih živih bića. Bakterijska stanica sadrži oko 3000, a biljna i životinjska oko 35000 različitih gena. Svaki gen određuje strukturu određene bjelancevine, a o bjelancevinama ovisi građa, izgled i funkcioniranje organizma. Mendelov gen za ljubičastu boju cvijeta graška određuje strukturu bjelancevine odgovorne za proizvodnju ljubičaste boje u laticama. U biljaka s bijelim cvjetovima taj gen nije funkcionalan, pa stanice ne mogu proizvesti odgovarajuću bjelancevinu, te stoga ne mogu proizvesti ljubičastu boju.



Ako vas zabrinjavaju geni u hrani, **trebate znati da se u običnom obroku koji sadrži deset različitih sastojaka (npr. žitarice, krumpir, brokulu, meso, itd.), nalaze milijarde kopija 250000 različitih gena. Ako u istom obroku pet sastojaka potječe od biljaka promijenjenih genetičkim inženjerstvom, konzumirat ćete samo 10 do 15 dodatnih gena. Većinu tih gena već ste konzumirali u nekim drugim namirnicama i oni se ponašaju tijekom probave kao i svi ostali geni.**

## POJMOVNIK

**Genom:** skup svih molekula DNA koje čine nasljedni materijal određene vrste organizama — cjelokupni genetički materijal.

**Genetičko inženjerstvo:** niz laboratorijskih tehnika kojima se može iz organizma izdvojiti, proučavati i promijeniti točno određeni gen, te ugraditi u nasljedni materijal istog ili nekog drugog organizma.

**GMO (Genetički modificirani organizam):** naziv koji se obično upotrebljava za organizme promijenjene genetičkim inženjerstvom, iako postoje i drugi postupci, tzv. klasične tehnike, kojima se mijenja genetička osnova organizma.

**GM hrana:** izraz koji se u medijima koristi za prehrambene proizvode dobivene iz organizama promijenjenih genetičkim inženjerstvom.

## 10000 godina tradicije u oplemenjivanju poljoprivrednih kultura

Svima nam je dobro poznat izgled klipa zrelog kukuruza, međutim pitamo li se ikad kako je izgledao taj klip prije nego je čovjek počeo uzgajati kukuruz? Prije otprilike 6000 do 8000 godina ljudi u Meksiku počeli su uzgajati teozintu. Teozinta još i danas divlje raste u Meksiku. Ta biljka stvara vrlo male sjemenke u čvrstom debelom omotaču koje nakon sazrijevanja padaju na tlo. Sama biljka niti izgledom ne sliči današnjem kukuruzu. Ipak, čovjek je iz te biljke slučajnim i namjernim genetskim manipulacijama proizveo današnji kukuruz. Svaka stanica kukuruza sadrži oko 35000 različitih gena i trenutno je nemoguće reći koliko njih je promijenjeno u posljednjih 5000 godina pod utjecajem čovjeka. Sve te genetske promjene postignute su prije razvoja genetičkog inženjerstva, uglavnom u svrhu postizanja većeg prinosa — polja današnjeg kukuruza daju 1000 puta veći prinos daleko kvalitetnijeg sjemena u usporedbi s teozintom.

Kada biste putovali diljem svijeta, bilo da se radi o Meksiku, Keniji, Hrvatskoj ili nekoj drugoj zemlji u kojoj se uzgaja kukuruz, nećete naići na kukuruz koji raste izvan oranica ili vrtova. To je stoga što današnji kukuruz ne može opstati bez naše brige. Čovjek je tijekom tisuća godina toliko genetski preinačio kukuruz, da današnji kukuruz ne može opstati u prirodi bez naše pomoći. Isto vrijedi i za većinu poljoprivrednih kultura: pšenicu, krumpir, rižu, grah itd. Sve te biljke je čovjek u prošlosti toliko genetski promijenio da ne mogu opstati same u prirodi. Proces preobražaja divlje biljke u usjev naziva se udomaćivanje ili kultiviranje biljaka, a temelji se na genetskim preinakama. Započeo je u Kini i na Bliskom Istoku prije 10000 godina, te nešto kasnije u Africi i središnjem Meksiku (prije oko 8000 godina).



KUKURUZ    TEOZINTA

### Oplemenjivanje biljaka temelji se na genetskim promjenama

Početak dvadesetog stoljeća poljodjelci i oplemenjivači bilja započeli su sustavno unapređivanje poljoprivrednih kultura. U početku se radilo gotovo isključivo u polju — jednostavnim križanjima biljaka iste vrste, ali različitih svojstava, stvarani su hibridi s novim osobinama. Pedesetih godina 20-tog stoljeća primjenjuje se tehnika koja omogućuje križanje biljaka različitih vrsta. Ti postupci uključuju laboratorijsku brigu o klicama međuvrsta križanaca. Na taj način, križanjem pšenice i raži, proizvedena je poznata žitarica triticales.

Istovremeno se počinje primjenjivati i tzv. oplemenjivanje mutagenom — sjemenje se izlaže radioaktivnom zračenju u svrhu izazivanja promjena u genetskom materijalu. Međutim, mutagenom se ne mogu uvoditi ciljane genetske promjene već se istovremeno mijenja veliki broj gena. Većina promjena izazvanih zračenjem ima negativne posljedice, ali se među njima pojavljuju i korisna svojstva. Takve biljke se koriste u daljnjem oplemenjivanju. U svrhu izazivanja nasumičnih genetskih promjena koriste se i različite kemikalije. Danas uzgajamo nekoliko tisuća sorti različitih poljoprivrednih kultura proizvedenih opisanim tehnikama. Proizvođači takozvane organske hrane i protivnici primjene genetičkog inženjerstva prihvaćaju takve biljke kao prirodne, dok s druge strane biljke oplemenjene genetičkim inženjerstvom smatraju neprirodnima.



## Dvadeset godina oplemenjivanja biljaka genetičkim inženjerstvom

Genetičku osnovu svih organizama čine molekule DNA (geni) koje se tijekom razmnožavanja živih bića pravilno prenose s roditelja na potomstvo. Osim toga, u prirodi postoje različiti mehanizmi kojima geni jedne vrste mogu dospjeti u stanice druge vrste i tamo normalno funkcionirati. Takvi procesi se u prirodi ne događaju često, ali ih znanstvenici koriste kako bi u poljoprivredne kulture unijeli određene gene, te tako proizveli biljke s točno određenim novim svojstvima. Postupak se naziva oplemenjivanje biljaka genetičkim inženjerstvom. Biljke oplemenjene genetičkim inženjerstvom često se nazivaju i genetički modificirane biljke (GM biljke), vjerojatno zbog neznanja ili negiranja činjenice da je čovjek gotovo sve biljke koje danas uzgaja genetički modificirao tisućama godina.

### Biljke oplemenjene genetičkim inženjerstvom: sadašnjost i budućnost

Genetičkim inženjerstvom dobivene su biljke otporne na različite štetočine, nametnike i bolesti, što vodi smanjenju uporabe različitih pesticida u poljoprivredi. Dobivene su i

sorte uljane repice i riže obogaćene vitaminom A — nedostatak vitamina A u hrani uzrokuje sljepoću u stotine milijuna djece u najsiromašnijim dijelovima svijeta. Genetičkim inženjerstvom su uspješno odstranjeni glavni alergeni iz soje i riže — riža je glavna namirnica trećini čovječanstva, a veliki broj ljudi alergičan je na određene sastojke riže. Iz dana u dan tehnike genetičkog inženjerstva

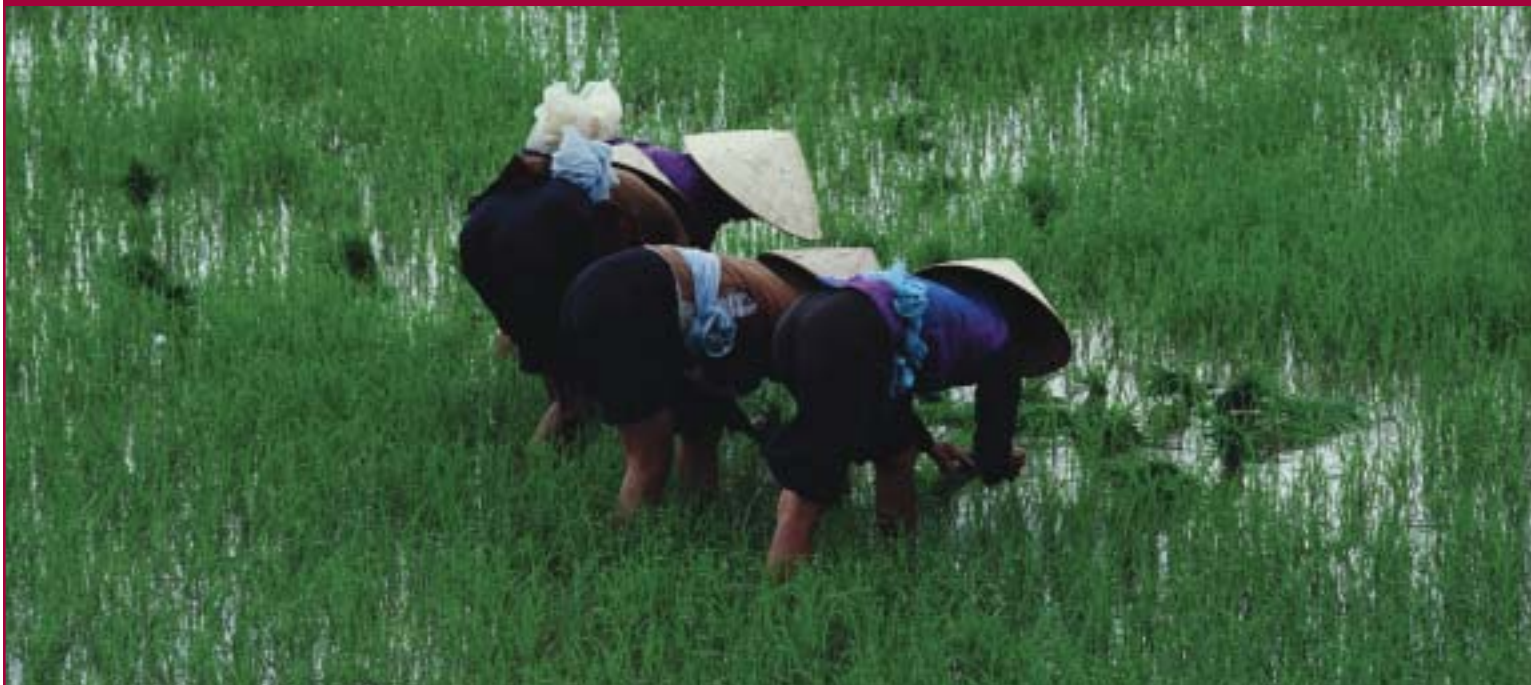
postaju sve preciznije i jednostavnije. U budućnosti će znanstvenici rutinski moći zamijeniti postojeći gen s novim poboljšanim genom za točno određeno svojstvo. Takva preciznost će skratiti višegodišnje analize kojima se podvrgavaju sve biljke promijenjene genetičkim inženjerstvom prije nego dospiju na tržište.

U budućnosti genetičko inženjerstvo neće biti jedini način za genetičko poboljšavanje biljaka. Analize cjelokupnih genoma biljaka dovest će do

racionalnijih i jasnijih pristupa u tradicionalnom oplemenjivanju. Štoviše, kako analiza genoma postaje jednostavnija i jeftinija, moći ćemo se sustavnije prihvatiti i oplemenjivanja "sirotinjskih" usjeva (poput kasave ili prosa) zemalja u razvoju koji su do sad bili zanemarivani.

Svakodnevno otkrivamo sve veći broj gena koji mogu znatno unaprijediti život ljudi omogućujući veću proizvodnju hrane boljih prehrambenih vrijednosti na istoj površini obradive zemlje; gena koji mogu učiniti poljoprivredu održivom i ekološki prihvatljivijom. Hoćemo li dozvoliti uporabu tih gena za dobrobit čovječanstva i okoliša?





## Mogu li poljoprivredne kulture oplemenjene genetičkim inženjerstvom pomoći u rješavanju problema gladi u svijetu?

Do 2050. godine na zemlji će biti oko 9 milijardi ljudi što je povećanje od 50% u odnosu na današnje stanje. Najveći porast broja stanovnika zadesit će zemlje u razvoju, prvenstveno u Aziji. Ovakvo povećanje broja stanovnika zahtijevat će udvostručenu proizvodnju hrane. Samo dio hrane moći će se proizvoditi u svjetskim žitnicama, dok će se ostatak morati proizvoditi lokalno. Neravnomjerna rasprostranjenost plodnog tla pogoršat će problem prehranjivanja ljudi s kojim ćemo se uskoro suočiti. Primjerice, na području Kine danas živi četvrtina svjetskog stanovništva, a njenom teritoriju pripada samo 7% svjetskih poljoprivrednih površina.

Broj stanovnika na Zemlji udvostručio se od 1960. godine do 2000. godine (s 3 milijarde na 6 milijardi). Povećanoj proizvodnji hrane u tom periodu doprinijele su nove tehnologije, između ostalih presudnu ulogu odigrale su bolje tehnike kultiviranja tla, nove tehnike navodnjavanja, primjena savršenijih - biorazgradivih

pesticida, genetički poboljšane sorte, strojevi za učinkovitije ubiranje ljetine, umjetna i prirodna gnojiva koja vraćaju hranjiva u tlo i dr.

### Genetičko inženjerstvo samo je dio odgovora

Poljoprivredne kulture promijenjene genetičkim inženjerstvom nisu "čarobno sjeme" koje će nahraniti svijet, ali su svakako važan segment u rješavanju tog problema. Genetičko inženjerstvo pruža jedinstvene mogućnosti u oplemenjivanju, zbog čega si ne možemo priuštiti odbacivanje ove tehnologije, kao što neki savjetuju. Naravno, napredak je potreban i u drugim tehnologijama: u dobivanju jače i dugotrajnije otpornosti prema bolestima i štetočinama, potrebni su nam savršeniji sustavi navodnjavanja, agronomski sustavi s različitim usjevima koji će ograničiti eroziju na strmim tlima. Potrebno je utvrditi koji načini parcelizacije zemljišta, primjene gnojiva i izmjene poljoprivrednih kultura ostavljaju najzdravije tlo s najučinkovitijom mikrobnom aktivnošću. Trebamo naučiti i razviti mnogo toga, a financijska potpora za agronomski istraživanja se već dvadeset godina polako smanjuju u čitavome svijetu.

Poljoprivredne kulture promijenjene genetičkim inženjerstvom ne mogu ukloniti siromaštvo i glad jer su socijalno-politički problemi. Iako svijet danas proizvodi dovoljno hrane, još nismo razvili ekonomski sustav koji bi omogućio ravnomjernu raspodjelu hrane, a upitno je hoćemo li to ikada postići.

## Je li takozvana ekološka poljoprivreda odgovor?

Ekološka poljoprivreda (ekološki uzgoj) definirana je, koliko onim što dopušta toliko, i s onim što ne dopušta. U svojoj praksi ona se vraća u 1950. godinu — zabranjuje uporabu skoro svih pesticida, premda koristi neke, poput na primjer rotenona, koji je inače prilično otrovan. Ona također odbacuje i većinu umjetnih gnojiva, dajući prednost organskim gnojivima, mehaničkom uklanjanju korova (traktorom) i biološkoj kontroli štetočina. Ekološka poljoprivreda prihvaća sve metode genetičkog modifikiranja biljaka (uključujući kemijsku i radioaktivnu mutagenezu) osim genetičkog inženjerstva. Prema prinosima koji se postižu ekološkom poljoprivredom, ona može prehraniti samo 3 milijarde ljudi, a ne 6 milijardi koliko nas danas ima, a pogotovo ne 9 milijardi koliko će nas uskoro biti.

Zašto je to tako? Postoji nekoliko razloga koje navodi profesor Tony Trewavas, eminentni britanski stručnjak, član Kraljevskog društva Velike Britanije (Royal Society of Great Britain). Prije svega, da bi se proizvelo prirodno gnojivo neophodno za ekološki uzgoj, značajne površine poljoprivrednog zemljišta moraju biti korištene za proizvodnju stočne hrane. Nadomještanje hranjivih tvari u tlu pomoću mahunarki i čvrstog fosfata manje je učinkovito u usporedbi s primjenom umjetnih pripravaka. Također, biološka kontrola štetočina i bolesti znatno je manje

učinkovita u usporedbi s kemijskom kontrolom ili primjenom kultura promijenjenih genetičkim inženjerstvom. Svi nabrojeni činitelji čine ekološki uzgoj manje učinkovit što izravno poskupljuje takav način proizvodnje, pa je stoga i cijena konačnih proizvoda znatno viša.

### Poljoprivreda mora postati održiva

Međutim, postoje i mnoge pozitivne strane ekološkog uzgoja: rotacija usjeva s mahunarkama, korištenje biljnih ostataka za poboljšanje kvalitete tla, biološka kontrola štetočina (kada je moguća), kao i uporaba vapna za promjenu kiselosti tla samo su neki primjeri koji se uklapaju u tzv. održivu poljoprivredu. Problem je, međutim, što je ekološka poljoprivreda najčešće vođena ideologijom, a ne znanošću (ekologijom) na koju se svi pozivaju. Poljodjelci koji prakticiraju takvu proizvodnju odbijaju nove tehnologije koje drugi farmeri koriste za postizanje održive poljoprivrede. Znanstvenici koji se bave genetičkim inženjerstvom slažu se da poljoprivreda mora biti održiva, ali se protive ideološkom pristupu toj problematici. Održiva poljoprivreda će se najvjerojatnije postići u budućnosti kombinacijom elemenata ekološke poljoprivrede i genetičkog inženjerstva.

## Ekološki uzgoj – tko dobiva, a tko gubi?

Općenito se vjeruje da je ekološki uzgojena hrana mnogo zdravija i hranjivija od hrane uzgojene na klasičan način, no za to nema nikakvih dokaza. Ekološki uzgojena hrana može biti ukusnija od klasično proizvedene hrane, ali to je obično zato što na tržište dolazi svježija. Ona s jedne strane sadrži manje pesticida, ali je s druge strane više kontaminirana štetnim mikroorganizmima. Dakle, ako tu nema neke stvarne koristi za potrošače, za koga ima? Uglavnom za srednje velika poduzeća i lance maloprodaje prehrambenih proizvoda koji reklamiraju ekološki uzgojenu hranu i tvrde da prodaju zdravu hranu. Oni također podupiru demonstracije protiv primjene genetičkog inženjerstva. Cilj takvih demonstracija je usaditi strah od nepoznatog. Iza takvih potpora anti-GM grupacijama leži jednostavna

računica: u uzgoju mnogih GM kultura smanjena je upotreba pesticida — jednako kao i u ekološkom uzgoju, ali su takvi GM proizvodi jeftiniji. Međutim, ako se ljudi boje kupovati GM hranu, bolje će se prodavati tzv. ekološka hrana. U pozadini svega, kao i uvijek, leže tržišni udio i profit!

Ostaje pitanje tko gubi ako je voće i povrće skuplje? Ljudi, koji se nalaze na dnu ekonomske ljestvice su ti koji gube kada su svježiji proizvodi skuplji nego što bi mogli biti. Što je najvažnije, za razliku od ekološkog uzgoja, genetičkim inženjerstvom se zaista može poboljšati hranidbena vrijednost biljaka — biljke s više vitamina, više antioksidansa i minerala, a manje alergena. GM biljke budućnosti predstavljat će stvarni doprinos zdravlju.



## Hrana dobivena iz GM usjeva jednako je sigurna kao i ona dobivena iz drugih kultura...



Novine učestalo donose vijesti o sigurnosno-zdravstvenim problemima u vezi s našom hranom. Primjerice, 1999. godine, perad u Belgiji bila je hran-

jena stočnom hranom zagađenom dioksinom. Posljedica je bila visok sadržaj te škodljive kemikalije u kokošjem mesu i jajima. Prošlo je nekoliko mjeseci prije nego je problem riješen. Taj skandal bio je posljedica djelovanja beskrupuloznih trgovaca stočnom hranom, željnih lake zarade.

Nadalje, u SAD svake godine 300000 ljudi završi u bolnici zbog zdravstvenih problema uzrokovanih hranom. Velika većina tih slučajeva uzrokovana je prisutnošću bakterija u hrani. Riječi *Salmonella*, *Campylobacter*, *Staphylococcus* i *E. coli* postale su dio naše svakodnevnice. Prema podacima Centra za kontrolu i prevenciju bolesti (USA Centres for Disease Control and Prevention), godišnje umre 7000 osoba od oboljenja uzrokovanih hranom. U najvećem broju slučajeva radi se o lošoj pripremi i neadekvatnom čuvanju hrane u domaćinstvu. Međutim, u mnogim slučajevima zagađenje hrane mikroorganizmima događa se prije nego sto ona dospije u trgovinu. Premda je danas snabdijevanje hranom mnogo sigurnije nego ikada ranije, još uvijek postoje problemi. Zagađenje hrane mikroorganizmima jedan je od glavnih problema vezanih uz hranu u svijetu. Takvo se stanje može popraviti.

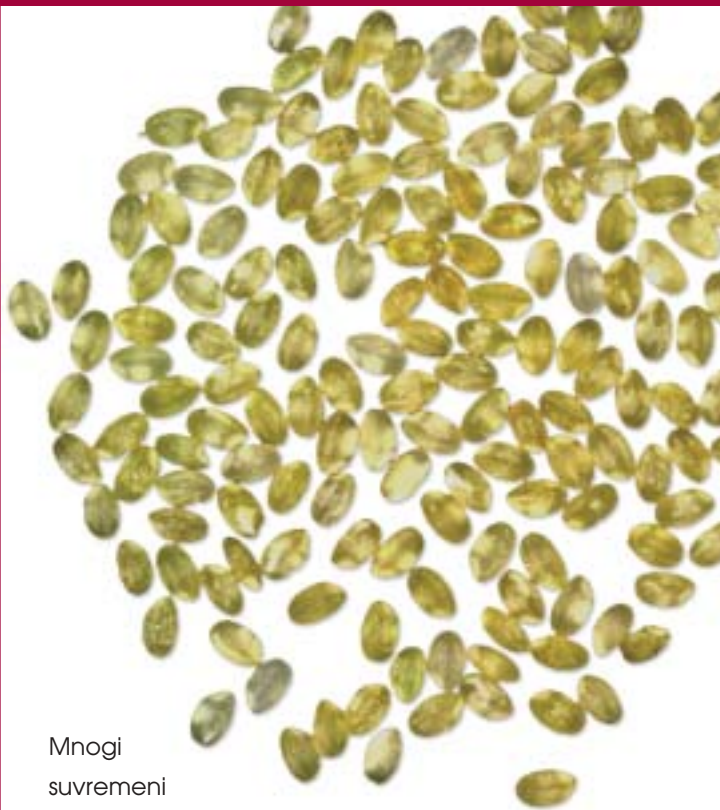
A što je s GM usjevima čija se jestivost dovodi u pitanje? Niti jedna analiza ne upućuje na zaključak da je takva hrana manje sigurna od tradicionalne hrane. Dijelom je tome razlog to što se GM hrana mnogo temeljitije testira od tradicionalne hrane. U SAD, primjerice, GM-kulture i GM-hranu kontroliraju tri državne institucije: Ured za hranu i

lijekove (Food and Drug Administration), Ured za zaštitu okoliša (Environmental Protection Agency) te Ministarstvo poljoprivrede (United States Department of Agriculture). Postupak odobravanja GM usjeva može potrajati i više od šest godina. Kulture proizvedene tradicionalnim tehnikama, uključujući kemijsku i radioaktivnu mutagenezu, ne podvrgavaju se spomenutoj kontroli.

### GM biljke se temeljito testiraju

Osnovnim istraživanjima ispituje se da li GM biljke sadrže jednake sastojke kao i tradicionalne sorte. To se odnosi na hranjive tvari i druge kemijske spojeve prisutne u biljkama. Sve naše kulture sadrže raznolike kemijske spojeve koji su dio obrambenog sustava biljaka u borbi protiv kukaca, bakterija i gljivica. Konzumiranjem tih spojeva u malim količinama nije štetno za ljudsko zdravlje. Međutim, nekoliko novih sorti uzgojenih tradicionalnim tehnikama, povučeno je s tržišta jer su sadržavale neprihvatljivo visoke količine spomenutih štetnih spojeva. Te su sorte prvotno puštene na tržište jer za tradicionalne kulture nije potrebno provesti testiranja. Nasuprot tome, biljke oplemenjene genetičkim inženjerstvom strogo se testiraju prije nego dospiju na tržište.

Dodatni sastojci prisutni u GM biljkama, a obično je riječ o nekoliko gena i bjelančevina, testiraju se kao mogući uzročnici alergija ili drugih štetnih spojeva. Također se utvrđuje da li se te bjelančevine i geni brzo razgrađuju u probavnom traktu. Primjenjuju se isti kriteriji kao i za pesticide te druge dodatke koji u hranu dopijevaju industrijskom obradom: mora biti izvjesno da pojedini sastojak nije štetan za zdravlje čak i u slučaju njegove prekomjerne konzumacije.



Mnogi  
suvremeni

projekti primjene

genetičkog inženjerstva u oplemenjivanju biljaka usmjereni su prema razvoju poljoprivrednih kultura koje bi mogle pomoći u rješavanje nekih od najvećih zdravstvenih problema vezanih uz hranu. Na primjer, nedostatak vitamina A u hrani vrlo je čest u Jugoistočnoj Aziji, Africi i Latinskoj Americi među siromašnim slojevima kojima je riža osnovna, a često i jedina dostupna hrana. Danas u svijetu 124000000 djece boluje, a 250000 oslijepi svake godine zbog nedostatka vitamina A u hrani. Nedavno proizvedena "zlatna riža" i uljana repica konkretno su primjer pokušaja rješavanja takvih problema primjenom genetičkog inženjerstva u oplemenjivanju biljaka. Riži i repici dodan je gen za proizvodnju preteče vitamina A, koji se procesom probave pretvara u vitamin. Uzgoj takvih kultura mogao bi umanjiti zdravstvene probleme uzrokovane nedostatkom vitamina A u hrani.



## Ne možete okusiti aflatoksine!

Aflatoksini su kancerogeni spojevi, a proizvode ih gljivice koje rastu primjerice na kikirikiju i kukuruзу. Te gljivice posebice rastu na sjemenju u skladištima. Iako se taj problem može značajno umanjiti, u nekim proizvodima dobivenim iz kukuruza i kikirikija uvijek će se naći aflatoksina. Genetičkim inženjerstvom moguće je biljkama ugraditi gen za bjelančevinu koja uništava aflatoksine. Već sada je poznato da na GM kukuruзу otpornom na određene štetočine ima znatno manje gljivica koje proizvode aflatoksine — to je zato što takav kukuruz kukci manje oštećuju pa je smanjena i kontaminacija gljivicama. Potrošači će moći odabrati između proizvoda dobivenih iz tradicionalnih kultura i GM-proizvoda sa smanjenom količinom aflatoksina.



## Je li vaše dijete alergično na soju?

Mnoga djeca alergična su na određene sastojke soje. Jedan od načina rješavanja ovog problema je uklanjanje alergeni bjelančevina iz sojinih sjemenki primjenom genetičkog inženjerstva. GM soja u kojoj su inaktivirani geni za glavne alergene već je u fazi testiranja koju prolaze sve GM biljke. Ako zadovolji sve propisane uvjete, za nekoliko godina na tržištu će se naći sojini proizvodi koji ne sadrže alergene. Potrošači će tako moći birati između "prirodne" soje s alergenima i GM soje koja ih ne sadrži! Kikiriki i riža također sadrže alergene. Iz riže su uspješno uklonjeni geni za glavne alergene, pa će i ta riža uskoro ući u postupak testiranja radi komercijalne uporabe. Ta će testiranja potrajati najmanje pet godina.



## **Nove bakterije otporne na antibiotike zbog genetičkog inženjerstva?**

Pojavljivanje sojeva patogenih bakterija otpornih na sve veći broj antibiotika jedan je od glavnih medicinskih problema današnjice. Bakterije otporne na antibiotike razvijaju se najčešće uslijed pogrešne uporabe antibiotika u borbi protiv virusnih infekcija (primjerice prehlade) ili kad se antibiotici ne primjenjuju dovoljno dugo kako bi uništili sve zarazne bakterije. Osim toga, velike količine antibiotika daju se životinjama u hrani, jer se time iz još nepoznatih razloga potiče njihov rast. Mikrobiolozi su još prije mnogo godina predviđeli da će takva praksa izazvati pojavu bakterija otpornih na antibiotike.

Većina biljaka promijenjenih genetičkim inženjerstvom, koje se danas uzgajaju, sadrže gen za otpornost na određeni antibiotik, pa protivnici genetičkog inženjerstva smatraju da će to dovesti do pojave novih bakterija otpornih na te antibiotike. Istraživanja pokazuju da je vjerojatnost takvih događaja izrazito mala, ali mogućnost uistinu postoji. Međutim, potrebno je znati da u našem tijelu i okolišu već postoji veliki broj bakterija koje su otporne na antibiotike koji se koriste u biljnom genetičkom inženjerstvu. Ti antibiotici se ili više uopće ne koriste u liječenju ljudi i životinja, ili je njihova primjena vrlo ograničena. Unatoč tome, preporuka je da se geni za otpornost na antibiotike ne primjenjuju u oplemenjivanju biljaka genetičkim inženjerstvom, pa nova generacija GM biljaka neće sadržavati takve gene.

“U poljoprivredi ne možemo vratiti sat unatrag i služiti se samo metodama koje su razvijene da bi prehranile znatno manji broj ljudi. Trebalo je 10000 godina da se proizvodnja hrane dovede na današnju razinu — oko 5 milijardi tona na godinu. Međutim, do 2025.godine proizvodnja hrane mora se udvostručiti da bi zadovoljila potrebe čovječanstva. Ovo povećanje ne može se postići ukoliko poljoprivrednicima diljem svijeta ne omogućimo primjenu modernih agronomskih tehnika i dostignuća moderne biotehnologije radi povećanja prinosa i prehrambenih vrijednosti osnovnih poljoprivrednih kultura. Trebamo unijeti glas razuma u rasprave oko primjene znanosti i tehnologija u poljodjelstvu, što prije to bolje.”

**Norman E. Borlaug**  
Dobitnik Nobelove nagrade za mir 1970. godine





## A što je s okolišem ?

U proteklih 5000 godina poljoprivreda je drastično izmijenila naš okoliš. Većina šuma je posječena, a travnjaci preorani. Iako još uvijek možemo uživati u krajoliku — u vinogradima, voćnjacima, maslinicima i dr. — nekadašnja raznolikost biljnog i životinjskog svijeta je izgubljena. Razlog tomu nisu GM usjevi nego potreba da se nahrani sve veći broj ljudi, a istovremeno nije postignuto adekvatno povećanje prinosa na postojećim obradivim površinama. To znači da su se sve veće površine morale preoravati.

Rezultat svega toga je dovoljno hrane za 90% čovječanstva (čak i za 100% kada bi je mogli ravnomjerno rasporediti) i cijeli niz problema: gubitak raznolikosti vrsta, erozija i salinifikacija tla. Širenje korova i prenositelja bolesti s jednog kontinenta na druge, te pojava novih štetočina također su posljedice intenziviranja poljoprivrede. Ni jedan od tih problema nije uzrokovan primjenom GM usjeva, već poljoprivredom općenito.

Morat ćemo se više potruditi! Moramo poljoprivredu učiniti održivom kako bi se bar neki od ovih problema riješili. Povećanje održivosti i povećanje prinosa na istoj površini zaokupit će ljudske intelektualne sposobnosti do krajnjih granica.

### Očuvanje okoliša zahtjeva povećanje poljoprivrednih prinosa na postojećim obradivim površinama

Neobično je da oni koji se bave zaštitom okoliša, i s pravom upozoravaju na ugrožavanje bioraznolikosti, ne

podržavaju tehnologije koje mogu povećati poljoprivredne prinose. Doista, postoji jasna povezanost između povećanja poljoprivrednih prinosa na istoj obradivoj površini i očuvanja bioraznolikosti. Danas se kvalitetno tlo, a u velikoj mjeri i ono slabije kvalitete, već obrađuje. Preostalo tlo je neplodno, nalazi se u područjima suhe klime ili visoko na obroncima planina. Počnemo li obrađivati i tu zemlju, šteta za okoliš će biti još veća. Želimo li sačuvati prirodu i njenu raznolikost, moramo povećati prinose na već postojećim poljoprivrednim površinama. Genetičko inženjerstvo može dati značajan doprinos ovom cilju. U uzgoju mnogih GM usjeva primjenjuje se manje pesticida i potrebno je tlo obrađivati u manjoj mjeri, a to izravno utječe na smanjenje erozije tla. Ako će za dvostruko povećanje proizvodnje hrane biti potrebno dvostruko povećati obradive površine, nestat će divljine. Zato, udružimo naše kompletno znanje i svu našu tehnologiju — i jednostavnu i sofisticiranu — postignimo važan cilj, unaprijedimo učinkovitost poljoprivrede i smanjimo nepovoljan učinak na okoliš.





## Na poljima zasadenim Bt-usjevima postoji veći broj i veća raznolikost kukaca

*Bacillus thuringiensis*, ili skraćeno *Bt*, je bakterija koja između ostalih sadrži i gen za bjelančevinu Bt. Ta bjelančevina uzrokuje probavne smetnje i smrt kukaca koji pojedu bakterije *Bt*, dok za ljude i druge životinje nije opasna. U ekološkoj poljoprivredi ta se bakterija koristi kao prirodni pesticid za prskanje usjeva radi zaštite od kukaca. Znanstvenici su gen za bjelančevinu Bt prenijeli iz bakterije u pamuk, kukuruz, krumpir i još neke kulture, pa takve biljke same proizvode dotičnu bjelančevinu. Štetni kukci i njihove ličinke koji se hrane korijenjem, listovima ili sjemenkama ovih biljaka ugibaju. Poljoprivrednici su zadovoljni Bt-kulturama jer ne moraju kupovati pesticide, niti dolaziti s njima u kontakt pri uzgoju bilja. Potrošači su sretni, jer ne moraju brinuti o prisustvu pesticida u hrani. No, najsretniji su kukci koji žive na usjevima ali se ne hrane njima — ne moraju se više bojati pesticida namijenjenih drugim kukcima. Nedavnim istraživanjima utvrđeno je da se u poljima s Bt-usjevima nalazi veći broj različitih vrsta kukaca u usporedbi s tradicionalnim kulturama.

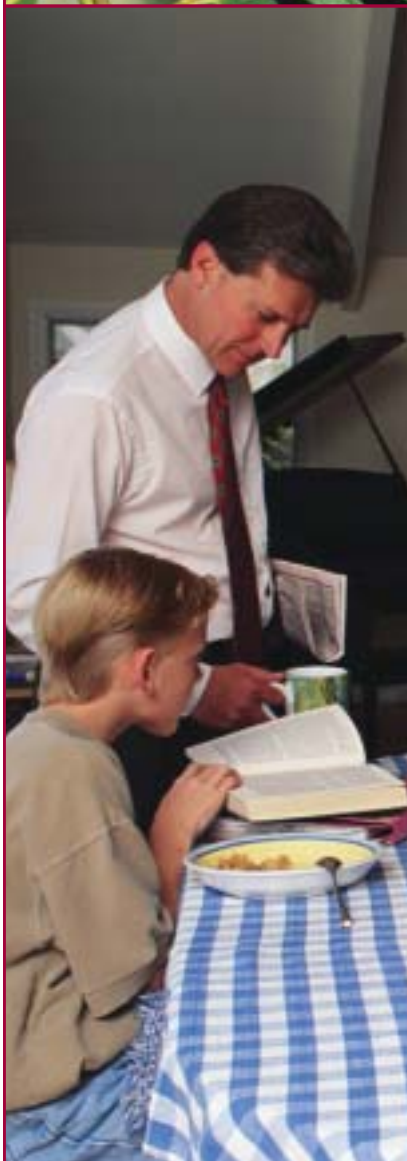
## “Tata, ima li gena u mom tanjuru?”

Tata, ima li gena u mom tanjuru? — pitala me moja desetogodišnja kći. Što ako vam vaše dijete postavi isto pitanje? Ispitivanja javnog mišljenja pokazala su da 70% ljudi krivo misli kako “obična” hrana ne sadrži gene, dok “genetički modificirana” sadrži. Umjesto da objasnim kćeri da svaki zalogaj hrane na njenom tanjuru sadrži milijarde gena, ispričao sam joj slijedeću priču.

Visoko u planinama Južne Amerike iznad grada Cristobal de las Casas u mjestu Chiapas, Luis i Jimena Rodriguez prehranjuju svoju malu obitelj kukuruzom i grahamom. Oni su “ekološki farmeri” jer nemaju dovoljno novaca kako bi kupili gnojivo ili pesticide. Nakon što uberu kukuruz, klipove skladište u velikom spremištu koje zauzima polovicu njihove jednosobne kuće. To je najsigurnije mjesto za čuvanje usjeva. U istoj sobi u kojoj skladište kukuruz imaju krevet, a na podu spava njihovo četvero djece. Kada završi žetva i sav urod bude pospremljen, Luis odlazi u grad i kupuje jeftini insekticid kako bi prskao klipove unutar kuće. U kući je kukuruz siguran od kiše, glodavaca i lopova, ali nije i od kukaca. Ako Luis ne tretira kukuruz pesticidom za šest mjeseci će u kući biti više žižaka nego zrna kukuruza i žišci će mu pojesti kompletan urod. Svaka ženka žiška polaže oko 100 jaja, a ličinka se nakon izlijeganja ukopa u kukuruzno zrno kako bi se prehranila. Nakon 35 dana iz zrna izlaze odrasli kukci i ciklus razmnožavanja počinje ispočetka. Polovica odraslih kukaca koji izlaze iz zrna su ženke. “Pomnožimo li 50 puta 50 puta 50 puta 50 puta 50, koliko ćemo dobiti žižaka” — upitao sam svoju kćer.

“Milijune i milijune” — odgovorila je nakon kraćeg promišljanja.

“Pretpostavi sada da je kukuruz sadržavao gen *Bt*, u tom slučaju Luis, Jimena i njihova djeca ne bi morali spavati u parama pesticida,” — rekao sam. “Ne misliš li da bi ta djeca imala koristi od nekoliko dodatnih gena u tanjuru koji nisu opasni za čovjeka?”



## Trebaju li prehrambeni proizvodi dobiveni iz GM biljaka biti označeni?



Ovo je jedno od zanimljivijih pitanja u cjelokupnoj raspravi o hrani dobivenoj iz biljaka oplemenjenih genetičkim inženjerstvom. Upute za postupanje američke Uprave za hranu i lijekove (Food and Drug Administration, FDA) jasno govore da hrana proizvedena biotehnološkim postupcima treba biti predmetom jednakih pravila za označavanje kao i sva druga hrana: važna je zdravstvena ispravnost i kvaliteta proizvoda, a ne postupak oplemenjivanja. Svakako će trebati označiti i određenu hranu nastalu primjenom moderne biotehnologije, ali ne zato što su u proizvodnju bili uključeni takvi postupci. Prema sadašnjim pravilima u SAD-u, nikakva posebna oznaka nije potrebna za bilo koji novi prehrambeni proizvod koji je po sastavu, hranjivim vrijednostima i zdravstvenoj ispravnosti jednak nekom od postojećih proizvoda. Primjerice, šećer dobiven iz GM šećerne repe isti je kao i onaj dobiven iz tradicionalne repe — takav šećer nema smisla posebno označavati. S druge strane, proizvod koji je primjenom genetičkog inženjerstva obogaćen vitaminima biti će označen, jer je to važna informacija o prehrambenom sastavu. Drugačije označavanje u SAD-u je dobrovoljno. Proizvođači također mogu na svoje proizvode staviti oznaku da nisu dobiveni iz biljaka promijenjenih genetičkim inženjerstvom. Ovo omogućuje zainteresiranim proizvođačima da razviju jedan tržišni segment, poput onog za ekološki uzgojene proizvode.

### Da li se označavanjem dobiva veća mogućnost izbora?

Što je sa stavom da svatko ima pravo znati i treba dobiti mogućnost izbora? Većina ljudi takve oznake shvaća više kao upozorenje, a ne kao neutralnu informaciju. Što bi se

dogodilo kada bi se označili svi prehrambeni proizvodi u čiju su proizvodnju uključeni različiti laboratorijski postupci?! Vjerojatno bi bili izbjegavani, a kao posljedica mogle bi biti izgubljene dobrobiti koje donose različite tehnologije proizvodnje hrane.

Često se čuje da se želi znati sadrži li hrana "prirodne" ili "umjetne" sastojke. Mikroorganizmi koji proizvode različite karcinogene i druge otrovne tvari prirodno rastu na mnogim poljoprivrednim kulturama. I smrtonosni virus uzročnik ebola je prirodan. Nažalost, "prirodno" se ne može uvijek izjednačiti s "dobrim". Mnogi postupci, koji se inače ne zbivaju u prirodi, doveli su u posljednjih pedesetak godina do povećanja prinosa, poboljšane prehrambene vrijednosti, te veće zdravstvene i ekološke podobnosti različitih poljoprivrednih kultura. Bi li hrana dobivena od tih biljaka trebala biti označena kao "neprirodna"? U tom slučaju bi 95% prehrambenih proizvoda ušlo u takvu kategoriju.

Mnogi proizvodi dobiveni iz biljaka promijenjenih genetičkim inženjerstvom (kao na primjer biljna ulja) ne sadrže niti gene, niti bjelančevine koji se izvorno nalaze u živom organizmu. Jesu li ti proizvodi "GM hrana"? Označavanje s "da" ili "ne" nije tako jednostavno kao što se u prvi mah čini.

### Kakav je rizik, a kakva korist od GM biljaka i proizvoda?

Prvim vlakovima u početku je putovao tek mali broj ljudi jer su osjećali veliki rizik, a malu korist od takvog načina putovanja. Isto se dogodilo i sa zrakoplovima. Danas, vrlo mali broj putnika na relaciji Zagreb — London misli da je rizik veći od koristi, čak i unatoč učestalim avionskim nesrećama i očevidnom zagađenju atmosfere. Britanci su desetljećima izbjegavali pasterizirano mlijeko jer su nepoznati rizici od "neprirodnog" procesa pasterizacije smatrani većim od koristi. U konačnici odlučuje potrošač. Plaćam li skuplje hranu vidno obilježenu kao "NIJE-GM" samo zato jer se bojim GM hrane? Ako znam da rizik od konzumiranja GM hrane nije veći od konzumiranja tradicionalne hrane, a da su koristi očigledne (niža cijena ili veća prehrambena vrijednost ili manje ostataka pesticida), onda ću je kupiti.

## Da li su GM usjevi i GM hrana pravilno nadzirani u zemljama u kojima se proizvode?

### Tko nadzire GM usjeve u SAD-u?

Ministarstvo poljoprivrede (US Department of Agriculture - USDA) nadzire uzgoj, razmnažanje i promet poljoprivrednih kultura. Posebnim propisima reguliraju se GM kulture. Tvrtke koje razvijaju takve kulture moraju službeno zatražiti dozvolu za provođenje pokusa u polju s novim GM sortama, kao i već priznatim sortama ukoliko je u njih unesen novi gen. Stručnjaci Ministarstva procjenjuju utjecaj svake GM kulture na okoliš. Posebno se istražuje i procjenjuje mogućnost prijenosa gena na divlje srodnike u okolišu te posljedice koje bi mogle proizaći iz takvih događaja. Ministarstvo također nadzire prehrambeni sastav GM biljaka i proizvoda dobivenih iz njih.

Državni Ured za zaštitu okoliša (Environmental Protection Agency - EPA) nadzire razvoj novih kemijskih spojeva, posebno onih rizičnih. EPA je vrlo stroga u svom djelokrugu, pa GM biljke otporne na različite štetočine tretira kao nove pesticide, bez obzira što su neki od tih gena i bjelančevina prisutni u različitim tradicionalnim kulturama i ne predstavljaju nikakav rizik za okoliš. Mnogi znanstvenici smatraju da stavovi tog Ureda nisu do kraja utemeljeni na znanstvenim spoznajama jer mnoge tradicionalne i GM kulture sadrže iste prirodne pesticide, a EPA nadzire samo GM kulture.

Ured za hranu i lijekove (Food and Drug Administration - FDA) nadzire uvođenje na tržište svakog novog prehrambenog proizvoda (i lijekova), pa tako i proizvoda dobivenih iz tradicionalnih i GM kultura. Primarna briga Ureda je zdravstvena ispravnost hrane. Ured ne zanima je li prehrambeni proizvod dobiven iz tradicionalnih ili GM kultura, već je li on zdravstveno ispravan. Za sada nema pokazatelja da je GM hrana više ili manje sigurna od one tradicionalne. Znanstvenici podržavaju djelovanje tog Ureda jer su njegove prosudbe utemeljene na čvrstim znanstvenim osnovama, bez utjecaja politike.



## Mišljenje Hrvatske udruge genetičkih inženjera o GM hrani

Hrvatska udruga genetičkih inženjera (HUGI) smatra, da se nadzor nad primjenom genetičkog inženjerstva u poljoprivredi mora i dalje temeljiti na znanstvenim osnovama i provoditi za svaku kulturu zasebno na temelju njenih značajki, namjene i uvjetima okoliša u kojem se uzgaja, a ne na temelju tehnologije kojom je proizvedena. HUGI podržava sustavne i iscrpne procjene zdravstvene ispravnosti GM hrane i neprekidna istraživanja o utjecaju takvih kultura na okoliš, te smatra da bi takva istraživanja trebalo provoditi i sa tradicionalnim kulturama. HUGI također smatra da nema znanstvene opravdanosti za posebno označavanje GM hrane, kao posebne klase, te da je označavanje bezvrijedno ukoliko nije popraćeno usmjerenim obrazovanjem potrošača.

# Neke osnovne činjenice o GM biljkama i GM proizvodima!

1. **ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST:** Prema dosadašnjim saznanjima, GM biljke i njihovi proizvodi jednako su sigurni kao i tradicionalne poljoprivredne kulture i proizvodi. Nutricionisti i drugi znanstvenici ne znaju za niti jedan nerazriješeni problem glede zdravstvene ispravnosti GM biljaka i njihovih proizvoda.
2. **ZAKONSKA REGULATIVA:** GM biljke strogo su kontrolirane u svim zemljama u kojima se proizvode. Proces registracije (odobravanja) svake pojedine GM biljke uključuje temeljite višegodišnje analize. S takvim načinom reguliranja slažu se, znanstvenici, biotehnoške kompanije i potrošači.
3. **OKOLIŠ:** Ne postoje znanstveni dokazi da GM biljke imaju štetniji utjecaj na okoliš od najbližnjih tradicionalnih kultura.
4. **DOBROBIT ZA OKOLIŠ:** Neke GM biljke su prihvatljivije za okoliš od tradicionalnih kultura jer ih je potrebno tretirati manjim količinama pesticida, a zahtijevaju i manju obradu zemlje čime se smanjuje erozija tla. GM biljke mogu pomoći u razvoju održive poljoprivrede.
5. **PREHRAMBENA VRIJEDNOST:** U bliskoj budućnosti dominirat će GM biljke i proizvodi koji će biti zdraviji i s prehrambenog gledišta kvalitetniji jer će sadržavati više vitamina i drugih vrijednih sastojaka, a mnogi prirodni alergeni će biti uklonjeni.
6. **POLJOPRIVREDNICI:** Većina poljoprivrednika u zemljama gdje se uzgajaju GM biljke prihvaća takve kulture jer je njihov uzgoj često jeftiniji, a prednost daju onim sortama koje zahtijevaju primjenu manje količine pesticida.
7. **PROTIVNICI GENETIČKOG INŽENJERSTVA:** Pojedinci i grupe koji se protive GM biljkama iz ideoloških, ekonomskih ili nekih drugih razloga nisu do sada iznijeli niti jedan znanstveni dokaz koji bi potkrijepio njihove tvrdnje o štetnim posljedicama na zdravlje i okoliš.

Ako nemate povjerenje u ono što tvrde multinacionalne kompanije i druge privatne tvrtke u svezi zdravstvene ispravnosti i ekološke podobnosti biljaka promijenjenih genetičkim inženjersvom, saslušajte nezavisne sveučilišne znanstvenike i stručnjake. Nezavisni znanstvenici i stručnjaci koji se bave genetičkim inženjersvom smatraju da je jedini pravilan pristup u reguliranju te problematike procjena svakog takvog organizma zasebno. Prije nego dospije na tržište svaka biljka promijenjena genetičkim inženjersvom mora se temeljito istražiti kako bi se mogla donijeti valjana procjena o zdravstvenoj ispravnosti i ekološkoj prihvatljivosti. Ta se praksa provodi u svim zemljama koje proizvode takve biljke.

