

## GMO – teorija, praksa i procjena rizika

Srećko Jelenić

Zavod za molekularnu biologiju, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, Zagreb (sjelen@zg.biol.pmf.hr)

Raspravu o primjeni genetičkog inženjerstva u oplemenjivanju biljaka najbolje je započeti pregledom metoda kojima je čovjek mijenjao genetički materijal zanimljivih biljaka tijekom tisuća godina. U povijesnom kontekstu, do razvoja genetičkog inženjerstva, najvažnije metode su klasično križanje i mutageneza.

U samom začetku poljodjelstva, prije više tisuća godina, čovjek je naprosto odabirom sjemenskog materijala od zanimljivih jedinki mijenjao biljke iz generacije u generaciju. U početku su najinteresantnija svojstva vjerojatno bila veće sjemenke i plodovi te bolji okus. Takvim jednostavnim pristupom dobivene su mnoge današnje poljoprivredne kulture koje se toliko razlikuju izgledom u usporedbi s divljim oblicima, da je ponekad teško bez detaljnih genetičkih analiza utvrditi od koje divlje vrste potječe pojedina kultura. Jedan od zanimljivih primjera je kukuruz. Današnji kukuruz potječe od teozinte, biljke čiji klip sa svega nekoliko sjemenki, a posebice veličinom, više podsjeća na klas pšenice nego klip kukuruza. Početkom prošlog stoljeća u oplemenjivanju se počinju sustavno primjenjivati znanstvene spoznaje, prije svega saznanja o zakonitostima nasljeđivanja. Oplemenjivači nastoje u postojeće kvalitetne sorte križanjima unijeti korisne gene divljih srodnika. Stoga postaje popularnu putovati svijetom u potrazi za egzotičnim biljkama koje bi mogle sadržavati zanimljive gene. Budući da se postupak temeljio isključivo na križanjima, oplemenjivači su nailazili na niz poteškoća, primjerice sterilnost križanaca zbog razlike u velikom broju gena ili prisutnosti nepoželjnih gena u genetičkom materijalu egzotičnih biljka u blizini poželjnih gena, pa se jedni i drugi geni redovito zajedno unose u genetički materijal kultiviranih biljaka i dr.

Dvadesetih godina prošlog stoljeća spoznalo se da nije potrebno čekati da se određena promjena u genetičkom materijalu (mutacija) dogodi spontano, već se promjene mogu potaknuti različitim zračenjima. Kasnije je utvrđeno da i neke kemikalije izazivaju mutacije. Mutageneza, izazivanje promjena u genetičkom materijalu zračenjem i kemikalijama, postaje vrlo popularna u oplemenjivanju sedamdesetih godina. Glavni nedostatak primjene te metode je u tome što se istovremeno izazivaju nepoznate promjene u velikom broju gena. Iako je primjena te metode u opadanju, još uvijek se na svjetskom tržištu godišnje pojavljuje oko 1000 novih sorti dobivenih mutagenezom.

Najnovija tehnologija koja se primjenjuje u oplemenjivanju biljaka, genetičko inženjerstvo, počela se razvijati početkom osamdesetih godina. Temelji se na promjeni jednog ili dva gena od oko 35 000 koliko u prosjeku sadrže poljoprivredne kulture. Za razliku od tradicionalnih tehnika, križanja i mutageneze, kojima se kombinira ili mijenja veliki broj nepoznatih gena, genetičkim inženjerstvom se postižu unaprijed određene i poznate promjene. Genetičkim inženjerstvom se može u biljni genom unijeti poznati gen iz bilo koje druge vrste ili pak se na unaprijed određen način mijenja već postojeći gen (može se pojačati ili smanjiti aktivnost postojećeg gena, a može se i određeni gen odstraniti iz genetičkog materijala). Iako se na prvi pogled čini da je genetičko inženjerstvo gotovo savršena tehnologija za

oplemenjivanje u usporedbi s križanjem i mutagenezom, postoji jedna nepoznanica u primjeni te tehnologije. U biljaka se, za razliku od mikroorganizama i životinja, ne može predvidjeti u koje mjesto u genetičkom materijalu će se ugraditi željeni gen. Iako je razvijena metoda kojom se i taj problem rješava, ona još nije u rutinskoj upotrebi.

Genetičko inženjerstvo počelo se primjenjivati u oplemenjivanju poljoprivrednih kultura početkom devedesetih. Prva biljka oplemenjena genetičkim inženjerstvom odobrena je za uzgoj 1995. godine. U međuvremenu odobreno je za komercijalni uzgoj još sedamdesetak sorti 15 različitih kultura. Razvojem i odobravanjem novih sorata biljaka oplemenjenih genetičkim inženjerstvom, povećavaju se iz godine u godinu i površine na kojima se uzgajaju takve biljke. Godine 2003. sorte oplemenjene genetičkim inženjerstvom uzgajane su na 67,7 milijuna hektara u 18 država u kojima živi više od polovice čovječanstva. Najveći uzgajivači bili su Sjedinjene Američke Države (42,8 milijuna hektara), Argentina (13,9 milijuna hektara), Kanada (4,4 milijuna hektara), Brazil (3 milijuna hektara) i Kina (2,8 milijuna hektara). S obzirom na površine zasijane pojedinom kulturom, dominirala je soja (41,4 milijuna hektara), zatim slijede kukuruz (15,5 milijuna hektara), pamuk (7,2 milijuna hektara) i uljana repica (3,6 milijuna hektara). Te četiri kulture ujedno su najznačajnije s obzirom na cjelokupnu svjetsku proizvodnju – sorte soje oplemenjene genetičkim inženjerstvom činile su 55% ukupne svjetske proizvodnje soje, pamuk je bio zastupljen s 21%, uljana repica 16%, a kukuruz 11%. Globalno gledano, dva su svojstva kultura oplemenjenih genetičkim inženjerstvom najinteresantnija poljodjelcima: tolerantnost na herbicide (uglavnom glifosat i glufosinat) i otpornost na različite štetne kukce. Stoga su kulture tolerantne na herbicide uzgajane na 49,7 milijuna hektara, a kulture otporne na pojedine kukce na 12,2 milijuna hektara.

U zemljama u kojima se biljke oplemenjuju genetičkim inženjerstvom i/ili uzgajaju, prije nego se dopusti komercijalni uzgoj svake pojedine sorte, provodi se niz analiza na temelju kojih se procjenjuje zdravstvena ispravnost i ekološka prihvatljivost svake sorte. Ta istraživanja gotovo redovito uključuju analizu stabilnosti genetske preinake, analizu potencijalne toksičnosti i alergičnosti novog proteina/metabolita analizu nutricionističkog sastava, analizu učinka na biogeokemijske procese, promjene poljoprivredne prakse i njene potencijalne posljedice, analizu učinka na ciljane i druge organizme (izravan i neizravan), invazivnosti u okolišu, analizu mogućnosti prijenosa genetske promjene u genom divljih vrsta i potencijalne posljedice, procjenu učinka na bioraznolikost i dr.

Unatoč iscrpnih analiza i procjena komercijalnih biljaka oplemenjenih genetičkim inženjerstvom, kao i proizvoda dobivenih od njih, javnost je sumnjičava prema primjeni genetičkog inženjerstva. Zanimljivo je da se s biljkama oplemenjenim drugim tehnologijama vrlo rijetko provode takve analize, a još rjeđe se postavlja pitanje zdravstvene ispravnosti i ekološke prihvatljivosti takvih kultura, iako je već desetljećima poznato da se klasičnim križanjima i mutagenezom mogu proizvesti zdravstveno i ekološki neprihvatljive kulture. Također, za razliku od primjene genetičkog inženjerstva kojim se uvode unaprijed određene i poznate promjene u jedan ili dva gena, tim se metodama obično mijenja veći broj gena i uopće se ne zna koji su geni promijenjeni i kako. Bilo bi interesantno vidjeti koliko bi kultura oplemenjenih tim metodama zadovoljilo tako rigorozne procedure koje moraju proći

sve biljke promijenjene genetičkim inženjerstvom prije nego dobiju dozvolu za komercijalnu uporabu.