

Učinak uzgoja kultura oplemenjenih genetičkim inženjerstvom na divlje vrste

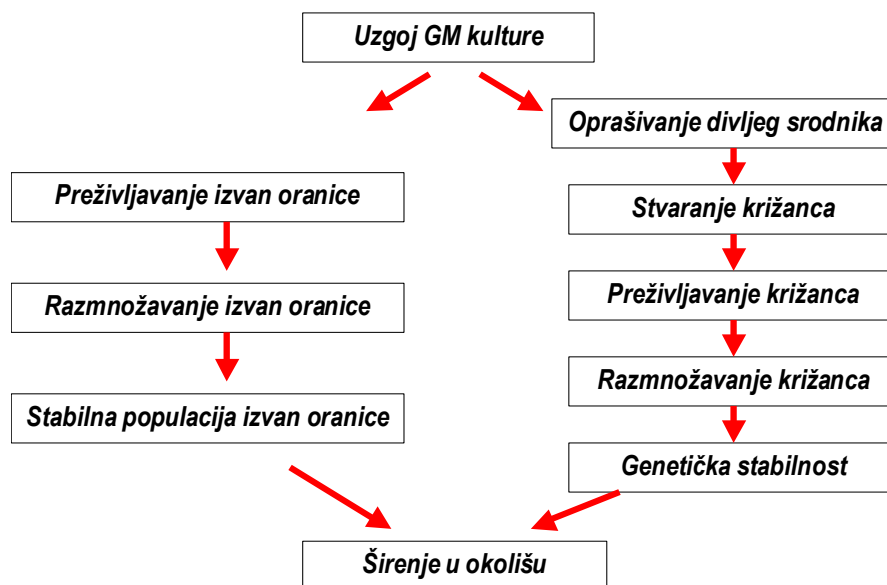
Srećko Jelenić

Zavod za molekularnu biologiju, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, sjelen@zg.biol.pmf.hr

Uvod

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 alergenosti novog proteina/metabolita, analizu nutricionističkog sastava, analizu učinka na biogeokemijske procese, analizu promjene poljoprivredne prakse i njene potencijalne posljedice, analizu učinka na ciljane i druge organizme (izravan i neizravan), analizu invazivnosti u okolišu, analizu mogućnosti prijenosa genetske promjene u genom srodnih divljih vrsta i potencijalne posljedice, i dr. (vidi priloge: primjer I – sažetak zahtjeva za komercijalizaciju, primjer II – prosudba zahtjeva i primjer III – prvi slučaj prosudbe na razini Europske Unije – EFSA).

Za razliku od procjene zdravstvene ispravnosti takvih kultura i proizvoda dobivenih od njih, koja je relativno jednostavna i univerzalna, procjena ekološke



Slika 1. Dva temeljna procesa koji mogu dovesti do ugrožavanja bioraznolikosti izvan agroekosustava uslijed uzgoja kultura oplemenjenih genetičkim inženjerstvom.

prihvatljivosti izrazito je složena, posebice procjena mogućeg učinka na bioraznolikost izvan tzv. agroekosustava, i mora se provoditi lokalno. U tom kontekstu posebna se pozornost posvećuje istraživanju mogućnosti da svaka pojedina sorta postane zbog novog svojstva invazivna i počne se širiti izvan obradivih površina u okoliš, te analizi mogućnosti križanja sorti oplemenjenih genetičkim inženjerstvom

sa njihovim divljim srodnicima i posljedicama koje ta pojava može imati na bioraznolikost izvan agroekosustava (slika 1.)

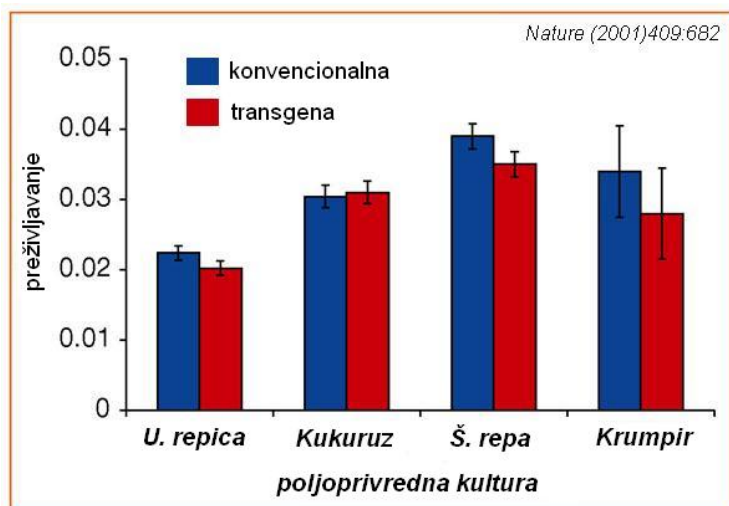
Potencijalna invazivnost kultura oplemenjenih genetičkim inženjerstvom

Da bi određena sorta mogla postati invazivna u okolišu, ona mora preživjeti bez naše pomoći (izvan oranica), razmnožavati se, odnosno formirati stabilnu populaciju. Možda se čini kako je to vrlo jednostavno istražiti – ostavi se kultura na oranici, te se tijekom nekoliko godina promatra što se s njom događa. U načelu se to tako i radi uz jedan važan uvjet. Istraživanje treba provesti na svim mogućim staništima na koja ta kultura može dospjeti – uključujući staništa u čijoj se blizini ona komercijalno ne planira uzgajati.

Jedno od prvih temeljitih istraživanja toga tipa provedeno je u Engleskoj i trajalo je 10 godina. Analizirane su slijedeće kulture:

- Uljana repica
 - otpornost na kanamicin
 - otpornost na kanamicin i tolerantnost glufosinata
- Kukuruz
 - tolerantnost glufosinata
- Šećerna repa
 - tolerantnost glifosata
- Krumpir
 - otpornost na zlicu (Bt)
 - otpornost na kanamicin
 - otpornost na kanamicin i zlicu (lektin graška s 35S-promotorom)
 - otpornost na kanamicin i zlicu (lektin graška s Rubisco-promotorom)

Istraživanje je provedeno na 12 različitih lokacija (time su pokriveni svi tipovi staništa) sa po četiri nezavisne plohe za svaki uzorak. Pored kultura promijenjenih genetičkim inženjerstvom u istraživanje su uključene i konvencionalne kulture, radi usporedbe. Istraživanje



Slika 2. Preživljavanja konvencionalnih i transgenih kultura u prirodnom okolišu se ne razlikuje.

je započeto 1990., 1991. i 1992. godine (važno je istraživanja toga tipa započeti nekoliko puta, kako bi se izbjegao učinak ekstremnih uvjeta koji se mogu pojaviti određene godine i tako utjecati na krivu interpretaciju rezultata). Već nakon prve godine drastično su se smanjile populacije svih kultura uslijed kompeticije s drugim vrstama i u preživljavanju nije bilo

razlike između konvencionalnih i kultura promijenjenih genetičkim inženjerstvom

(slika 2.), što se zapravo i očekivalo jer je čovjek većinu biljaka koje uzgaja toliko genetički izmijenio tijekom stotina i tisuća godina da one više ne mogu opstati u prirodi bez naše pomoći. Kukuruz, repica i šećerna repa izumrle su na svim lokacijama do kraja četvrte godine. Konvencionalni krumpir je preživio 10 godina, ali samo na jednoj lokaciji.

Križanje kultura oplemenjenih genetičkim inženjerstvom s njihovim divljim srodnicima

U cjelokupnoj složenosti međudjelovanja poljoprivrednih kultura i okoliša, križanje između kultiviranih sorti i divljih srodnika ističe se kao jedan od potencijalno najznačajnijih negativnih učinaka na bioraznolikost izvan agroekosustava. Križanje između određene poljoprivredne kulture i divljeg srodnika moguće je ako se staništa tih biljaka preklapaju, ako cvjetaju u isto vrijeme i ako su spolno kompatibilni. Zahvaljujući botaničarima i klasičnim oplemenjivačima naučili smo puno u proteklih stotinu godina o divljim srodnicima naših poljoprivrednih kultura i križancima. Za 12 od 13 najvažnijih svjetskih poljoprivrednih kultura utvrđeno je da se mogu križati barem s jednom divljom vrstom barem u jednom dijelu područja uzgoja (slika 3.).

	Kultura	Latinski naziv	10⁶ ha	Dokaz križanja
1.	Pšenica	<i>Triticum aestivum</i> <i>T. turgidum</i>	228	+ +
2.	Riža	<i>Oryza sativa</i> <i>O. glaberrima</i>	150	+ +
3.	Kukuruz	<i>Zea mays mays</i>	144	+
4.	Soja	<i>Glycine max</i>	67	+
5.	Ječam	<i>Hordeum vulgare</i>	65	m
6.	Pamuk	<i>Gossypium hirsutum</i> <i>G. barbadense</i>	51	+ +
7.	Sirak	<i>Sorghum bicolor</i>	45	+
8.	Proso	<i>Eleusine coracana</i> <i>Pennisetum glaucum</i>	38	m +
9.	Grah	<i>Phaseolus vulgaris</i>	29	+
10.	Uljana repica	<i>Brassica napus</i> <i>B. rapa</i>	24	+ +
11.	Kikiriki	<i>Arachis hypogaea</i>	23	-
12.	Suncokret	<i>Helianthus annuus</i>	20	+
13.	Šećerna trska	<i>Saccharum officinarum</i>	20	+

Slika 3. Spontano križanje između najvažnijih poljoprivrednih kultura i njihovih divljih srodnika (slovo m u tablici znači da nema genetičkih nego samo morfoloških dokaza za postojanje križanaca).

Naravno, vjerojatnost križanja s nekim srodnikom izravno ovisi o zemljopisnoj lokaciji na kojoj se određena sorta uzgaja. Na primjer, unatoč tome što se uzgaja gotovo svugdje u svijetu, kukuruz se može križati jedino s teozintom koja raste isključivo u jednom dijelu Srednje Amerike. S druge strane, divlji srodnici pšenice rastu u gotovo svim područjima uzgoja.

Posljedice prijenosa novih gena iz poljoprivrednih kultura u divlje vrste ovisit će o svojstvima koja određuju ti geni, te o biologiji i ekologije pojedine divlje vrste. Neka svojstva, koja se nastoje postići u poljoprivrednih kultura stotinama godina (npr. otpornost na bolesti i nametnike, te snošljivost različitih abiotičkih činitelja), mogu povećati prilagodbene sposobnosti divljih vrsta. Zbog toga bi u okviru procjene rizika trebalo istražiti dobivaju li križanci novim genima (svojstvima) prednosti koje bi im omogućile povećanje brojnosti u prirodnom okolišu.

Tijekom istraživanja moraju se proizvesti križanci između kultivirane sorte i divljeg srodnika (ako se križanje između određene kulture i divljeg srodnika u prirodi događa izrazito rijetko, takvi se križanci proizvedu u laboratoriju), te se križanci uzgajaju na pokusnim plohama u okolišu. To su višegodišnja istraživanja tijekom kojih se mora pratiti brojnost svake generacije. U dobro osmišljenim istraživanjima proizvedeni križanci se križaju s divljim roditeljem, a potomci takvih križanja se ponovo križaju s divljim roditeljem i tako nekoliko puta. Utvrđeno je, naime, u brojnim primjerima da prva generacija križanaca preživljava relativno loše (vjerojatno zbog «kultiviranih» gena koji su razlog slabog preživljavanja poljoprivrednih kultura u prirodnom okolišu), ali nakon eliminacije većine gena dobivenih od kultiviranih roditelja, prilagodbene sposobnosti takvih potomaka počinju poprimiti razinu divljih srodnika. U idealnom slučaju treba postići potomke koji sadrže gotovo čitav genom divljeg srodnika i samo nekoliko gena kultiviranog roditelja – gene koji su promijenjeni genetičkim inženjerstvom. U suprotnom, nema razlike u ponašanju između križanaca konvencionalnih sorti i divljih srodnika, te križanaca divljih srodnika i sorti oplemenjenih genetičkim inženjerstvom.

U svrhu postizanja što realnijih rezultata, takva bi istraživanja trebalo provoditi upravo na staništima divljih srodnika. U tom slučaju postoji veliki rizik da biljke uključene u istraživanje naprosto «pobjegnu» u prirodu.

Zaključak

Trenutno polovica čovječanstva uzgaja kulture oplemenjene genetičkim inženjerstvom. U tim zemljama postoji vrlo slična zakonska regulativa koja propisuje analize koje treba provesti sa svakom pojedinom sortom, kako bi se procijenila zdravstvena ispravnost i ekološka prihvatljivost svake sorte. Za razliku od zdravstvene ispravnosti koja ima univerzalni značaj, procjenu ekološke prihvatljivosti treba provoditi lokalno za svaku pojedinu kulturu zasebno, uzimajući u obzir lokalitet na kojem se određena kultura želi uzgajati.