

# GENETIČKI MODIFICIRANI ORGANIZMI U BOSNI I HERCEGOVINI

# **GENETIČKI MODIFICIRANI ORGANIZMI U BOSNI I HERCEGOVINI**

Mostar, 2022. godine



## Izdavač

Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

## Za finansijere

**Dr. Zoran Tegeltija**, predsjedavajući Vijeća  
ministara Bosne i Hercegovine

**Dr. Boris Pašalić**, ministar poljoprivrede, šumarstva i  
vodoprivrede u Vladi Republike Srpske

**Mr. sc. Šemsudin Dedić**, ministar poljoprivrede,  
vodoprivrede i šumarstva u Vladi Federacije BiH

## Glavni i odgovorni urednik

**Dr. sc. Džemil Hajrić**, direktor Agencije  
za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

## Tiraž

**9.000 primjeraka**

(6.000 bosanski/hrvatski - latinica; 3.000 srpski - cirilica)

## Priprema za štampu i dizajn

**Nikola Savić**

## Lektori:

**Aleksandra Aginčić** - za srpski jezik

**Tamara Čapelj** - za hrvatski jezik

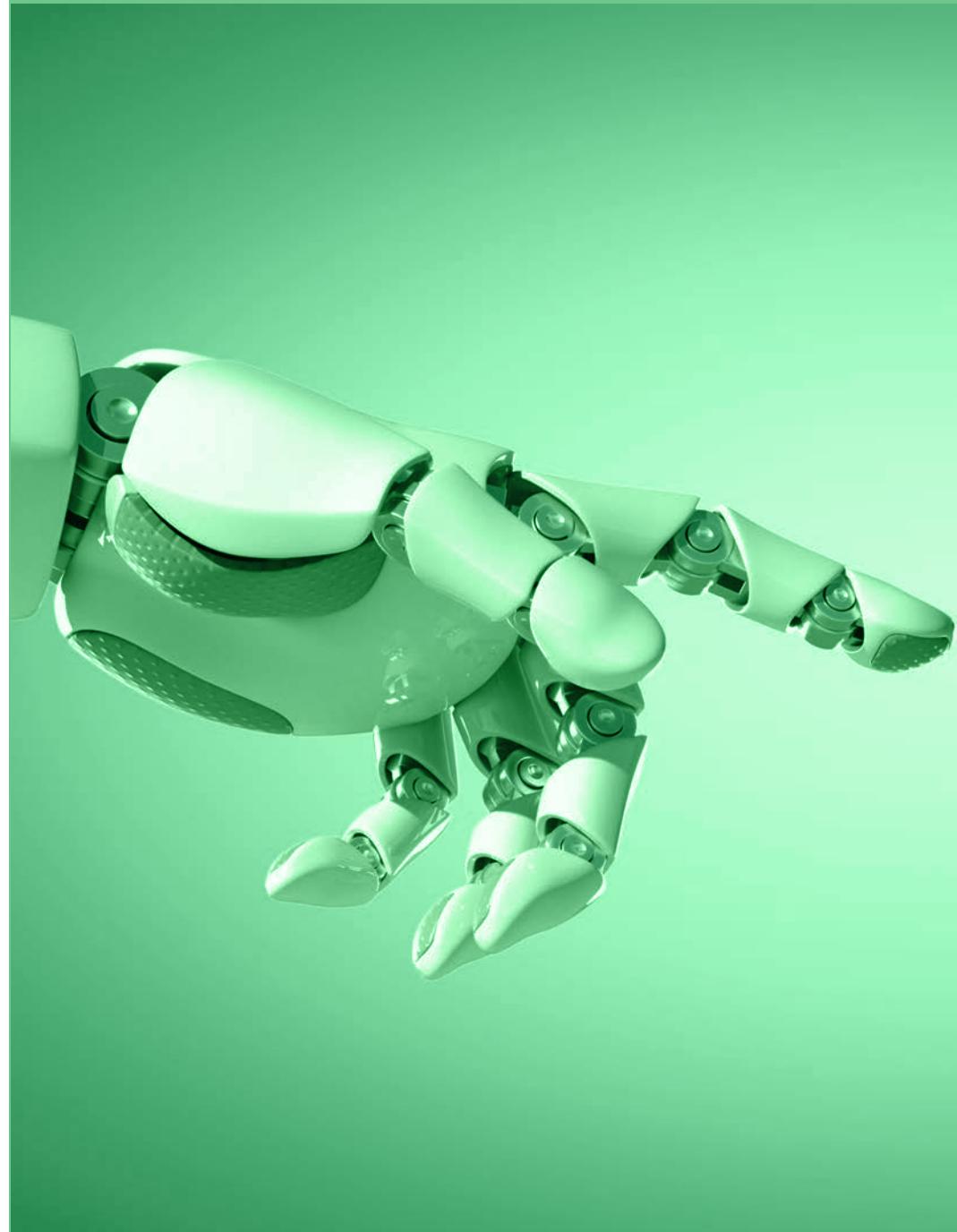
**Lejla Nuhodžić** - za bosanski jezik

## Štampa:

\*\*\*

## Citiranje:

Mataruga, M., Čaklovica, F., Pržulj, N., Petrović, D., Mačkić, S., Ivanković, S., Gašić, F., Durmić-Pašić, A., Čolaković, A. (2022): Genetički modifikovani organizmi u Bosni i Hercegovini, Agencija za sigurnost hrane, p:56.





## Autori - Članovi Vijeća za GMO

**Dr. Milan Mataruga**, redovni profesor

na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci

**Dr. Faruk Čaklovica**, profesor emeritus na Veterinarskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu

**Dr. Novo Pržulj**, redovni član Akademije nauka i umjetnosti Republike Srpske, redovni profesor na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci

**Dr. Danijela Petrović**, vanredna profesorica na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru

**Dr. Sejad Mačkić**, vanredni profesor na Farmaceutsko-zdravstvenom fakultetu Univerziteta u Travniku

**Dr. Stanko Ivanković**, redovni profesor na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru

**Dr. Fuad Gaši**, redovni profesor na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu

## Autori – nisu članovi Vijeća za GMO

**Dr. Adaleta Durmić-Pašić**, naučna savjetnica u Institutu za genetički inženjering i biotehnologiju Univerziteta u Sarajevu

**Dr. vet. med. Armin Čolaković** iz Agencije za sigurnost hrane BiH

## Recenzenti

**Dr. Vojislav Trkulja**, redovni profesor na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, naučni savjetnik na Institutu za poljoprivredu

**Dr. Dalibor Ballian**, redovni profesor na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu

**Dr. Stojko Vidović**, redovni profesor na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci

**Dr Ivan Ostojić**, redovni profesor na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru

## UMJESTO PREDGOVORA

**1** ŠTA JE GMO?

**2** HISTORIJAT POSTANKA I RAZVOJ GMO-A

**3** DA LI SU GENETIČKI INŽENJERING I GMO ISTO?

**4** KONVENCIONALNO OPLEMENJIVANJE NASPRAM GMO-A

**5** ZA I PROTIV (PROS AND CONS) GMO-A

**6** POZITIVNI I NEGATIVNI PRIMJERI

**7** GMO U BROJKAMA

**8** PROCJENA RIZIKA GMO-A PO ZDRAVLJE LJUDI, ŽIVOTINJA I OKOLIŠ

**9** GMO U SOCIOLoШKIM, REЛIGIOZnim, FILOZOФSKIM I POLITIЧKIM RASПRAVAMA

**10** OZNAČAVANJE (DEKLARIRANJE) I PROMET GMO-A KOD NAS I U SVIJETU

**11** DA LI KOD NAS (U BIH) POSTOJI GMO?

**12** DA LI JE BIH DEFINIRALA ZAKONSKE I PODZAKONSKE PROPISE U VEZI S GMO-OM?

**13** KO JE NADLEŽAN ZA PRAĆENJE I KONTROLU GMO-A U BIH?

**14** GMO KOD MIKROORGANIZAMA, ŽIVOTINJA I LJUDI

**15** VAŽNOST PODIZANJA SVIJESTI I ZNANJA O GMO-U

**16** PRAVA POTROŠAČA U BIH I USKLAĐENOST S EVROPSKIM PROPISIMA

**17** GMO - BUDUĆNOST ILI ZABLUDA?

7  
9  
11  
15  
19  
21  
23  
27  
31  
33  
35  
37  
39  
42  
44  
48  
51  
53



# UMJESTO PREDGOVORA

Rasprostranjenost genetički modificiranih organizama (GMO) nastavlja da raste, kao i interes javnosti o sigurnosti ovih proizvoda. S porastom upotrebe ovih organizama raste i zabrinutost koja se uglavnom fokusira na zdravlje potrošača i negativan uticaj na okoliš. Zato su širom svijeta podijeljeni stavovi u pogledu upotrebe genetički modificiranih organizama od onih koji su apriori protiv, do onih koji smatraju da su u pitanju kvalitetne nove tehnologije koje će riješiti mnoge probleme čovječanstva.

Da bi se odgovorilo na ovu zabrinutost, sve više je naučnih, istraživačkih i stručnih studija u kojima su upoređivani efekti tradicionalne hrane s genetički modificiranom hranom. Iako se stalno vodi bitka o tome kome i u šta vjerovati u vezi s ovom temom, brojne međunarodne organizacije, uključujući Svjetsku zdravstvenu organizaciju i Američko medicinsko udruženje, zaključili su da je genetički modificirana hrana sigurna za potrošače. To zahtijeva dodatna obrazloženja i komentiranje te javne rasprave među naučnom zajednicom, donosiocima odluka i širom javnosti.

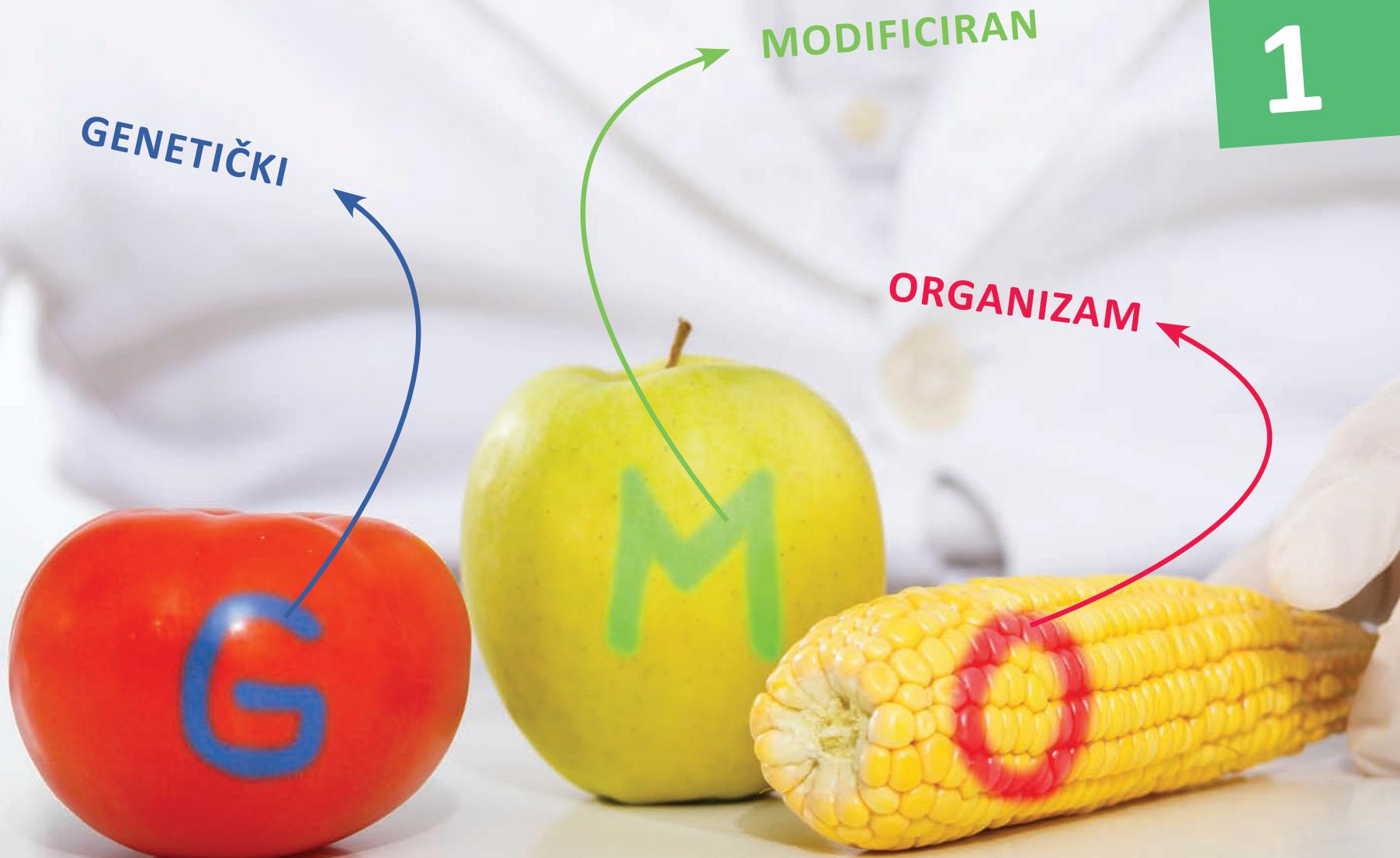
Ovom publikacijom autori (članovi Vijeća za GMO koje je imenovalo Vijeće ministara BiH) nemaju namjeru zastupati bilo čije stavove. Cilj ovog teksta nije u afirmaciji ili osporavanju genetičkog inženjerstva (uključujući i GMO) nego u realnom upoznavanju čitaoca s dostignućima i mogućnostima ove tehnologije. Ovo je pokušaj da se predstave sve dobre i loše strane kroz jačanje svijesti,

razvoj kapaciteta i institucija u Bosni i Hercegovini. Cilj je informirati stanovništvo o najnovijim saznanjima i praksama kako u svijetu tako i kod nas. Opšta znanja, uključujući i ovo o GMO-u, važan su pokretač razvoja našeg društva.

Publikacija je nastala uz značajnu podršku brojnih eksperata u oblasti biljne, životinjske i humane genetike koji danas rade u Bosni i Hercegovini. Ovom prilikom posebno želimo zahvaliti profesorima Rifetu Terziću i Kasimu Bajroviću, koji su zajedno s recenzentima u svom dosadašnjem radu dali značajan doprinos objektivnim sagledavanjima i saznanjima o GM proizvodima, te svojim sugestijama i prijedlozima unaprijedili kvalitet teksta ove publikacije.

Mostar, juna 2022. godine

Autori



# ŠTA JE GMO?

Nasljednu osnovu svakog živog bića (bez obzira na to da li se radi o biljci, čovjeku, bakteriji i sl.), čine geni. Geni su, pojednostavljeno rečeno, molekule (dijelovi) dezoksiribonukleinske kiseline (DNK) koji upravljaju - kodiraju - sintezu proteina. Proteini su odgovorni za odvijanje i nadziranje svih životnih procesa. Nasljedna supstanca (DNK) prenosi se "vertikalno", tj. iz generacije u generaciju, spajanjem dvije ćelije (materinske i očinske) iste vrste. Zato je svaki novi organizam nastao seksualnom reprodukcijom jedinstven i drugačiji od svojih roditelja (predstavlja kombinaciju gena majke i oca). Tokom tog prijenosa, kao i razvoja samog organizma, promjene DNK su moguće i ponekad se te promjene (mutacije) prenose na potomstvo. Ove mutacije mogu stvoriti sekvence koje nikada ranije nisu postojale u toj vrsti te ih karakteriziramo kao evolutivno poželjne ili nepoželjne (gdje do punog izražaja dolazi prirodna selekcija).

Skraćenica GMO podrazumijeva genetički modificiran organizam (engl. *Genetically modified organism*) i predstavlja bilo koji organizam čiji je



genetički materijal (DNK) izmijenjen korištenjem tehnika genetičkog inženjerstva. Na ovaj način stvaraju se kombinacije biljnih, životinjskih, bakterijskih i virusnih gena koje se ne javljuju tradicionalnim metodama oplemenjivanja. Precizna definicija genetičkog inženjerstva varira među državama i institucijama, mada se najčešće misli na namjernu promjenu organizma (strukture DNK) na način koji se ne događa razmnožavanjem i/ili spontanom rekombinacijom u prirodi (Organizacija za hranu i poljoprivredu - FAO; Svjetska zdravstvena organizacija - WHO; i Evropska komisija - EC)<sup>2</sup>. Dakle, GMO u svom genetičkom materijalu nosi stabilno ugrađene strane dijelove DNK (gene), koji su trajno prisutni i prenose se na potomstvo prema opštim zaključcima nasljeđivanja. Ova tehnologija u svakodnevnom govoru se naziva još i „genska tehnologija“, „rekombinantna DNK tehnologija“ ili „genetički inženjering“. Danas su dostupne brojne tehnike za insertovanje izoliranog gena u genom domaćina, a nedavni napredak (posebno ističući CRISPR tehniku) učinio je stvaranje GMO-a veoma jednostavnom.

Organizam dobiven genetičkim inženjeringom (GEO – engl. *Genetically engineered organism*) može se koristiti kao precizniji termin u poređenju s GMO kada se opisuju novonastali organizmi kojima se direktno manipulira biotehnologijom. Protokol iz Kartagene o biološkoj sigurnosti iz 2002<sup>2</sup>. godine koristio je sinonim živi modificirani organizam (LMO engl. *Living modified organism*) i definirao ga kao „bilo koji živi organizam koji posjeduje novu kombinaciju genetskog materijala dobivenog korištenjem savremene biotehnologije“.

Moderno genetičko inženjerstvo upravo podrazumijeva prenošenje određenog ili više gena unutar same vrste, između vrsta, čak i između različitih carstava (biljke, životinja, gljive, bakterije, virusi i sl.). Moguće je modificirati (izmijeniti) ili „ugasiti“ pojedinačni gen, te unijeti sintetski, dobiven tehnologijom rekombinantne DNK (molekula DNK nastala kombinacijom dvije molekule). Na taj način se ireverzibilno mijenja genetički kôd koji opisuje karakteristike pojedinog organizma. Drugim riječima, biotehnološkim procesima danas je moguća ‐horizontalna‐ izmjena nasljedne supstance - gena - između nesrodnih vrsta, čime zapravo nastaje novi organizam, s novim svojstvima zapisanim u nasljednoj osnovi, koja unutar te vrste nikad prije nisu postojala. Genetičkim inženjerstvom moguća je ugradnja nasljednog materijala u organizam u kojem on prirodno ne postoji, ali će sada tu zauvijek ostati i prenositi se na sljedeće generacije.

Složenost i različitost u definiranju pojma GMO dokazuje činjenica da je Evropski sud pravde 25. 7. 2018. donio presudu u kojoj mijenja svoju definiciju GMO-a kako bi uključio „organizme dobivene mutagenezom“. Nasuprot tome, Ministarstvo poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država (USDA, engl. *The United States Department of Agriculture*) presudilo je da se organizmi sa

izmijenjenim genomom ne smatraju GMO-om. Malo je tema koje su tako snažno podijelile javnost kao ova. Dok naučna zajednica u većini podržava genetički inženjering u pravcu stvaranja GMO-a, stav javnosti uglavnom karakterizira snažan otpor opisujući ove aktivnosti kao ‐igranje Boga‐ ili ‐igranja s prirodnim procesima‐. Takav odnos može ‐kočiti‐ primjenu genetičkog inženjerstva i u slučajevima kada on može biti od neprocjenjive koristi (proizvodnja insulina; vakcina protiv hepatitisa B i sl.) ili u slučajevima značajno brže dobivenih rezultata nego kod tradicionalnog oplemenjivanja. Isključivost u stavovima nije dobra kada se razgovara o bilo kojoj temi, pa ni u slučaju genetički modificiranih organizama.

---

<sup>1</sup> FAO, 2019: ‐Section 2: Description and Definitions‐. [www.fao.org](http://www.fao.org). Retrieved 3 January 2019.  
 WHO, 2019: ‐Frequently asked questions on genetically modified foods‐. Retrieved 3 January 2019.  
 EU Legislation, 2019: ‐The EU Legislation on GMOs - An Overview‐. EU Science Hub - European Commission. 29 June 2010. Retrieved 3 January 2019  
<sup>2</sup> COUNCIL DECISION of 25 June 2002 concerning the conclusion, on behalf of the European Community, of the Cartagena Protocol on Biosafety (2002/628/EC)

# HISTORIJAT POSTANKA I RAZVOJ GMO-A

Sedamdesetih godina 20. stoljeća postala je dostupna revolucionarna tehnika koja omogućava ciljanu izmjenu u nasljednoj osnovi određene vrste. Tehnika je poznata kao rekombinantna DNK ili genetičko inženjerstvo, a omogućava direktnu manipulaciju nasljednim materijalom određene vrste putem ugradnje novih DNK sekvenci bez obzira na njihovo porijeklo.

Prvi uspješan pokus vezan za rekombinantnu DNK proveo je naučnik Herbert W. Boyer i Stanley N. Cohen, koji su 1973. godine unijeli genetičku informaciju za otpornost na antibiotik iz grupe tetraciklina u bakteriju koja je bila prethodno osjetljiva na ovaj antibiotik i na taj način stvorili prvi transgeni mikroorganizam.

Prvi veliki uspjeh genetičkog inženjerstva vezuje se za proizvodnju humanog insulina, u transgenoj *Escherichia coli* u koju je ugrađen gen za ljudski insulin. Naime, kompanija Genentech je 1982. godine u partnerstvu sa Eli Lilly & Co. na tržište plasirala humani insulin "Humulin®" kao prvi komercijalizirani produkt genetičkog inženjerstva. Transgena *E. coli* proizvodi humani protein u kontroliranim uslovima, prečišćavanje hormona je pojednostavljeno, a moguće je proizvesti praktično neograničene količine hormona. Dva su razloga da je ova primjena genetičkog inženjerstva vrlo dobro i lako prihvaćena: humulin je riješio veliku farmakoterapijsku krizu a transgena *E. coli* insulin proizvodi u kontroliranim uslovima u zatvorenom sistemu. U pogledu biljnih kultura, duhan (*Nicotiana*

sp.) predstavlja prvu biljku kod koje je izvršena modifikacija 1983. godine kroz introdukciju gena za otpornosti na antibiotik kanamicin.

Iako su produkti genetičkog inženjerstva u prehrabreni lanac ušli u formi rekombinantnog himozina (enzim koji se koristi u mlijekoindustriji za zgrušavanje mlijeka) još 1990. godine, širu pažnju javnosti privukli su tek nekoliko godina kasnije, komercijalizacijom prvi genetički modificiranih biljaka namijenjenih ishrani ljudi i životinja.

Prva genetički modificirana biljka odobrena za komercijalizaciju u Sjedinjenim Američkim Državama 1994. godine bio je FlavrSavr™ paradajz s produženim rokom trajanja zrelog ploda. U ćelije sorte paradajza ugrađen je gen koji kodira enzim poligalakturonaza (PG), ali obrnute orientacije. Ovaj enzim uključen je u procese mekšanja ploda tokom posljednje faze zrenja. Ispoljavanje gena obrnute orientacije sprečava ispoljavanje prirodno prisutnog gena paradajza koji kodira PG. Ova tehnika naziva se *antisense RNK*.

Uprkos očekivanjima, komercijalni uspjeh ove modifikacije je izostao, a vlasnik patenta kompanija Calgene suočila se s finansijskim kolapsom. Od 1997. godine kompanija i prava na patent u vlasništvu su kompanije Monsanto.

Iako se već odavno ne uzgaja, FlavrSavr™ je ostao zapamćen kao prva GM biljka s dozvolom za upotrebu u ishrani i na neki način postao

simbol savremene biotehnologije zasnovane na rekombinantnoj DNK tehnologiji. Osobina ciljana ovom modifikacijom prevenstveno je bila usmjerena ka prerađivačkoj industriji koja nije odgovorila na očekivani način. Plašeći se reakcije potrošača i gubitka tržišta, prerađivači paradajza nisu rado prihvatili FlavrSavr™. Biotehnološke kompanije su se potom okrenule primarnim proizvođačima kao narednoj ciljnoj grupi, a rezultat su GM industrijske biljke, primarno soja, kukuruz, uljana repica i pamuk, s ugrađenom tolerancijom na određene herbicide i/ili rezistencijom na insekte.

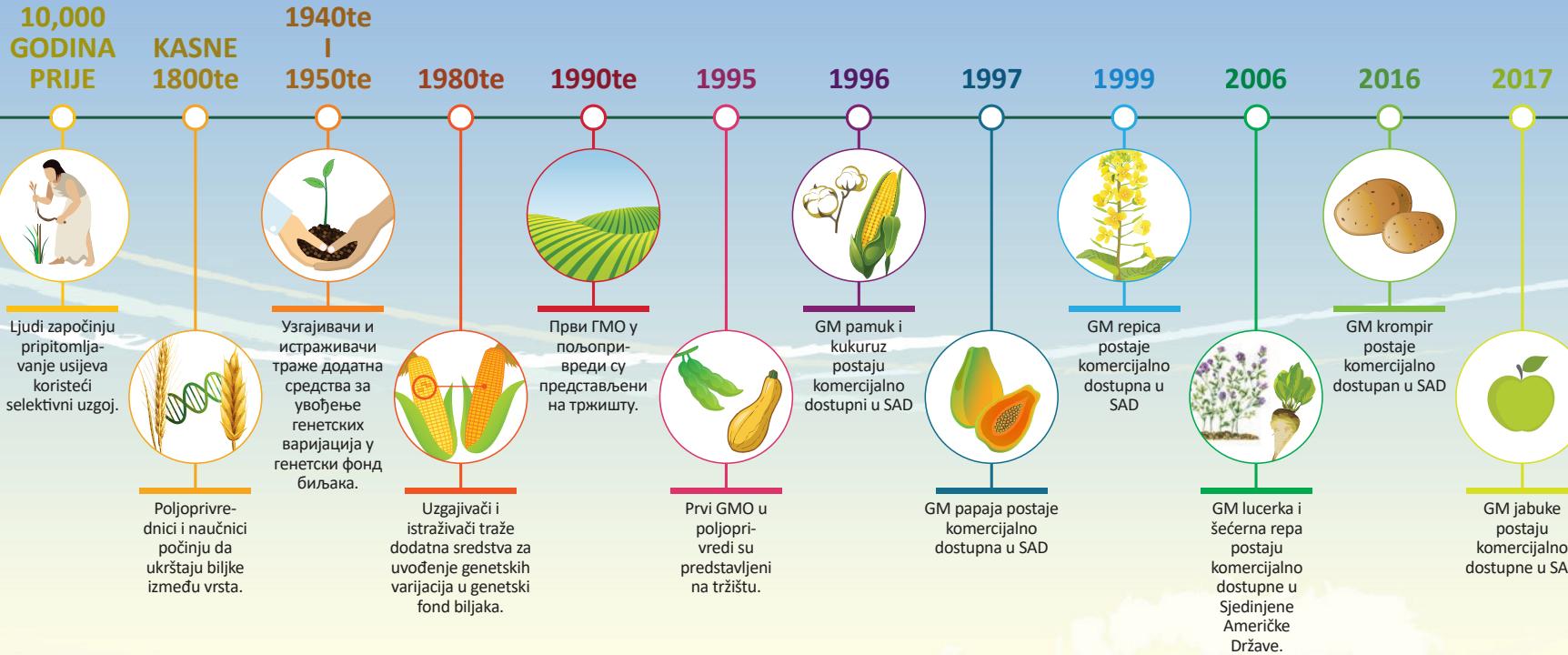
Ova promjena orientacije učinila je transgene usjeve najbrže usvojenom tehnologijom u historiji poljoprivrede. Od 1996. godine, kada se počinju komercijalno uzgajati, površine pod transgenim usjevima se kontinuirano uvećavaju s dvocifrenim stopama porasta godišnje za većinu godina. Prema izvještaju Međunarodne službe za usvajanje biotehnoloških aplikacija u poljoprivredi - ISAAA (engl. *International Service for Acquisition of Agri-biotech Applications*), za 2019. godinu, u 24. godini komercijalizacije, uzgoj transgenih usjeva širom svijeta prevazišao je 190 miliona hektara, što je 0,7% manje u odnosu na prethodnu godinu. Ove površine se nalaze u 29 zemalja, koje naseljava oko 60% svjetske populacije (oko četiri milijarde ljudi). Najveći svjetski proizvođači transgenih usjeva su SAD, Kanada, Argentina, Brazil i Indija s ukupno 91% svjetske proizvodnje GM biljaka. U svim zemljama, osim Kine, stopa zastupljenosti GM usjeva za dominantne biljne vrste (kukuruz, soja,

uljana repica, lucerka i pamuk) dosegla je zasićenje (90–100%) i daljnja ekspanzija se može očekivati samo u slučaju uvođenja novih GM biljaka ili novih osobina. Zanimljivo je da se od 2011. godine uvećanje površine pod GM usjevima uglavnom odnosi na zemlje u razvoju tako da se u 2019. preko 56% površina pod GM usjevima nalazi u zemljama u razvoju. Soja je i dalje najzastupljenija GM biljka tako da u 2019. oko 48% površina pod GM usjevima otpada na soju. Drugi po zastupljenosti među GM usjevima je kukuruz (32% površina pod GM usjevima).

Evropska unija je, u pogledu uzgoja GM kultura, izrazito konzervativna. Jedina GM biljka s dozvolom za uzgoj u EU je MON 810 kukuruz i u 2019. se uzgajao samo u Španiji i Portugalu.

Dominantni GM usjevi su soja, kukuruz, pamuk, uljana repica, šećerna repa, lucerka i papaja, a transgene osobine tolerancija na herbicide i rezistencija na insekte. Od 2013. godine skoro trećina transgenih usjeva otpada na tzv. grupe osobina (*stacked traits*), tj. usjeva koji sadrže ne samo jednu već više modificiranih osobina, a u 2019. taj udio je porastao do 45%. U 2019. godini znatno su uvećane površine pod drugim GM usjevima kao što su: lucerka, šećerna repa, šećerna trska, papaja, patlidžan, krompir, bodalj (safflower), a na jabuku, ananas i tikvu otpada blizu 1000 ha širom svijeta.

Sve više na značaju dobivaju kulture s novim osobinama kao što su modificirani i poboljšani sastav nutrijenata. U 2019. godini FDA je



odobrio upotrebu pamuka sa izuzetno niskim sadržajem gosipola (TAM66274) za upotrebu u ishrani ljudi i životinja.

Uzgoj zlatne riže odobren je 2021. na Filipinima, a u SAD-u, Novom Zelandu, Australiji i Kanadi odobrena je za ishranu ljudi i životinja. Zlatna riža sadrži transgene porijeklom iz biljaka i bakterija čiji produkti omogućavaju konverziju prekursora  $\beta$ -karotena iz zrna u funkcionalni vitamin A i njen razvoj je u potpunosti motiviran potrebama potencijalnih potrošača. Naime, u jugoistočnoj Aziji veliki je problem deficitaran unos vitamina A u organizam, zbog čega milioni djece pate od kseroftalmije, a mnogi i oslijewe.

Krajem 2019. godine Nigerija je odobrila uzgoj GM autohtone sorte graha (*Vigna unguiculata*) i njegovu upotrebu u ishrani ljudi i životinja. Modifikacija SAMPEA 20-T jedinstvenog koda AAT709A je rezistentna na štetne insekte iz reda Lepidoptera i prvi je biotehnološki produkt rada istraživača iz Afrike. I neke druge afričke zemlje (Gana, Niger, Kenija, Mozambik) pripremaju se za prelazak s kontroliranog uzgoja na fazu uzgoja na otvorenom za GM kukuruz tolerantan na sušu, SAMPEA 20-T i GM kasavu.

Pregledom međunarodnih baza podataka o GM usjevima može se uočiti da su zeljaste vrste daleko češći objekat genetičkog inženjerstva u odnosu na drvenaste vrste. Uz GM papaju, rezistentnu na virus prstenaste pjegavosti



papaje (*Papaya ringspot virus* – PRSV), u bazi se može još pronaći GM šljiva rezistentna na virus šarke šljive (*Plum pox virus* – PPV), kao i nedavno deregulirana jabuka čije meso ploda ne podliježe enzimatskom posmeđenju (Arctic® Apple).



# DA LI SU GENETIČKI INŽENJERING I GMO ISTO?

Genetički inženjering (tehnologija rekombinantne DNK) obuhvata metode vještačkog obrazovanja novih kombinacija nasljednog materijala što u osnovi predstavlja mnogo širi pojam od samog stvaranja genetički modificiranog organizma. Metode moderne molekularne biologije, naročito genetičkog inženjerstva, otvorile su nove mogućnosti u mnogim industrijama. Primjena genetičkog inženjerstva vrlo je raznolika i u današnje vrijeme opšteprihvaćena – u biotehnologiji, biohemiskom inženjerstvu, medicini, poljoprivredi i u fundamentalnim i primijenjenim naučnim istraživanjima. Genetičko inženjerstvo omogućava dijagnosticiranje nasljednih bolesti, proizvodnju proteinskih hormona za liječenje ljudi, proizvodnju proteina za ishranu stoke (tzv. jednoćelijski proteini), proizvodnju novih antibiotika, vakcina i lijekova, izradu mape ljudskog genoma, upoznavanje složene strukture gena, istraživanje virusa koji inficiraju ćelije sisara, proizvodnju gajenih biljaka otpornih na bolesti i nepovoljne abiotičke uslove, ugrađivanje stranog gena u neki embrion ili zamjenu nekog gena u embrionu, stvaranje bakterija koje proizvode biorazgradivu plastiku, stvaranje bakterija koje razlažu



plastiku itd. U industriji se primjenjuju genetički modificirane bakterije koje razgrađuju toksični otpad, genetički modificirani kvasci koji koriste celulozu za proizvodnju glukoze i alkohola za gorivo, u uzgoju algi u marikulturi.

Genetičko inženjerstvo pokazalo je svoj izuzetan značaj i efikasnost u medicini i farmaciji zbog čega je u tim oblastima i opšteprihvaćeno. Tako genetički modificirani organizmi (npr. bakterija *Escherichia coli*), kojima su ugrađeni ljudski geni, proizvode humane proteine neophodne za liječenje teških bolesti – insulin (za liječenje dijabetesa), interferon (protiv virusnih oboljenja), faktori koagulacije (za liječenje hemofilije), hormone rasta ili različite vakcine, npr. protiv hepatitis B.

Editovanje genoma ili editovanje gena je ustvari metod genetičkog inženjerstva gdje se vrši insertovanje, uklanjanje, modificiranje ili zamjena gena u genomu organizama. Suprotno tehnicu klasičnog genetičkog inženjerstva kod kojeg se nasumično (random) insertuje genetički materijal u genom domaćina, kod editovanja genoma promjene se rade tačno na određenom mjestu. Emanuel Šarpentije i Dženifer Dudna su dobitnice Nobelove nagrade za hemiju u 2020., za otkriće metode poznate pod oznakom CRISPR-CAS9, koja omogućava mijenjanje genskog zapisa živih bića po volji. Metoda se zasniva na posebnim enzimima koji precizno presijecaju lančanu strukturu molekula DNK na određenim, odabranim mjestima, uz mogućnost da se tu umetne odabrana genska sekvenca.

Sposobnost da se po volji mijenja nasljedna osnova organizama revolucionarno definira čovjekove mogućnosti na polju biotehnologije, ali i u mnogim drugim oblastima. Te su mogućnosti, međutim, skopčane sa ozbiljnim etičkim pitanjima i sljedstvenom društvenom debatom koja uveliko traje širom svijeta, zbog čega

su ova istraživanja trenutno zabranjena. GMO je tema koja je značajno podijelila stavove upravo između naučne zajednice i društva. Veliki broj naučnika i istraživača (posebno onih koji se bave bioinženjerstvom) danas nas žele uvjeriti u bezopasnost tehnologije i sigurnost hrane proizvedene genetičkim inženjeringom, dok javnost i oni koji primjenjuju u praksi traže više informacija i kontrola, jednom riječju opreza. Nepovjerenje prema genetičkom inženjerstvu sveprisutno je u Evropi kada je riječ o proizvodnji GMO i GM hrane. U poljoprivredi se genetičko inženjerstvo upotrebljava za proizvodnju biljaka otpornih na herbicide, sušu, nisku i visoku temperaturu, zaslanjena zemljišta, nepovoljne uslove skladištenja i transporta i za proizvodnju biljaka bolje prehrambene vrijednosti. Trenutno su na tržištu dostupne različite vrste genetički modificiranih gajenih biljaka kao što su: soja, kukuruz, riža, paradajz, krompir, duhan, pamuk, dinja, papaja i dr.



4



# KONVENCIONALNO OPLEMENJIVANJE NASPRAM GMO-A

Najveći dio hrane koju danas jedemo vodi porijeklo od biljaka i životinja koje su stvorene klasičnim oplemenjivanjem. Ukrštanjem genotipa koji ima veliki broj sitnijih zrna s genotipom koji ima manji broj krupnih zrna u potomstvu se mogu klasičnim oplemenjivanjem izdvojiti genotipovi s kombinacijom obje pozitivne osobine – veliki broj krupnih zrna. Međutim, klasično oplemenjivanje je dugotrajan proces i uglavnom ne dozvoljava horizontalno prenošenje gena između vrsta koje pripadaju različitim taksonomskim kategorijama. Metode genetičkih modifikacija gajenih biljaka – genetičko inženjerstvo i editovanje genoma omogućavaju genetičke promjene kod neke vrste, koje se u prirodi ne mogu normalno desiti niti izvesti klasičnim oplemenjivanjem, kao što je npr. unošenje gena iz bakterije u gajene biljke.

Genetičko inženjerstvo je proces koji obuhvata: (a) Definiranje osobine koja nedostaje gajenoj biljci (npr. otpornost na insekte, herbicide, sušu), te pronalazak organizma (biljka, životinja, mikroorganizam) koji posjeduje definiranu osobinu, odnosno gen/e za tu osobinu. Npr. oplemenjivači žele stvoriti hibrid kukuruza rezistentan na insekte, gen rezistentnosti su pronašli u zemljишnoj bakteriji *Bacillus thuringiensis* (Bt), koja proizvodi prirodni insekticid, koji se inače koristi u tradicionalnoj i organskoj proizvodnji. (b) Nakon ekstrakcije i izolacije DNK iz bakterije vrši se kloniranje i dizajniranje Bt gena koji obezbeđuje rezistentnost kukuruza prema insektima.

(c) Korištenjem određenih alata Bt gen se insertuje u DNK kukuruza. Svi ostali geni biljke domaćina – kukuruza ostaju nepromijenjeni. To znači da se GM biljka kukuruza razlikuje samo u ovom genu u odnosu na normalnu biljku, iako uticaj insertovanog gena na gene biljke domaćina nije isključen. (d) Biljka s insertovanim Bt genom gaji se u laboratoriji radi provjere da li je biljka gen usvojila. Ako je biljka gen usvojila novi – Bt genotip kukuruza, testira se prvo u stakleniku, a zatim u poljskim ogledima. GM biljke prolaze rigorozno testiranje i sgurnosne testove prije komercijalne proizvodnje.

Genetičko inženjerstvo kod biljaka ima posebno intenzivan razvoj, a osim primjene u poljoprivredi ima mogućnosti razvoja novih tehnologija i finalnih proizvoda u prehrambenoj, hemijskoj i farmaceutskoj industriji. U suštini, primjena genetičkog inženjerstva u poljoprivredi ima isti cilj kao konvencionalno oplemenjivanje – stvaranje genotipova gajenih biljaka s određenim, poboljšanim osobinama. Kod konvencionalnog oplemenjivanja seksualnim putem ne prenose se samo poželjni geni, nego kompletan genom jednog roditelja, i s nepoželjnim genima. Metodama molekularne tehnologije vrši se transfer jednog ili više poželjnih gena iz bilo koje evolucione kategorije. Genetičke transformacije moguće je izvršiti direktnim unošenjem strukturalnih gena ili posredstvom vektora. Transformacije pomoću vektora ostvaruju se na nekoliko načina: pomoću *Agrobacterium* plazmida, DNK biljnih virusa, DNK biljnih organela, polena i polenovih cjevčica. Direktno unošenje



struktturnih gena vrši se stimulacijom endocitaze, hemijskim putem, elektroporacijom, genetičkim pištoljem i mikroinjektiranjem.

GM biljke druge generacije imaju povećanu otpornost na uzročnike bolesti i štetočine i otpornost na herbicide, tolerantnost na faktore vanjske sredine, produženo trajanje na tržištu, sposobnost čišćenja okoliša i razvoj alternativnih resursa za industriju. Od GM biljaka treće generacije očekuje se: otpornost na sušu, tolerantnost na zaslanjena zemljišta, tolerantnost na metale u zemljištu, poboljšano

usvajanje azota i fosfora, proizvodnja lijekova i vakcina za njihovu primjenu u medicini.

I na kraju, umjesto zaključka kod ovog naslova, navest ćemo riječi profesora Huuba J. Spiertzia s Wageningen univerziteta "... svaka tehnologija može biti upotrijebljena na koristan i štetan način, zbog čega ne treba kritički ocjenjivati tehnologiju, nego kako i u koje svrhe se ona koristi..."



# ZA I PROTIV (PROS AND CONS) GMO-A



Pobornici primjene GMO-a navode njihove mnogobrojne prednosti za dobrobit čovječanstva. Navode veliki potencijal u borbi protiv gladi i mogućnosti proizvodnje dovoljnih količina hrane u svijetu za stalno rastuću humanu populaciju. Argumenti za ove tvrdnje pronalaze u tome da je genetski potencijal za prinose najvažnijih uzgajanih biljnih kultura već dobrano dostignut u konvencionalnoj selekciji, a površina najplodnijeg zemljišta se stalno smanjuje iz više razloga. Prednosti GM tehnologije mogu biti u ogromnim mogućnostima manipulacije genima, te u stvaranju novih pogodnih biljnih organizama i mikroorganizama. Analiza 147 objavljenih

radova iz 2014. godine pokazala je da je upotreba GMO-a smanjila upotrebu hemijskih pesticida za 37% i povećala prinose za 22% (Klümper & Qaim 2014<sup>3</sup>).

Rizici i strahovi uslijed primjene GMO-a i korištenja u hrani za ljude i životinje se općenito dijele na zdravstvene rizike, rizike učinka na okoliš i ekonomski efekt koji se odnosi na smanjene troškove zaštite usjeva od insekata i korova. Protivnici stvaranja i korištenja GMO-a, a time i GM hrane, te onih koji nisu u potpunosti protiv tih zahvata i ideja zagovaraju vrlo oprezno postupanje, detaljno i dugotrajno ispitivanje tih organizama i njihov uticaj na okoliš, ljudsko zdravlje

## **Pros**

- Veći prinosi usjeva uz manju upotrebu pesticida*
- Veća snabdjevenost hranom*
- Veća otpornost na biljne patogene i štetočine*
- Veća tolerancija na herbicide*
- Veća tolerancija na sušu, niske temperature i zaslanjena staništa*
- Bolja nutritivna svojstva hrane*
- Duži rok trajanja hrane*
- Upotreba biljaka u fitoremedijaciji*

## **Cons**

- Uticaj na zdravlje ljudi (povezanost s alergijskim reakcijama)*
- Uticaj na okoliš (Više rezistentnosti na pesticide)*
- Strah od transfera gena (iz GMO) u prirodu*
- Tolerantnost na bolesti i štetočine uzrokuje nijovo ubrzano prestrojavanje*
- Uvećana upotreba herbicida*
- Bolja nutritivna svojstva hrane*
- Duži rok trajanja hrane*
- Upotreba biljaka u fitoremedijaciji*

i promjene u ekosistemu. Prisutne su i različite moralne, etičke i religijske nedoumice i dileme miješanja u prirodu i njenu strukturu. Protivnici GMO-a i genetički inženjering smatraju opasnim i nedovoljno usavršenim i ispitanim, te da novostvorenni GMO-i pušteni u prirodu mogu biti monstrumi sa štetnim i nesagledivim posljedicama na okoliš. Zbog toga je neophodna visokokvalitetna i stalna kontrola u primjeni ovih tehnologija.

GM hrana ima određene prednosti i određene mane nad drugim načinima uzgoja biljaka i njihovog korištenja za ishranu stanovništva ili životinja, iako prevladava većinom negativno mišljenje o njenom kvalitetu i upotrebi (Xu 2015<sup>4</sup>). Nepoznati su uticaji na zdravlje ljudi koji još nisu utvrđeni, ali postoji bojazan za ljudsku populaciju da GMO produciraju otrove i gene otporne na antibiotike.

Iako trenutno ne postoji nijedna validna studija čiji rezultati ukazuju da genetički modificirani organizmi koji se trenutno koriste u ljudskoj ishrani, kao i ishrani životinja, predstavljaju veći rizik po zdravlje ljudi u odnosu na hranu koja nije proizvedena upotrebom transgenih tehnologija, poljoprivredna praksa vezana za proizvodnju genetički modificiranih može imati negativne posljedice na okoliš. Naime, nakon SAD-a, najveći proizvođač transgenih usjeva je Brazil, država u kojoj je praksa da se nove površine pod GM usjevima

dobivaju krčenjem šuma i uništavanjem bioraznolikosti. Nadalje, uzgoj velikih površina pod usjevima otpornim na totalni herbicid s aktivnom materijom glifosat često rezultira u prekomernoj upotrebi ovog otrovnog herbicida uslijed manjka kontrole primjene pesticida u pojedinim državama. U isto vrijeme, važno je napomenuti da neodrživa poljoprivredna praksa, kao i njen negativan uticaj na okoliš nije isključivo vezana za uzgoj transgenih usjeva, te je prisutna u mnogim zemljama s manjkom regulatornih mehanizama u pogledu primjene pesticida.

---

<sup>3</sup>Klümper, W., Qaim, M., (2014) A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops, PLoS ONE 9(11):e111629, DOI:10.1371/journal.pone.0111629

<sup>4</sup>Xu, Ch (2015): Nothing to Sneeze at:the Allergenicity of GMOs.Science in the News. Haward University





# 6

## POZITIVNI I NEGATIVNI PRIMJERI

Niži troškovi proizvodnje, povećanje prinosa i duže vrijeme trajanja tih proizvoda su neke od navedenih prednosti primjene GM biljaka. Stopa povećanja prinosa usjeva u svijetu danas je manja od 1,7%, dok se očekuje povećanje od 2,4% kako bi se zadovoljili zahtjevi rasta populacije i poboljšanje prehrabrenih standarda. FAO (Svjetska organizacija za hranu i poljoprivredu) predviđa da će se površina obradivog zemljišta po osobi za proizvodnju hrane smanjiti sa sadašnjih 0,24 ha na 0,18ha do 2050. godine (Alexandratos & Bruinsma 2012<sup>5</sup>).

Gubici na usjevima zbog štetnih kukaca su ogromni što dovodi do smanjenog uroda biljnih kultura, finansijskih gubitaka te deficitra hrane i pothranjenosti stanovništva pojedinih siromašnih zemalja. Potrošači žele hranu koja je manje tretirana insekticidima radi potencijalne zdravstvene opasnosti, a osim toga dolazi uslijed njihove primjene do zagađenja vode i tla što uzrokuje štete okolišu (Huebner i sar. 1999<sup>6</sup>). Primjer GM biljke visoke rodnosti, otporne na biljne patogene, štetočine i herbicide je Bt kukuruz. Ovaj GM kukuruz nastao je unošenjem gena iz bakterije *Bacillus thuringiensis* (Bt) koji kontrolira proizvodnju proteina sa insekticidnim djelovanjem. Ovaj Bt kukuruz sam proizvodi protein koji je insekticid, odnosno otrov, a koji mu osigurava otpornost od napada kukaca (Hutchison i sar. 2010<sup>7</sup>).

Pamuk u Indiji služi kao sirovina i ima vitalnu ulogu u poljoprivrednom i tekstilno-prerađivačkom sektoru. GM pamuk (eng. *Bt coton*) sadrži gen *Bacillus thuringiensis* koji štiti sjemeni tobolac od štetočine

ružičastog crva (*Pectinophora gossypiella*). Prinosi pamuka su povećani za 31%, upotreba insekticida smanjila se za 46–21% (Raman 2017<sup>8</sup>).

Toleriranje herbicida je svojstvo koje prevladava od samog početka komercijalizacije GM usjeva i široko se koristi u GM soji. Ovi usjevi mogu tolerirati više herbicida (glifosat i amonijev glufosinat) i pokazuju otpornost prema različitim štetočinama. Tolerancija na sušu i tolerancija na zaslanjenost je stvaranje biljaka koje mogu da izdrže duge periode suše ili visoke sadržaje soli u tlu i podzemnim vodama a što bi pomoglo poljoprivrednicima da uzgajaju biljne usjeve u neodgovarajućim uslovima (Bošković i sar. 2003<sup>9</sup>).

Oblast u kojoj se može popraviti kvalitet hrane koja prevladava u ishrani određene populacije stanovništva, a ne sadrži sve potrebne hranjive tvari najbolje je dokumentirana kod riže. Ova riža nazvana „zlatnom rižom“ koju su stvorili istraživači švicarskog Saveznog instituta za biljnu tehnologiju sadrži više betakarotena koji je provitamin vitamina A. Vitamina A ima vrlo malo u zrnu žitarica te njegov deficit uzrokuje sljepilo ljudi ako se provitamin ne unosi dovoljno u organizam (Daniell & Streatfield 2001<sup>10</sup>). Sadašnja generacija „zlatne riže“ je prevazišla ovaj nedostatak, dok se problem javlja u činjenici spontanog ukrštanja divljih srodnika i GM riže.

Primjena u farmaciji i fitomedicini služi za stvaranje lijekova i vakcina. Također, neke biljke (npr. topole) genetski su projektovane za čišćenje tla od zagađenja teškim metalima. Ispitano je djelovanje nekoliko vrsta usjeva riže, kukuruza, soje i krompira koji se opisuju kao potencijalni nosioci jestivih vakcina protiv toksina *Escherichie coli*, virusa hepatitisa B ili bakterije *Helicobacter pylori* (Zhang i sar. 2016<sup>11</sup>).





Značaj GMO-a je najvidljiviji i vjerovatno je najpotrebniji za osobe koje boluju od dijabetesa i ovise o inzulinu. Ove osobe koriste genetički modificirani inzulin koji proizvodi bezopasan soj bakterija *Escherichia coli*, a u koju je usađen ljudski gen za proizvodnju inzulina.

Uporedo s prednostima danas se dokazuju štetni efekti GMO-a koji se manifestiraju kroz zdravlje ljudi i očuvanje okoliša.

Alergije su reakcije kod osjetljivih ljudi a koje mogu izazvati uneseni geni u biljke te se time mogu stvoriti novi alergeni. Specifični proteini u mlijeku, jajima, pšenici, ribi, kikirikiju, soji i školjkama izazivaju više od 90% alergija. Alergije na GM hranu objašnjavaju se time da ljudska ishrana unosi novi protein koji nikada od njegovog postanka nije bio u njegovom lancu ishrane (Jošt & Cox 2005<sup>12</sup>). Primjer opasnosti u hrani predstavlja kukuruz „starlink“, koji se prvi put spominje 1998. godine u SAD-u. Naučnici su htjeli razviti otpornost na pojedine insekte te su biljku obogatili genom iz bakterije *Bacillus thuringiensis*. Insertovan gen kodira za protein Cry9c koji uzrokuje snažnu alergijsku reakciju kod osjetljivih osoba. Ova modifikacija nikada nije bila odobrena za ljudsku ishranu.

Primjer opasnosti u hrani uključuje GM soju koja je izazvala alergijsku reakciju kod konzumenata koji su alergični na brazilski orah (Zhang et al. 2016). Kako bi poboljšali nutritivnu vrijednost soje koja sadrži malo aminokiselina sa sumporom, naučnici su ubacili gen 2S albumina bogatog metioninom iz endosperma brazilskog oraha. Ispitanici koji su bili alergični na brazilski orah bili su alergični i na ovu GM soju. Ova GM soja nije stavljena na tržiste i nije uzrokovala štetu zdravlju ljudi.

Ekološki rizik ogleda se u nenamjernim štetama na druge organizme. Ove situacije manifestiraju se u mogućnostima da uništavaju ciljano štetne kukce koje napadaju GM biljke ali da mogu naštetiti i drugim kukcima iz okoliša.

Smanjenja efikasnost pesticida jedan je od rizika a odnosi se na mogućnost da neke vrste i populacije kukaca ili mikroorganizama postanu otporni na ta sredstva. Ovaj primjer je najočitiji da su neke populacije komaraca razvile otpornost na insekticid - DDT (Bošković i sar. 2010<sup>13</sup>).

Transfer gena na ciljane vrste je rizik primjene GM biljaka koje su modificirane u pogledu tolerantnosti na herbicide i korove i mogu prenijeti gen otpornosti na korov i nemodificirane kultivare. Tako bi se stvorio super korov otporan na herbicide (Bošković i Prodanović 2016<sup>14</sup>).

<sup>5</sup> Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2012): World Agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision. ESA Working Paper No. 12-03, FAO, Rome.

<sup>6</sup> Huebner, CD., Vankat, JL., Renwick, WH. (1999): Change in the vegetation mosaic of central Arizona USA between 1940 – 1989. *Plant Ecology* 144.

<sup>7</sup> Hutchison, EW., Burkness, C., Mitchell, D., Moont, W., Leslies, J., Fleischerm, J., Abrahamson, L., Hamilton, L., Steffey, E., Raun, S. (2010): Areawide suppression of European corn borer with Bt maize reaps savings to non-Bt maize growers. *Science*. 330: 222 – 225.

<sup>8</sup> Raman, R. (2017): The impact of Genetically Modified (GM) crops in modern agriculture: A review, *GM Crops & Food*, 8(4): 195-208

<sup>9</sup> Bošković, J., Bošković, M., Ivanc, A., Mićanović, Ž. (2003): Genetski modifikovane biljke i životna sredina, Poglavlje u monografiji: Održivi razvoj poljoprivrede i zaštita životne sredine. Urednici: Bošković, J., Ivanc, A., Simić, J., Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2003.

<sup>10</sup> Daniell, H., Streatfield, S.J. Wycoff, K (2001): Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. *Trends Plant Sci.* 6, 219–226.

<sup>11</sup> Wang, C., Wohlhueter, R., Zhang, H. (2016): Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Science and Human Wellness*. 5(3):116–123.

<sup>12</sup> Jošt, M., Cox, Th (2003): *Intelektualni izazov tehnologije samouništenja, knjiga. Matica hrvatska, Križevci*

<sup>13</sup> Boskovic, J., Isajev, V., Prijic, Z., Zecevic, V., Hojka, Z., Dozet, G (2010): Assessing ecological risks and benefits of genetically modified crops. *Journal of Agricultural Sciences*. 55, 89-101.

<sup>14</sup> Bošković, J., Prodanović, R. (2016): Methodology of risk assessment and cumulative impact of genetically modified plants on the environment. u: The 6th International Congress Biomedicine and Geosciences-Influence of Environment on human Health, 18-18. Belgrade, Invited lectures, p. 9-19.

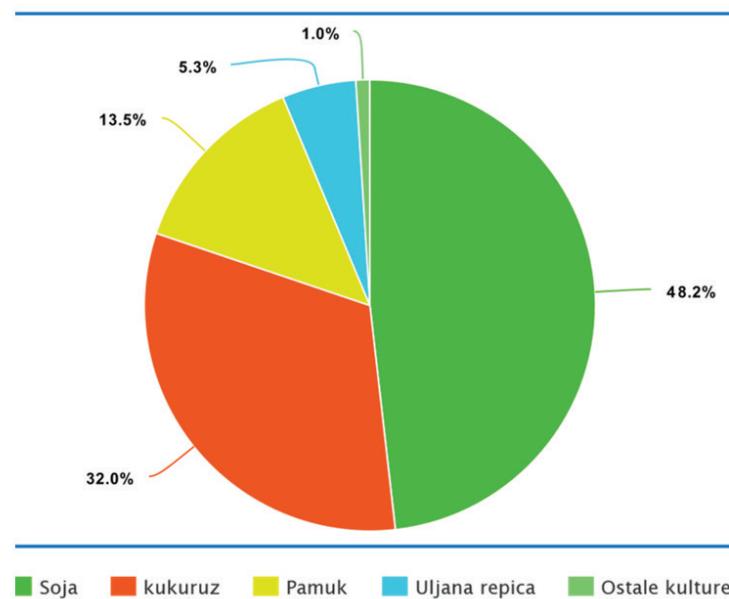


## GMO U BROJKAMA

Iako se tehnika genetičkog inženjerstva može primijeniti u različitim segmentima ljudske djelatnosti poput farmakologije, industrije, zaštite okoliša, razvoj i komercijalizacija GMO-a najviše se primjenjuju i u poljoprivrednoj proizvodnji. Genetički modificirane biljke počele su se komercijalno uzgajati početkom 90-ih godina 20. stoljeća, najprije u SAD-u, a zatim su se postupno počele uzgajati i u drugim državama. Ta proizvodnja veoma brzo se širila, pa su već 1996. površine pod genetički modificiranim usjevima iznosile 1,7 miliona ha. U periodu od 1996. do 2019. te su površine povećane 112 puta, na 190,4 miliona ha, što biotehnologiju čini najbrže rastućom tehnologijom u uzgoju biljnih kultura na svijetu.

Danas se GM biljke uzgajaju u 29 zemalja svijeta, od kojih su 24 zemlje u razvoju i pet industrijski razvijenih država. Treba reći da se u 10 zemalja nalazi 98% ukupno zasijanih GM kultura. Osim toga oko 40 zemalja uvozi proizvode od genetički modificiranih biljaka. Najviše uzgajani biotehnološki usjevi su: soja, kukuruz, pamuk i uljana repica. U 2019. godini soja je bila vodeća biotehnološka vrsta sa 91,9 miliona hektara koja je zauzimala 48% globalne površine biotehnoloških usjeva. Slijede kukuruz s 60,9 miliona hektara, pamuk 25,7 miliona hektara i uljana repica 10,1 milion hektara. Ostale vrste bile su zasijane na 1,8 miliona hektara (grafikon). Na osnovu globalne površine zasijanih usjeva za pojedine vrste, procjenjuje se da su 79% pamuka, 74% soje, 31% kukuruza i 27% repice činili biotehnološki usjevi u 2019. godini.

Graf. Udio GM usjeva u 2019.godini



Ekonomski dobici od biotehnoloških usjeva od 1996. do 2018. iznosili su 225,1 milijardi američkih dolara. Najveći dobitak ostvarile su SAD (95,9 milijardi američkih dolara), Argentina (28,1 milijarda američkih dolara), Brazil (26,6 milijardi američkih dolara), Indija (24,3 milijarde američkih dolara), Kina (23,2 milijarde američkih dolara), Kanada (9,7 milijardi američkih dolara) i drugi (17,3 milijarde američkih dolara). Samo u 2018. godine zarada na proizvodnji GM biljaka iznosila je 18,9 milijardi američkih dolara, uglavnom u šest zemalja. To su bile SAD sa 7,8 milijardi američkih dolara, Brazil 3,8 milijardi američkih dolara, Argentina 2,4 milijarde američkih dolara, Indija 1,5 milijardi američkih dolara, Kina 1,5 milijardi američkih dolara, Kanada 0,9 milijardi američkih dolara, a sve ostale zemlje jednu milijardu američkih dolara. To odgovara 5,8% vrijednosti svjetske proizvodnje četiri glavne vrste: soje, kukuruza, pamuka i uljane repice (Brookes & Barfoot 2020<sup>15</sup>).

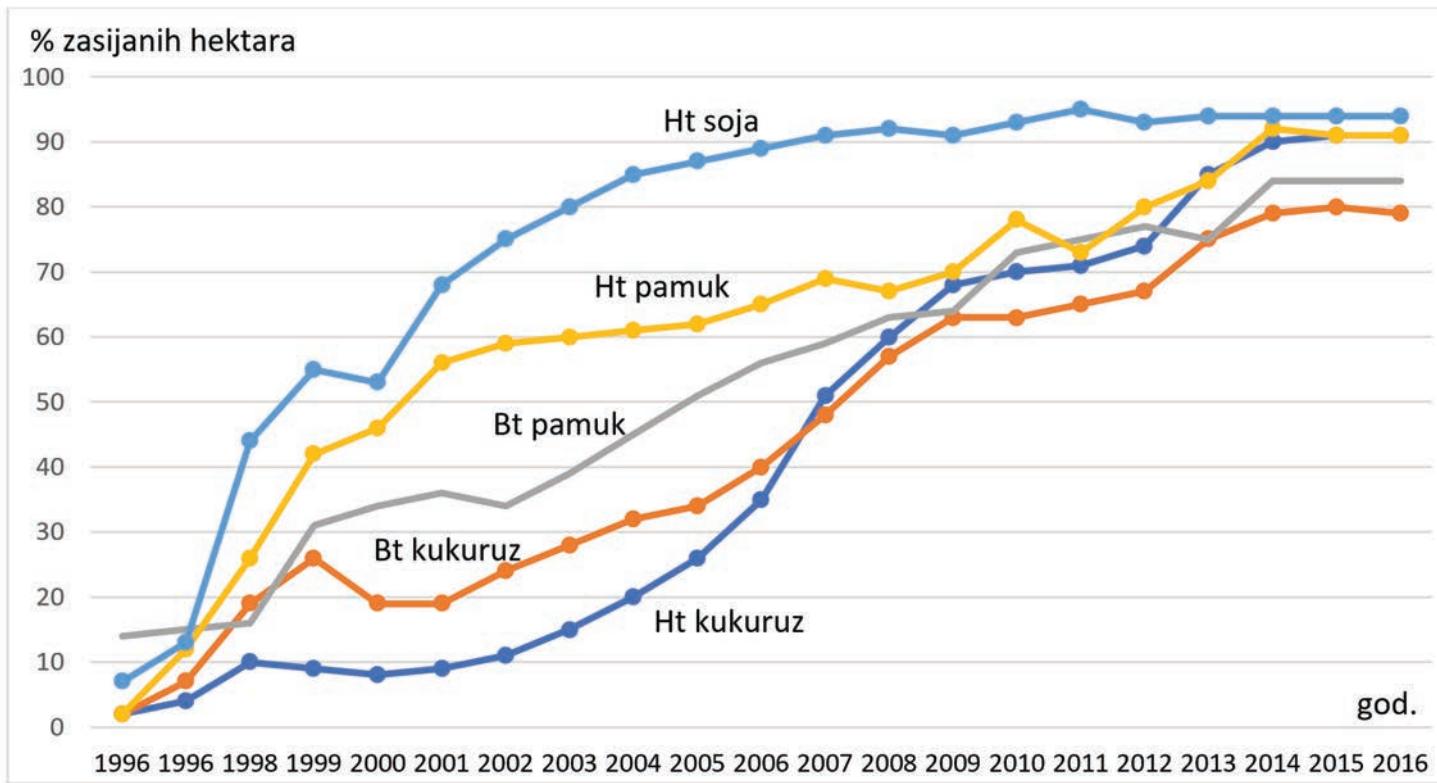
Tabela. Globalne površine pod biotehnološkim kulturama u 2019. po zemljama (milioni hektara)

| Rang  | Zemlja                 | Površina (mil.ha) | Biotehnološke kulture   |
|-------|------------------------|-------------------|---|
| 1     | SAD                    | 71.5              | Kukuruz, soja, pamuk, lucerka, repica, šećerna repa, krompir, papaja, tikva, jabuke |
| 2     | Brazil                 | 52.8              | Soja, kukuruz, pamuk, šećerna trska   |
| 3     | Argentina              | 24.0              | Soja, kukuruz, pamuk, lucerka   |
| 4     | Kanada                 | 12.5              | Uljana repica, soja, kukuruz, šećerna repa, lucerka, krompir                        |
| 5     | Indija                 | 11.9              | Pamuk   |
| 6     | Paragvaj               | 4.1               | Soja, kukuruz, pamuk  |
| 7     | Kina                   | 3.2               | Pamuk, papaja   |
| 8     | Južnoafrička Republika | 2.7               | Kukuruz, soja, pamuk  |
| 9     | Pakistan               | 2.5               | Pamuk   |
| 10    | Bolivija               | 1.4               | Soja  |
| 11-29 | Ostali                 | 3,8               | Kukuruz, uljana repica, pamuk, šećerna trska, patlidžan, ananas                     |
|       | Ukupno                 | 190.4             |   |

(Izvor: ISAAA Brief 55-2019.: Executive Summary: Biotech Crops Drive Socio-Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier)



Graf Trendovi učešća genetički modificiranih usjeva u SAD-u za period 1996-2016. (HT – tolerantni na herbicide; BT - Usjevi otporni na insekte koji sadrže gen iz zemljишne bakterije Bt (*Bacillus thuringiensis*) Izvor: USDA<sup>15)</sup>



<sup>15</sup> Brookes, G., Barfoot, P. (2020) Crop technology use 1996 – 2018: farm income and production impacts. Biotechnology in Agriculture and the Food Chain. (11) 4: 242-261.

<sup>16</sup> Economic Research Service using data from Fernandez-Cornejo and McBride (2002) for the years 1996-99 and USDA, National Agricultural Statistics Services, June Agricultural Survey for the years 2000-16.

# 8

## PROCJENA RIZIKA GMO-A PO ZDRAVLJE LJUDI, ŽIVOTINJA I OKOLIŠ



Genetički modificirana hrana dostupna je potrošačima od 1996. godine. Širom svijeta, a naročito u SAD-u, ljudi je konzumiraju bez vidljivih uticaja na zdravlje, što je evidentirano kroz brojne recenzirane naučne časopise, dokumente i izvještaje regulatornih tijela i agencija. Međutim, o teoretski mogućim hroničnim uticajima GM hrane na zdravlje ljudi za sada se ne može govoriti, jer je proteklo preveliko vremena od početka komercijalizacije GM usjeva do danas. Osnovni princip procjene rizika i neškodljivosti GM proizvoda je „da se ocjenjuje individualni proizvod, a ne tehnologija”.

Postupak za odobrenje uvođenja GMO-a u okoliš, korištenje u ishrani ljudi ili domaćih životinja je izuzetno složen i zahtijeva veoma opsežna i složena prethodna ispitivanja u pogledu procjene rizika. Ukoliko se

testiranjem introduciranih gena i njihovih proizvoda ne utvrdi pojava bilo kakvih štetnih efekata, kao i ukoliko genetički modificirani proizvod pokaže ekvivalent u odnosu na nemodificirani proizvod, uz ispunjavanje svih ostalih uslova iz procjene rizika od GMO-a, nova sorta ili hibrid GM biljke može od nadležnog organa dobiti odobrenje za korištenje u ishrani ljudi i/ili domaćih životinja, kao i za komercijalni uzgoj i proizvodnju.

Procjena zdravstvene ispravnosti namirnica dobivenih od GMO-a uključuje istraživanje: mogućih direktnih negativnih učinaka novog proteina na zdravlje (toksičnost); mogućnosti izazivanja alergijske reakcije (alergogenost); mogućih promjena u prehrambenim svojstvima, uključujući promijenjenu koncentraciju postojećih toksina i alergogena; stabilnosti ugrađenih ili promijenjenih gena i mogućnosti svih ostalih nenamjernih promjena koje bi mogle proizići iz genetičke modifikacije.

Prilikom analize i ocjene mogućih štetnih uticaja na okolinu i na zdravlje ljudi, potrebno je uzeti u obzir četiri vrste uticaja, i to: 1) direktni uticaji koji se odnose na primarne uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji su posljedica samog GMO-a i ne nastaju uzročno-posljedičnim lancem događaja, 2) indirektne uticaje, koji se odnose na uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš, a koji nastaju uzročno-posljedičnim lancem događaja, mehanizama poput međudjelovanja s drugim organizmima, prijenos genetskog materijala ili promjena u upotrebi ili upravljanju, 3) trenutni uticaji, koji se odnose na uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji se uoče tokom perioda unošenja GMO-a, koji mogu biti direktni ili indirektni, kao i 4) odgođene (naknadne) uticaje koji se odnose na uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji ne moraju biti uočeni za vrijeme unošenja GMO-a, već kad direktni ili indirektni učinci postanu vidljivi u kasnijoj fazi ili nakon završetka unošenja.

Evropska agencija za sigurnost hrane (engl. *European Food Safety Authority* - EFSA) propisuje odgovarajuću proceduru za izradu procjene rizika od GMO-a. Naučni Panel o genetički modificiranim organizmima EFSA-e preporučuje sedam specifičnih oblasti koje je neophodno analizirati prilikom izrade procjene rizika za okoliš od GM biljaka, i to: (1) perzistentnost i invazivnost GM biljaka, ili njihovih kompatibilnih srodnika, uključujući transfer gena s biljke na biljku; (2) transfer gena biljka-mikroorganizam; (3) interakciju GM biljaka s ciljanim organizmima; (4) interakciju GM biljaka s neciljanim organizmima, uključujući kriterije za selekciju odgovarajuće vrste i relevantnih funkcionalnih grupa za procjenu rizika; (5) uticaj specifičnog uzgoja, tehnika upravljanja i žetve, uključujući razmatranje proizvodnih sistema i primanje okruženja; (6) uticaje na bio-geo-hemijske procese i (7) uticaje na zdravlje ljudi i životinja.

# 9

## GMO U SOCIOLOŠKIM, RELIGIOZnim, FILOZOFSKIM I POLITIČKIM RASPRAVAMA



Rasprave s validnim argumentima, kao i znatno rasprostranjenje dezinformacijske kampanje prisutne su u javnosti od samog početka uvođenja transgenih tehnologija u medicinu i farmokologiju, ali naročito nakon primjene ovih tehnologija u poljoprivredi i prehrambenoj industriji. Iako je s naučnog stanovišta lako odbaciti strahove šire javnosti kao neutemeljene, neophodno je uzeti u obzir širi kontekst. Naime, osim što predstavlja jedan od osnovnih uslova za opstanak ljudi, hrana je također često vezana za razne tradicije pojedinih naroda, kao i za mnogobrojna vjerska ubjeđenja.

Etika, kao grana filozofije koja se bavi moralom, našla je svoju primjenu u raspravi vezanoj za proizvodnju i konzumaciju genetički modificiranih organizama. Naime, postoji nekoliko etičkih pitanja vezanih za primjenu transgenih tehnologija u poljoprivredi i prehrambenoj industriji:



- Da li je primjena ovih tehnika neprirodna?
- Da li proizvodnja GM hrane škodi prirodnom okolišu, a njena konzumacija zdravlju ljudi?
- Da li primjena transgenih tehnika predstavlja još jedan veliki korak multinacionalnih kompanija u procesu privatizacije proizvodnje hrane?

Za razliku od tradicionalnih sorti poljoprivrednih kultura, koje se smatraju biljnim genetskim resursima u vlasništvu država na čijim prostorima se one uzgajaju decenijama ili stoljećima, transgeni usjevi predstavljaju patentirano intelektualno vlasništvo multinacionalnih kompanija. Bitna razlika je ta što proizvođač-farmer može u jednoj godini proizvodnje sačuvati sjeme sorte koje ne podležu patentnim pravima i koristiti ga za sjetvu naredne godine. Patentna prava transgenih usjeva najčešće ne dozvoljavaju ovu praksu. Važno je napomenuti da pokušaji agroindustrije da u što većoj mjeri privatizira proizvodnju hrane nisu isključivo vezani za transgene usjeve.

Rasprrava vezana za "neprirodnost" razvoja, uzgoja i konzumacije genetički modificiranih usjeva nije isključivo u domenu vjerskih ubjedjenja. Naime, prisutna su i sekularna uvjerenja da ljudski napor da mijenjaju naslijednu osnovu živih organizama predstavlja nešto "neprirodno" i potencijalno opasno. Važno je napomenuti da su ovi argumenti barem djelimično posljedica neupućenosti segmenata

društva, koje nije upoznato s činjenicom da ljudi indirektno mijenjaju naslijednu osnovu mikroorganizama, biljaka i životinja već jako dug vremenski period prije otkrića moderne biotehnologije. Ipak, moderna biotehnologija daje čovječanstvu mnogo moćnije alate u odnosu na one prethodno korištene u stvaranju novih sorti i hibrida, pa i vrsta biljaka, kao i pasmina životinja.

Stavovi vjerskih autoriteta u pogledu uzgoja i konzumacije GM hrane uveliko variraju, a često nisu niti potpuno usaglašeni. Papinska akademija za život proglašila je modifikaciju biljnih i životinjskih naslijednih osnova teološkim prihvatljivim, a pojedini poglavari Rimokatoličke crkve izrazili su pozitivno mišljenje o GM hrani uz napomenu da se svaki slučaj treba detaljno ispitati s ciljem otklanjanja etičkih i naučnih neudomica. Iako Srpska pravoslavna crkva nije iznijela službeni stav, njeni pojedini predstavnici smatraju da genetičke modifikacije narušavaju povjerenje koje je Bog ukazao čoveku, kao čuvaru njegove tvorevine. Vijeće muftija Islamske zajednice u Bosni i Hercegovini je fetvom utvrdilo da se genetički modificirani organizmi svrstavaju u kategoriju sumnjivih – mešuh proizvoda i kao takvi se ne mogu koristiti za ishranu ljudi ili životinja čije su meso i proizvodi dozvoljeni – halal. Unatoč navedenom, drugi islamski autoriteti u svijetu su proglašili GM hranu kao dozvoljenu – halal. Također, unutar zajednice jevrejskih vjerskih autoriteta trenutno ne postoji apsolutni koncenzus u pogledu toga da li je hrana koja sadrži GMO košer – dozvoljena.





10

**GMO**  
OZNAČAVANJE

# OZNAČAVANJE (DEKLARIRANJE) I PROMET GMO-A KOD NAS I U SVIJETU

U Bosni i Hercegovini označavanje (deklariranje) proizvoda koji se sastoji, sadrži ili je proizveden od genetički modificiranih organizama regulirano je odredbama Zakona o GMO-u („Službeni glasnik BiH”, broj 23/09) i Pravilnika o uslovima i postupku izdavanja odobrenja za stavljanje GM hrane i hrane za životinje prvi put na tržište Bosne i Hercegovine i zahtjevima koji se odnose na njihovu sljedivost i označavanje („Službeni glasnik BiH”, br. 78/12 i 62/15). Također, Protokolom iz Kartagene o biosigurnosti, koji je Bosna i Hercegovina ratificirala 2008. godine, definirano je da žive modificirane organizme koji su namijenjeni namjernom unošenju u okoliš stranka uvoza i svakog drugog modificiranog živog organizma unutar dosega Protokola jasno označi kao modificirane žive organizme i jasno navede identitet i odgovarajuće osobine i/ili karakteristike.

Osnovni cilj uvođenja obaveznog označavanja je informiranje potrošača i korisnika o proizvodu, tako da će potrošači moći zaštititi svoje osnovno “pravo na izbor”, tj. moći će sami donositi odluku da li žele ili ne žele da kupuju i konzumiraju hranu koja sadrži GMO. Prema Zakonu o GMO-u, za proizvode koji sadrže ili se sastoje od GMO-a subjekti u poslovanju s hranom/hranom za životinje dužni su osigurati da:

1. na zapakovanom proizvodu na oznaci (deklaraciji) piše: „Ovaj proizvod sadrži komponente genetički modificiranih organizama“ ili „Ovaj proizvod sadrži genetički modificiran (naziv organizma)“;
2. se na nezapakovanom proizvodu (npr. proizvodu u rinfuzi) ponuđenom krajnjem potrošaču oznaka „Ovaj proizvod sadrži genetički modifikovane organizme“ ili „Ovaj proizvod sadrži genetički modifikovan (naziv organizma)“ postavi na proizvod ili neposredno uz proizvod, kao i na pratećoj dokumentaciji (fakturi).

Izuzeci od označavanja proizvoda koji se sastoje, sadrže ili su proizvedeni od GMO-a su prema Zakonu o GMO-u proizvodi „kontaminirani“ s GMO-om (ali isključivo s GMO-om koji je prethodno odobren) ne podliježu obaveznom praćenju i označavanju ukoliko sadrže tragove GMO-a ispod granice od 0,9%, pod uslovom da je prisustvo tragova tog GMO-a tehnički neizbjegljivo.

U skladu sa Zakonom o GMO-u u BiH, a u skladu s legislativom EU kojom je regulirana ova oblast (Uredba (EC) No 1829/2003), nije obavezno označavanje proizvoda kao što su meso, mlijeko i jaja koji su dobiveni od životinja koje su hranjene GM hranom ili su tretirane GM lijekovima.

Pravila označavanja (deklariranja) proizvoda koji sadrže ili se sastoje od GMO-a koja propisuje Zakon o GMO-u u našoj zemlji i podzakonski akti su u potpunosti u skladu s legislativom EU kojom je regulirana ova oblast i uzimaju u obzir obaveze Bosne i Hercegovine prema međunarodnoj trgovini, kao i protokol iz Kartagene o biosigurnosti, posebno u odnosu na obaveze uvoznika koji uvoze ovakve proizvode u BiH, kao i obaveze pri potencijalnom izvozu iz BiH ovakvih proizvoda trećim zemljama. Zbog toga su pravila za označavanje (deklariranje) proizvoda koji sadrže ili se sastoje ili potiču od GMO-a u potpunosti usaglašena s pravilima Svjetske trgovinske organizacije (WTO), jer su: jasna, transparentna i nediskriminirajuća.



# DA LI KOD NAS (U BIH) POSTOJI GMO?

Postojanje GMO-a u BiH regulirano je Zakonom o genetički modificiranim organizmima („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09), te Zakonom o genetički modificiranim organizmima u Republici Srpskoj („Službeni glasnik RS“, broj 103/08). Shodno navedenim zakonima, praćenje stanja GMO-a može se posmatrati kroz: uzgoj, upotrebu kao hrane za ljude i kao hrane za životinje (odnosno kako je Zakonom o GMO preciznije definirano: „ograničenu upotrebu GMO-a u kontroliranom zatvorenom sistemu), namjerno unošenje u okoliš (zasijavanje), stavljanje na tržište: kao hrane ili hrane za životinje, kao reprodukcioni materijal u poljoprivredi i šumarstvu ili kao sredstva za zaštitu bilja, kao lijekovi ili reprodukcioni materijal u veterinarstvu, i prilikom upotrebe GMO-a i/ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje i/ili potiču od GMO-a u kozmetici, farmaciji ili zdravstvenoj zaštiti ljudi.“





Danas u Bosni i Hercegovini nijedan genetički modificiran usjev nema rješenje o odobrenju za uzgoj. Također, nijedan genetički modificiran organizam nema rješenje o odobrenju za upotrebu u hrani za ishranu ljudi na tržištu Bosne i Hercegovine. To znači da se na tržište Bosne i Hercegovine trenutno ne može stavljati hrana namijenjena za ishranu ljudi koja se sastoji, sadrži ili vodi porijeklo od GMO-a.

Kada je riječ o hrani za životinje Vijeće za GMO je u prethodnom periodu davalo saglasnost za uvoz prvenstveno soje (sojina sačme) kao komponente pripreme hrane za stoku koja je rezultat genetičkih modifikacija i to u skladu s Registrom odobrenih genetički modificiranih organizama Evropske unije (engl. *EU Register of authorised GMO's*), a koja se koristiti isključivo kao hrana za životinje. Navedena genetska modifikacija odobrena je za stavljanje na tržište EU prvi put 1996. godine u skladu s Direktivom 90/220/EEC, a nakon stupanja na snagu Uredbe (EC) 1829/2003 ponovo je podvrgnuta procesu procjene rizika i 2012. godine odobreno je stavljanje na tržište zemalja EU hrane i hrane za životinje koja sadrži, sastoji se ili potiče od GM soje. Do sada su odobrene sljedeće GM soje na tržište BiH a koje su naravno odobrene i u EU, i to:

- Genetički modificirana soja MON 40-3-2 jedinstvenog identifikacionog koda MON-Ø4Ø32-6,
- Genetički modificirana soja MON 89788 jedinstvenog identifikacionog koda MON-89788-1,
- Genetički modificirana soja MON 87701 jedinstvenog identifikacionog koda MON-877Ø1-2,

- Genetički modificirana soja A5547-127 jedinstvenog identifikacionog koda ACS-GMØØ6-4,
- Genetički modificirana soja MON 87751 jedinstvenog identifikacionog koda MON-87751-7,
- Genetički modificirana soja MON 87708 jedinstvenog identifikacionog koda MON-877Ø8-9,
- Genetički modificirana soja DAS-44406-6 jedinstvenog identifikacionog koda DAS-444Ø6-6 i
- Genetički modificirana soja MON 87701 x 89788 jedinstvenog identifikacionog koda MON-877Ø1-2 x MON-89788-1.

Pravila za uvoz GMO hrane (za životinje) u Bosnu i Hercegovinu ista su kao i u zemljama Evropske unije (uz napomenu da se EU kategorizira kao prostor s veoma „rigoroiznom“ regulativom u pogledu GMO). Također, prema naprijed navedenim zakonima, obaveza proizvođača hrane za životinje jeste da jasno istakne oznaku (npr. „Ovaj proizvod sadrži genetički modificiranu soju MON-Ø4Ø32-6“). U isto vrijeme nije obvezno označavati proizvode dobivene od životinja (meso, mlijeko, sir i sl.) koje su hranjene GM hranom što danas ostavlja prostor za diskusiju i kritike.



# DA LI JE BIH DEFINIRALA ZAKONSKE I PODZAKONSKE PROPISE U VEZI S GMO-OM?

U Bosni i Hercegovini je oblast genetički modificiranih organizama regulirana Zakonom o genetički modificiranim organizmima („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09) i podzakonskim aktima. Zakon o GMO-u su, na prijedlog Agencije za sigurnost hrane BiH, u saradnji s nadležnim organima BiH, entiteta i Brčko Distrikta BiH, usvojila 2009. godine oba doma Parlamentarne skupštine BiH. Zakonom o GMO-u uređuje se postupanje s GMO-om, prekogranični prijenos GMO-a i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili vode porijeklo od GMO-a, ograničena upotreba, unošenje u okoliš, stavljanje na tržište, rukovanje, prijevoz i pakovanje. Nadalje, ovim zakonom su definirani opći pojmovi koji su u upotrebi u vezi s problematikom GMO-a, a predstavljaju osnovnu terminologiju usklađenu s međunarodnim propisima. Zakonom je određen način provođenja stručnih, upravnih i inspekcijskih poslova za GMO i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili vode porijeklo od GMO-a.

Zakon o GMO-u usklađen je s legislativom Evropske unije:

- Direktivom Evropskog parlamenta i Vijeća 2001/18/EU od 12. marta 2001. o namjernom ispuštanju GMO-a u okoliš i o ukidanju Direktive Vijeća 90/220/EEZ,
- Direktivom Vijeća 90/219/EEZ od 23. aprila 1990. o ograničenoj upotrebi genetički modificiranih organizama,

- Uredbom Evropskog parlamenta i Vijeća (EU) br. 1946/2003 od 15. jula 2003. o prekograničnom kretanju GMO-a,
- Uredbom Evropskog parlamenta i Vijeća (EC) br. 1829/2003 od 22. septembra 2003. o genetički modificiranoj hrani i hrani za životinje,
- Uredbom Evropskog parlamenta i Vijeća (EZ) br. 1830/2003 od 22. septembra 2003. o sljedivosti i označavanju GMO-a i sljedivosti prehrambenih proizvoda i hrane za životinje proizvedenih od GMO-a.

Na osnovu Zakona o GMO-u, Agencija za sigurnost hrane je u saradnji s nadležnim organima BiH, entiteta i Brčko Distrikta BiH i uz stručnu pomoć Vijeća za genetički modificirane organizme pripremila set podzakonskih akata koje je donijelo Vijeće ministara BiH.

Vijeće ministara BiH donijelo je sljedeće propise:

- Pravilnik o načinu vođenja jedinstvenog registra genetički modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 17/12) - nacionalni propis,
- Pravilnik o uspostavljanju sistema za razvoj i dodjeljivanje jedinstvenih kodova za genetički modificirane organizme („Službeni glasnik BiH“, broj 68/12) – usaglašen s Uredbom Komisije br. 65/2004 od 14. januara 2004,



- Pravilnik o uslovima i postupku izdavanja odobrenja za stavljanje genetički modificirane hrane i hrane za životinje prvi put na tržište Bosne i Hercegovine i zahtjevima koji se odnose na njihovu sljedivost i označavanje („Službeni glasnik BiH“, br. 78/12 i 62/15) – usaglašen s Uredbom EC 1829/2003 o genetički modificiranoj hrani i hrani za životinje i Uredbom EC 641/2004 o detaljnim pravilima za implementaciju Uredbe EC 1829/2003,
- Pravilnik o sadržaju prijave i tehničke dokumentacije za stavljanje na tržište, uslova označavanja i pakovanja genetički modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ ili se sastoje ili potiču od genetički modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 78/12) – usaglašen s Uredbom EC br. 1830/2003 Evropskoga parlamenta i Vijeća od 22. septembra 2003,
- Pravilnik o sadržaju i obimu procjene rizika za stavljanje na tržište genetički modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potiču od genetički modificiranih organizama i metodologije za procjenu rizika („Službeni glasnik BiH“, broj 79/12) – usaglašen s Direktivom 2001/18/ EC Evropskog parlamenta i Vijeća od 12. marta 2001,
- Odluka o visini posebne naknade za izdavanje rješenja o odobrenju za stavljanje na tržište genetički modificirane hrane i hrane za životinje („Službeni glasnik BiH“, broj 61/14) - nacionalni propis,
- Pravilnik o uslovima plana praćenja (monitoringa) uticaja genetički modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ ili se sastoje ili potiču od genetički modificiranih organizama i njihove upotrebe („Službeni glasnik BiH“, broj 64/14) – usaglašen s Direktivom 2001/18/EC Evropskog parlamenta

i Vijeća od 12. marta 2001, Odlukom Vijeća 2002/811/EC od 3. oktobra 2002. i Odlukom Komisije 2009/770/EC od 13. oktobra 2009,

- Pravilnik o postupku ocjenjivanja i ovlašćivanja laboratorija za ispitivanje, kontrolu i praćenje genetički modificiranih organizama i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potiču od genetički modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 73/17) - nacionalni propis.

Pravilnik o postupku ocjenjivanja i ovlašćivanja laboratorija za ispitivanje, kontrolu i praćenje genetički modificiranih organizama i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potiču od genetički modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 73/17) - nacionalni propis. Navedeni pravilnici, uz ostalo, reguliraju proceduru za podnošenje zahtjeva za stavljanje na tržište GM hrane i hrane za životinje te izdavanje rješenja o odobrenju za stavljanje na tržište GM hrane i hrane za životinje uzimajući u obzir mišljenje Vijeća za genetički modificirane organizme, kao i druge činjenice važne za donošenje rješenja o odobrenju, za koje je u skladu s članom 3. stav (2) tačka c) Zakona nadležna Agencija za sigurnost hrane BiH. Navedeni zakonodavni okvir u potpunosti regulira proceduru i način stavljanja GM hrane i hrane za životinje na tržište Bosne i Hercegovine na isti način kako je to definirano u Evropskoj uniji. Sam postupak podrazumijeva dugotrajnu i složenu proceduru, u okviru koje je potrebno prethodno pribaviti obimnu dokumentaciju, na osnovu koje se provodi upravni postupak, te donosi konačno rješenje o dozvoli ili odbijanju za stavljanje na tržište Bosne i Hercegovine GM hrane i hrane za životinje.

S ciljem osiguravanja visokog nivoa zaštite života i zdravlja ljudi, zdravlja i dobrobiti životinja, okoline i interesa potrošača, te s ciljem ispunjavanja preuzetih obaveza i napretka Bosne i Hercegovine

na evropskom putu i preuzimanju najnovijih naučnih saznanja i standarda, neophodno je pristupiti izmjeni i dopuni trenutno važeće legislative o GMO-u.

Protokol o saradnji za razvoj ovlaštenih ispitnih laboratorijsa za genetički modificirane organizme u BiH potpisani je 20. 4. 2011, između Agencije za sigurnost hrane BiH i Instituta „Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana“ iz Rima, Italija, u sklopu kojeg se nalazi Referentna laboratorija za GMO. Vijeće ministara BiH je na 155. sjednici održanoj 13. 7. 2011. usvojilo Izvještaj o potpisivanju Protokola o saradnji za razvoj ovlaštenih ispitnih laboratorijsa za GMO u BiH između Agencije i instituta „Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana“.

# 13

## KO JE NADLEŽAN ZA PRAĆENJE I KONTROLU GMO-A U BIH?

Bosna i Hercegovina je, u procesu usklađivanja legislative sa *acquis EU*, u svoje zakonodavstvo transponirala i odredbe koje se, između ostalog, odnose na praćenje i kontrolu GMO-a. Na osnovu odredbi člana 3. Zakona o GMO-u, nadležni organi provodit će službene kontrole, inspekcijski i upravni nadzor u skladu s važećim zakonskim propisima u Bosni i Hercegovini, entitetima i Brčko Distriktu BiH. Inspekcijski nadzor nad primjenom Zakona o GMO-u i na osnovu njega donesenih propisa obavljaju nadležni inspekcijski organi u okviru svojih nadležnosti, u skladu s važećim zakonskim propisima u Bosni i Hercegovini. Na osnovu odredbi čl. 61. i 62. Zakona o GMO-u u provođenju inspekcijskog nadzora nadležna inspekcija ima pravo i obavezu licima koja ne pribave odobrenje ili druge saglasnosti nadležnog organa rješenjem zabraniti prekogranični promet, tranzit, ograničenu upotrebu, namjerno unošenje u okoliš i stavljanje na tržište GMO-a i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili vode porijeklo od GMO-a. Ako postoji sumnja da se uvozi, unosi u okoliš, stavlja na tržište, upotrebljava ili odlaže u okoliš GMO ili proizvod koji se sastoji, sadrži ili vodi porijeklo od GMO-a suprotno odredbama Zakona o GMO-u ili posebnog propisa, nadležni inspektor naredit će da se pošiljka stavi pod carinski nadzor i zatražiti od uvoznika, odnosno korisnika vjerodostojnu ispravu, te odrediti rok u kojem isprava treba da bude predočena. Nadležni inspekcijski organi su

obavezni da pri službenim kontrolama vrše istraživanja i ispitivanja da li se subjekti u poslovanju s hranom i hranom za životinje pridržavaju čl. 51., 52. i 53. Zakona o GMO-u, a koji se odnose na sljedivost i označavanje.

Pravilnikom o službenim kontrolama koje se provode radi verifikacije postupanja u skladu s odredbama propisa o hrani i hrani za životinje te propisa o zdravlju i dobrobiti životinja ("Službeni glasnik BiH", br. 5/13 i 62/17) propisuju se opća pravila o vršenju službenih kontrola te su precizno definirane nadležnosti inspekcijskog pregleda na prisustvo GMO-a pri uvozu hrane životinjskog i/ili biljnog porijekla, i hrane za životinje bez obzira na porijeklo uključujući i hranu za životinje koja sadrži i/ili se sastoji ili potiče od GMO-a.

U skladu s Pravilnikom o postupku ocjenjivanja i ovlašćivanja laboratorija za ispitivanje kontrolu i praćenje genetički modificiranih organizama i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potiču od genetički modificiranih organizama ("Službeni glasnik BiH", broj 73/17), nadležna entetska ministarstva poljoprivrede i Odjeljenje za poljoprivredu Brčko Distrikta BiH provode proceduru i izdaju rješenja o ovlašćivanju laboratorija za GMO. U BiH se trenutno dvije laboratorije nalaze na jedinstvenoj listi ispitnih laboratorijs u BiH za ispitivanje, kontrolu i praćenje GMO-a i proizvoda koji se sastoje,





sadrže ili potiču od GMO-a. Kada je u pitanju referentna laboratorija za kontrolu GMO-a u Bosni i Hercegovini, na snazi je potpisani Protokol o saradnji za razvoj ovlaštenih ispitnih laboratorija za genetički modificirane organizme u BiH između Agencije za sigurnost hrane BiH i Instituta „Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana“ iz Rima, Italija, u sklopu kojeg se nalazi Referentna laboratorija za GMO. Protokolom o saradnji navedeni institut pruža podršku za uspostavu referentnih laboratorija u BiH i služi kao potvrđena laboratorija za analize GMO-a, kada je to potrebno.

# 14

## GMO KOD MIKROORGANIZAMA, ŽIVOTINJA I LJUDI

Iako su do danas proizvedeni brojni transgeni mikroorganizmi (bakterije i gljivice) koji proizvode terapijska i dijagnostička sredstva, enzime koji se koriste u preradi hrane, pa čak i boje za tekstilnu industriju, primjena transgenih mikroorganizama u otvorenim sistemima i u okolišu nije dozvoljena. Ipak, brojni GM mikroorganizmi različitih namjena su u fazi testiranja. Kao primjeri mogu se navesti bakterija *Pseudomonas fluorescens* HK44 koja degradira naftalen, gljivice koje degradiraju DTT i PCB (poliklorirane bifenile), bakterija *Desulfovibrio desulfuricans* koja degradira toluen u uslovima visoke radioaktivnosti i sl.

Najznačajniji primjer upotrebe genetičkih modifikacija kod insekata predstavljaju transgeni komarci. Ova vrsta insekata, osim što je iritantna, ujedno predstavlja skupinu najopasnijih prijenosnika oboljenja u prirodi. Do danas su stvorene transgene linije komaraca koje prenose





80% manje sporzoita malarije u odnosu na kontrolne insekte. Noviji pristupi podrazumijevaju introdukciju transgenih komaraca, razvijenih od strane kompanije Oxitec, čiji ženski potomci nastali parenjem s nemodificiranim ženkama ne dožive stadije odraslog insekta i na taj način se smanji udio populacije koja može da širi bolesti.

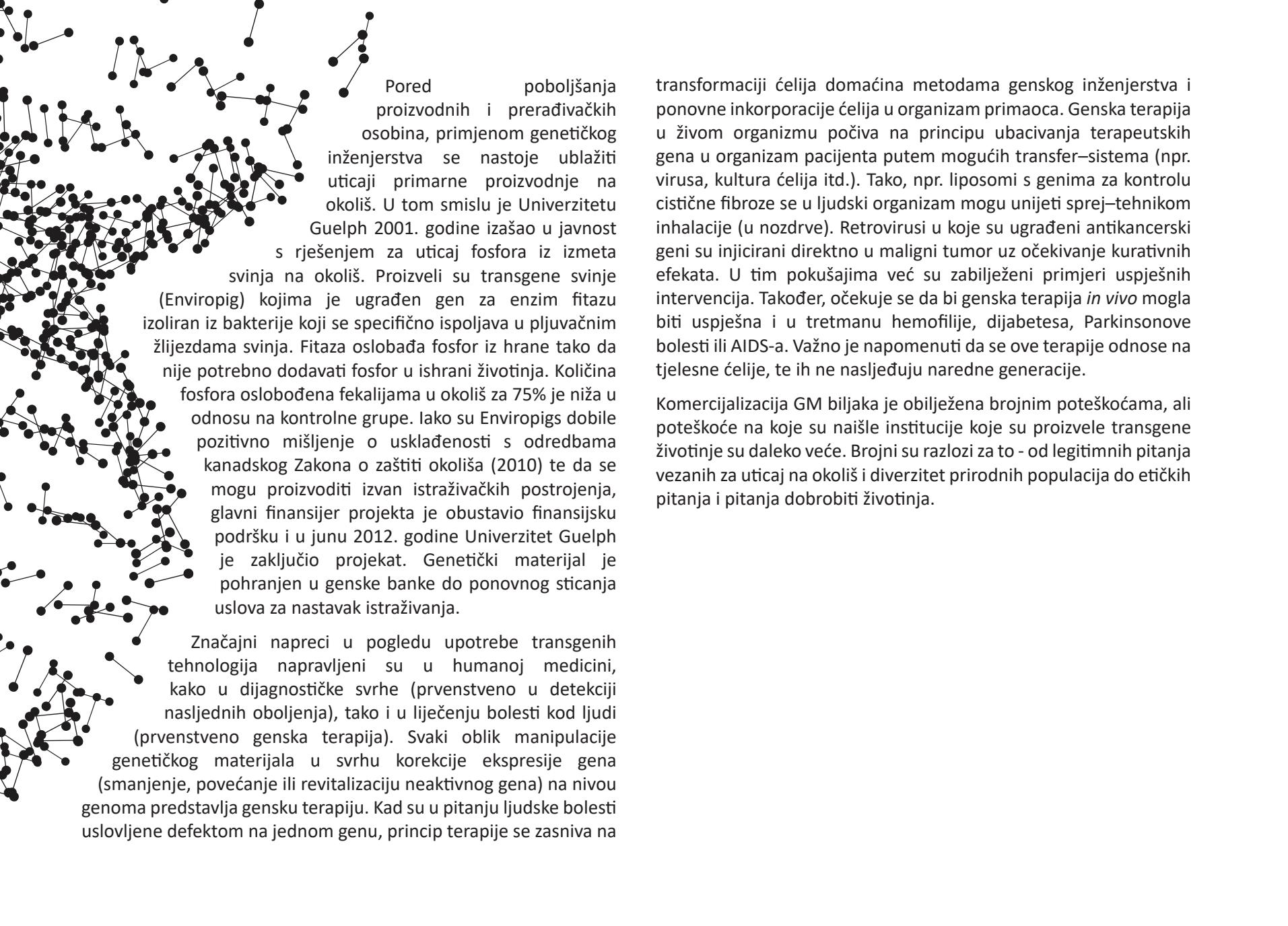
Pru transgenu životinju napravili su u Cold Spring Harboru 1975. godine Jaenish i Mintl. Transgen iz majmunskog genoma ubaćen je u mišiji i dobiven je transgeni miš. Od tada transgene životinje su našle svoju primjenu u farmaciji gdje se one koriste za proizvodnju humanih proteina u jajima, mlijeku, krvi i urinu s namjerom korištenja ovih produkata u farmaciji kao enzima, albumina i antitijela. Transgene životinje, kao npr. OnkoMiš (OncoMouse), koje posjeduju gene koji promoviraju razvoj različitih vrsta kancera čovjeka, služe za istraživanja humanih bolesti i pronalaska terapija za njihovo liječenje. Genetičke modifikacije životinjskih vrsta kao što je svinja omogućavaju postupak ksenotransplantacije (transplantacije organa, tkiva ili ćelija između pripadnika različitih vrsta), na način da se isključe geni u životinji donoru koji bi kod organizma primaoca (čovjeka) uzrokovali odbacivanje organa.

Transgene životinje našle su svoje mjesto i u stočarskoj industrijici. Naime, prije 20-ak godina (1989.) kanadska firma Aqua Bounty Technologies počela je razvoj brzorastućeg lososa kako bi se odgovorilo na povećanu potražnju za mesom lososa na tržištu, a istovremeno smanjio pritisak na divlje populacije. Rezultat je AquAdvantage losos koji je genetički modificiran atlantski losos *Salmo salar* s ugrađenim genom za hormon rasta pacifičkog kraljevskog lososa *Oncorhynchus tshawytscha* i promotora i terminadora gena za otpornost na nisku temperaturu vrste *Zoarces americanus*. Namijenjen je isključivo uzgoju u akvakulturi i ovako modificiran losos na tržište stiže 16-18 mjeseci ranije u odnosu na

običnog atlantskog. Mlađ AquAdvantage lososa je produkt oplodnje ikre ženki divljeg tipa i transgenih ginogamih ženki hormonalno konvertovanih u mužjake. Oplodjena ikra se podvrgne šoku koji dovodi do triploidizacije. Rezultat su triploidni zigoti koji će dati sterilne ženke atlantskog lososa s jednom kopijom transgenog konstrukta. Iako je AquaBounty Technologies primijenio tri nivoa zaštite od eventualnog širenja transgena u okoliš (genetički, fizički i ekološki) udruženja za zaštitu prirode smatraju da prijetnje prirodnim populacijama lososa nisu u potpunosti odstranjene.

Od podnošenja zahtjeva za stavljanje na tržište SAD-a AquAdvantage lososa (1996) do konačnog izdavanja odobrenja (2019) prošlo je više od 20 godina. Prema dostupnim podacima, danas se AquAdvantage uzgaja u jednom ribogojilištu u saveznoj državi Indiana a na tržištu je dostupna u svega jednom lancu trgovina ribom. Veliki trgovački lanci odbili su vršiti distribuciju AquAdvantage iz bojazni da će izgubiti kupce.

Kompanija AgResearch s Novog Zelanda objavila je 2000. godine proizvodnju transgene krave. Najsježiji podaci (2018) kazuju da kompanija ima 12 transgenih krava i da je najstarija rođena 2003. Tehnikom rDNK ugrađene su dodatne kopije gena za govedi kappa kazein. Ovom modifikacijom udvostručena je produkcija kappa kazeina što mlijeko ovih krava čini izrazito pogodnim za sirarstvo. Do komercijalizacije još uvijek nije došlo ali na daljem razvoju se intenzivno radi.



Značajni napreci u pogledu upotrebe transgenih tehnologija napravljeni su u humanoj medicini, kako u dijagnostičke svrhe (prvenstveno u detekciji nasljednih oboljenja), tako i u liječenju bolesti kod ljudi (prvenstveno genska terapija). Svaki oblik manipulacije genetičkog materijala u svrhu korekcije ekspresije gena (smanjenje, povećanje ili revitalizacija neaktivnog gena) na nivou genoma predstavlja gensku terapiju. Kad su u pitanju ljudske bolesti uslovljene defektom na jednom genu, princip terapije se zasniva na

Pored poboljšanja proizvodnih i prerađivačkih osobina, primjenom genetičkog inženjerstva se nastoje ublažiti uticaji primarne proizvodnje na okoliš. U tom smislu je Univerzitetu Guelph 2001. godine izšao u javnost s rješenjem za uticaj fosfora iz izmeta svinja na okoliš. Proizveli su transgene svinje (Enviropig) kojima je ugrađen gen za enzim fitazu izoliran iz bakterije koji se specifično ispoljava u pljuvačnim žlijezdama svinja. Fitaza oslobođa fosfor iz hrane tako da nije potrebno dodavati fosfor u ishrani životinja. Količina fosfora oslobođena fekalijama u okoliš za 75% je niža u odnosu na kontrolne grupe. Iako su Enviropigs dobitne pozitivno mišljenje o usklađenosti s odredbama kanadskog Zakona o zaštiti okoliša (2010) te da se mogu proizvoditi izvan istraživačkih postrojenja, glavni finansijer projekta je obustavio finansijsku podršku i u junu 2012. godine Univerzitet Guelph je zaključio projekat. Genetički materijal je pohranjen u genske banke do ponovnog sticanja uslova za nastavak istraživanja.

transformaciji ćelija domaćina metodama genskog inženjerstva i ponovne inkorporacije ćelija u organizam primaoca. Genska terapija u živom organizmu počiva na principu ubacivanja terapeutskih gena u organizam pacijenta putem mogućih transfer-sistema (npr. virusa, kultura ćelija itd.). Tako, npr. liposomi s genima za kontrolu cistične fibroze se u ljudski organizam mogu unijeti sprej-tehnikom inhalacije (u nozdrve). Retrovirusi u koje su ugrađeni antikancerski geni su injicirani direktno u maligni tumor uz očekivanje kurativnih efekata. U tim pokušajima već su zabilježeni primjeri uspješnih intervencija. Također, očekuje se da bi genska terapija *in vivo* mogla biti uspješna i u tretmanu hemofilije, dijabetesa, Parkinsonove bolesti ili AIDS-a. Važno je napomenuti da se ove terapije odnose na tjelesne ćelije, te ih ne nasleđuju naredne generacije.

Komercijalizacija GM biljaka je obilježena brojnim poteškoćama, ali poteškoće na koje su naišle institucije koje su proizvele transgene životinje su daleko veće. Brojni su razlozi za to - od legitimnih pitanja vezanih za uticaj na okoliš i diverzitet prirodnih populacija do etičkih pitanja i pitanja dobrobiti životinja.

# 15

## VAŽNOST PODIZANJA SVIJESTI I ZNANJA O GMO-U

Svako razdoblje ljudske historije povezano je s procvatom neke nauke i nosi biljež te nauke. Nekad je to bila filozofija, nekad hemija ili fizika, a kraj 20. i početak 21. stoljeća obilježavaju biotehnologija u prirodnim i informatika u društvenim naukama. Ove naučne discipline ušle su u sve pore društva i ekonomije te bi današnje društvo bilo nemoguće zamisliti bez njih. Moderna biotehnologija, odnosno biotehnologija temeljena na genetičkom inženjerstvu, kao naučni proizvod druge polovine 20. stoljeća, kod ljudi izaziva dvojake reakcije. Dok jedni smatraju da ona u velikoj mjeri može unaprijediti različite grane ljudske djelatnosti, drugi misle da će ta tehnologija ljudskom rodu donijeti mnogo više štete nego koristi, jer je povezana s mnogim rizicima (Butler i Reichhard, 1999<sup>17</sup>). Posebno se naglašavaju moguće štete koje bi primjena genetičkog inženjerstva donijela poljoprivredi i okolišu.

Svaka tehnologija može ljudima donijeti korist ili štetu, zavisno od primjene i moralnih načela onoga ko je primjenjuje. Tako je i s genetski preinačenim organizmima koji se mogu koristiti u poljoprivredi za različite namjene, u farmakologiji za proizvodnju različitih lijekova i vakcina, u zaštiti okoliša itd. U posljednjih 25 godina površine pod genetički modificiranim kulturama narasle su na 190 miliona hektara, a gotovo 50% soje u svijetu je genetički modificirana soja. Danas se gotovo sav inzulin u svijetu proizvede pomoću genetički modificiranih organizama, umjesto proizvodnje iz pankreasa goveda, svinja i ovaca, kako se nekada proizvodio. No,

sve su veća protivljenja primjeni GMO-a, posebno u poljoprivredi, tako da se već pojavljuju čitavi pokreti tipa "Stop GMO-u".

Može li se i treba li zabraniti upotrebu GMO-a? Je li od njih veća šteta ili korist? Kakvo je opće mišljenje o GMO-u? Sviest potrošača o GMO-u gotovo je univerzalna i, prema Hartman Organic and Natural Report, 2018<sup>18</sup> iznosi 97%. Rast svijesti potrošača također je u skladu sa sve većim brojem potrošača koji žele izbjegći GMO. Hartman izvještava da 46% kupaca namjerno izbjegava GMO prilikom kupovine. Potrošač ima pravo znati što jede, pa hrana koja sadrži GM sastojke treba biti označena. Osim što GMO mogu predstavljati zdravstvene, sigurnosne i druge potencijalne rizike, brojne su etičke i moralne dileme vezane za tehniku genetičkog inženjerstva. Oponenti ove tehnologije ističu npr. da je moralno neprihvatljivo umetati životinjske gene u biljke.

Istraživanja pokazuju da način na koji se biotehnologija tumači u medijima može značajno uticati na stavove i mišljenja različitih članova društva i tako uticati na stepen usvajanja genetskih kultura. Čak 71,8% zainteresiranih u zemljama EU (s posebnim naglaskom na Veliku Britaniju i Španiju) smatra "polariziranom raspravu predstavljenu u medijima" kao "važnu" ili "veoma važnu" prepreku usvajaju GM usjeva. Shodno tome, 91% zainteresiranih smatrao je "objektivnim i činjeničnim medijskim pokrivanjem", kao "važnu" ili "veoma važnu" mjeru koja bi omogućila uspješno usvajanje,



*Samо kада наука  
буде радила у корист  
човјечанства, како би се  
људима олакшao живот  
а не у корист великих  
моћника, тада ће овој  
планети бити bolje i bit ће  
мира".*

*Nikola Tesla*

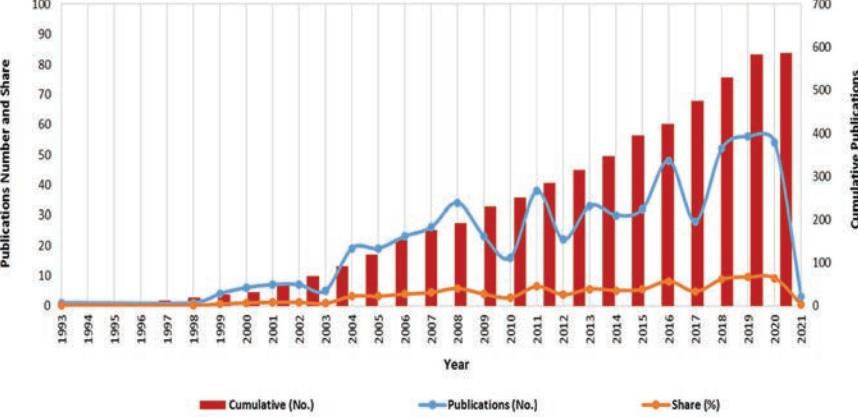


dok je 89.7% smatralo da je to "vjerovatno" ili "vrlo vjerovatno" način ispravljanja nekih od najčešćih javnih zabluda povezanih s tehnologijom (Vilella-Vila & Costa-Font, 2008<sup>19</sup>).

Mediji igraju važnu ulogu u olakšavanju komunikacije, kao i na podizanju svijesti i znanja o biotehnologiji. Međutim, medijsko izvještavanje o biotehnološkim pitanjima pokazuje tendenciju niske/ili pristrasne pokrivenosti. Stoga, postoji potreba za uspostavljanjem politika i smjernica u novinarstvu kako bi se omogućilo stvarno, nepristrasno, objektivno i adekvatno prenošenje vijesti vezanih za nauku i tehnologiju. Osim toga, neophodno je izgraditi povjerenje između medija i naučne zajednice.

Jedini pravi zaključak je da ne treba nekritički primati sve nove tehnologije i novitete, ali isto tako ih apriori ne treba odbacivati zbog straha od nepoznatog. O njima se treba informirati iz pouzdanih i naučno utemeljenih izvora. Uvijek treba sučeliti argumente za i protiv i donijeti odgovarajuću odluku.

Godišnji porast broja publikacija o percepcijama, stavovima, preferencijama i ponašanju potrošača o GM hrani (1981-danas) (Izvor: Sendhil et al. 2022<sup>20</sup>).



<sup>17</sup> Butler, D., Reichhard, T. (1999) Long-Term Effect of GM Crops Serves Up Food for Thought, *Nature* 1999 April 22398(6729): 651-656

<sup>18</sup> Доступно на <https://www.hartman-group.com>

<sup>19</sup> Vilella-Vila M., Costa-Font, J. (2008) Press media reporting effects on risk perceptions and attitudes towards genetically modified (GM) food *Journal of Behavioral and Experimental Economics (formerly The Journal of Socio-Economics)*, 37(5): 2095-2106

<sup>20</sup> Sendhil, R., Nyika, J., Yadav, S., Mackolil, J., Prashat GR., Workie, E., agupathy, R., Ramasundaram, P. (2022) Genetically modified foods: bibliometric analysis on consumer perception and preference, *GM Crops & Food*, 13:1, 65-85, DOI: 10.1080/21645698.2022.2038525

# PRAVA POTROŠAČA U BIH I USKLAĐENOST S EVROPSKIM PROPISIMA

Dokumenti kojima se reguliraju proizvodnja, kontrola i promet hrane dobivene primjenom genetičkog inženjerstva su Codex Alimentarius i Protokol iz Kartagene<sup>21</sup>. Knjiga zakona o hrani (lat. *Codex Alimentarius*) zbirka je međunarodnopriznatih standarda vezanih za hranu objavljena 1963. godine. Standarde su razvile Komisija Codex Alimentarius Svjetske organizacije za hranu i poljoprivredu (*Food Agriculture Organization of the United Nations - FAO*) i Svjetska zdravstvena organizacija (*World Health Organization - WHO*). Ova zbirka pokriva sve namirnice, opće standarde za pitanja označavanja hrane, aditiva, pesticida, procjene rizika, higijene hrane, metode analiza i uzrokovanja. Cilj svih aktivnosti koje Komisija obavlja usmjerene su u pravcu zaštite potrošača te osiguranja dobre prakse u proizvodnji i razmjeni hrane. BiH je članica Komisije Codex Alimentarius od 2007. godine.

Uz Konvenciju o biološkoj raznolikosti (engl. *Convention on Biological Diversity - CBD*), odnosno međunarodni sporazum za zaštitu biološke raznolikosti, Protokol iz Kartagene o biološkoj sigurnosti (*The Cartagena Protocol on Biosafety - CPB*) međunarodni je sporazum kojim se regulira međudržavno ili prekogranično osiguranje odgovarajućeg nivoa zaštite na polju sigurnog prijenosa, rukovanja i upotrebe živilih modificiranih organizama (LMO). Protokol iz Kartagene je stupio na snagu



2003. godine za zemlje potpisnice. Protokolom se određuju pravila i procedure za siguran prijenos, rukovanje i iskorištavanje živih modificiranih organizama, vremenski rokovi i druge procedure zavisno od namjene. Bosna i Hercegovine potpisnica je Protokola iz Kartagene od 2008. ("Službeni glasnik BiH", broj 12/08).

Prema Zakonu o hrani BiH ("Službeni glasnik BiH", broj 50/04), zaštita interesa potrošača i propisi o hrani usmjereni su prema zaštiti interesa potrošača i osiguravaju osnov za informiranost potrošača prije izbora prehrambenih proizvoda koje će upotrebljavati. Cilj propisa o prehrambenim proizvodima je sprečavanje: a) nečestitih ili obmanjujućih postupaka, b) krivotvorene prehrambenih proizvoda i c) svih drugih postupaka koji mogu dovesti potrošača u zabludu. Prema istom Zakonu o hrani BiH, sljedivost je mogućnost uloženja u trag hrani, hrani za životinje, životinji koja proizvodi hranu, odnosno služi za proizvodnju hrane, sirovini ili materiji koja je namijenjena ugrađivanju ili se očekuje da će biti ugrađena u hranu ili hranu za životinje, kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije.

Prema Zakonu o GMO-u BiH ("Službeni glasnik BiH", broj 23/09), podaci o upotrebi GMO-a i podaci o postupcima odobravanja nadležnog tijela javni su, te se putem sredstava javnog informiranja i veb-stranice Agencije za sigurnost hrane BiH javnosti daje na uvid. U Zakonu o zaštiti potrošača u BiH (čl. 1, 2, 3. i 4) jasno se navode prava koja su data potrošaču ("Službeni glasnik BiH", br. 25/06 i 88/15).



<sup>21</sup> Alagić, D., Smajlović, M., Čaklovica, F. (2005): Genetski modificirani organizmi (GMO) u prehrani ljudi. Meso 7(5): 48-54.

# GMO - BUDUĆNOST ILI ZABLUDA?



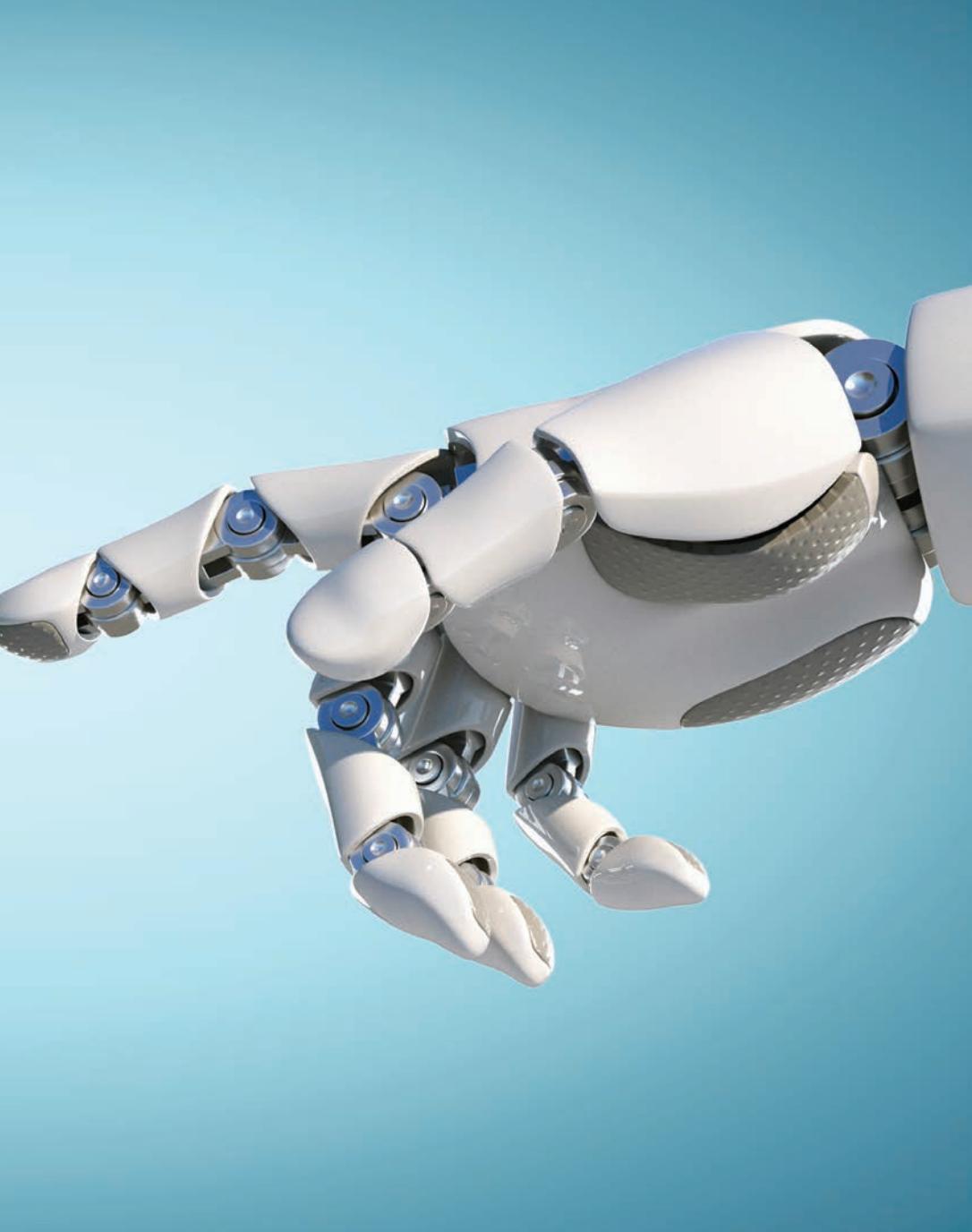
Ako govorimo o budućnosti GMO-a, teško je predvidjeti da li će oni biti smanjeni zbog štetnih efekata ili će „procvjetati“ s više kvaliteta. GMO su danas zabranjeni u velikom broju zemalja uprkos značajnoj liberalizaciji u SAD-u. Evropa teži organskoj poljoprivredi, ali istovremeno radi na GMO-u što pokazuje da se GMO ne može lako eliminirati u budućnosti. Podsjetimo, veliki broj studija dokazuje nepostojanje štetnog efekta GMO-a. Istraživači s Univerziteta u Perudi u Italiji objavili su pregled 1.783 GMO testova sigurnosti od kojih je u 770 ispitivan direktni uticaj na zdravlje ljudi ili životinja. Rezultat vodi naučnom konsenzusu da postojeći GMO nisu ni manje ni više rizični od konvencionalnih usjeva. U isto vrijeme danas se može čitati da su genetički modificirani organizmi ili proizvodi „neprirodni“, a da se „priroda uvek vraća svom porijeklu što znači da će čovjek morati da se suoči s posljedicama“. Usvajanjem odgovarajućih pravila o biološkoj sigurnosti i njihovom regulacijom „možemo smanjiti štetu od GMO-a.“

Potrebe za proizvodnjom dovoljne količine hrane svakim danom su sve veće iz više razloga: broj stanovnika se svakodnevno povećava, zahtjevi pojedinaca postaju veći, značajan dio poljoprivrednih proizvoda koristi se za proizvodnju neprehrabrenih proizvoda i sl. Danas je u prosjeku 800 miliona gladnih i, ako se ništa ne promijeni, taj broj će svakako u budućnosti rasti. Podstaknut ovim činjenicama Pedro Sančez, direktor Centra za poljoprivrodu i sigurnost hrane na Institutu za planetu Kolumbija, kaže: „GMO su samo jedno sredstvo da se osigura da svijet bude siguran u hrani kada dodamo još dvije milijarde ljudi do 2050. godine... To nije jedini odgovor, i

nije suštinski, ali je svakako jedna dobra stvar u našem arsenalu.“

U sadašnjim uslovima moguće je povećati proizvodnju hrane na više načina: povećanje obradivih površina, unapređenjem tehnologije gajenja, većim iskorištavanjem genetičkog potencijala gajenih biljaka, stvaranjem sorti i hibrida većeg genetičkog potencijala i uvođenjem u proizvodnju novih biljnih vrsta. Povećanje obradivih površina je ograničeno, a veliki dio površina ima nepovoljne fizičke i hemijske osobine. Unapređenje tehnologije gajenja ima svoj ekonomski, a povećanje genetičkog potencijala svoj biološki maksimum. Iskorištavanje postojećeg genetičkog potencijala sorti i hibrida zavisi od osobina zemljišta i tehnologije gajenja. Proizvodnja animalne hrane također ima svoje limitirajuće faktore. Postoje određene mogućnosti povećanja hrane boljim i intenzivnijim korištenjem vodnih resursa – okeana, mora, jezera i rijeka. Prevazilaženje navedenih problema može se riješiti većim učešćem nauke, a prije svega razvojem i primjenom novih metoda biotehnologije. Umjesto da se samo izoliraju određena jedinjenja koja organizam sintetizira, moguće je od mikroorganizama, biljnih i životinjskih ćelija napraviti „biološke fabrike“ koje će dodatno sintetizirati ekonomski vrijedna jedinjenja, kao što su: proteini, vitamini, aminokiseline, antibiotici, razni hormoni i sl. Genetičkim inženjerstvom moguće je povećati proizvodnju





ili u samom organizmu ili kontrolirati gene koji vrše sintezu tog produkta i ugraditi ih u neki drugi organizam, odnosno stvoriti transgene organizme.

Na kraju, među brojnim čitaocima koji su za ili protiv GM hrane vjerujemo da će se svi usaglasiti o neophodnosti obilježavanja i praćenja GM proizvoda te ostavljanja potrošaču na volju izbora u trgovini. Kao važan faktor razvoja/zastavljanja korištenja GMO-a u budućnosti može se navesti primjer odgovora profesora Lejfa Andersona s Univerziteta u Upsali, stručnjaka za genetska poboljšanja životinja, koji je na pitanje novinarki Naomi Dariom (časopis Harec) da njegove aktivnosti mogu kod životinja izazvati mnogo patnje odgovorio: "Sve se vraća na pojedinačnog kupca i pitanje koliko je pojedinačni kupac spreman da plati meso ... Ako kupci od nas traže samo najjeftinije moguće meso - to će i dobiti... Kupci moraju da odluče šta im je najvažnije, cijena ili nešto drugo."

ISBN 978-9926-8327-4-2

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke Bosne i Hercegovine  
pod ID brojem 51497478

# GMO

## GENETIČKI MODIFICIRANI ORGANIZMI U BOSNI I HERCEGOVINI

“Publikacija pruža nov izvor informacija, referencija, praktičnih i osnovnih znanstvenih ideja po pitanjima genetički modificiranih organizama. Iako se u brošuri koriste relevantna svjetska iskustva, tekst je prilagođen potreba-ma svakodnevnog života kod nas.”

*Prof. dr. Dalibor Ballian*

„....može se konstatovati da rukopis „Genetički modificirani organizmi u Bosni i Hercegovini“ daje korisne novije podatke o trenutnom prisustvu GM hrane na našem tržištu, ali i šire, činjenicama i zabludama koje su prisutne u javnosti, sociološki, religiozni, filozofski i politički pristup novim proizvodima, te podizanje svijesti i znanja o GMO-u.“

*Prof. dr. Stojko Vidović*

„.... cilj ove brošure nije u afirmaciji ili osporavanju genetičkog inženjerstva (uključujući i GMO) nego u realnom upoznavanju čitatelja s dostignućima i mogućnostima ove tehnologije. Ovo je pokušaj da se predstave sve dobre i loše strane kroz jačanje svijesti, razvoj kapaciteta i institucija u Bosni i Hercegovini.

*Prof. dr. Ivan Ostojić*

“Osnovno pitanje u vezi s primjenom savremene biotehnologije i genetički modificiranih organizama je kako racionalno iskoristiti prednosti koje oni pružaju, a da se pri tome sprječe potencijalne negativne posljedice po čovjeka i životnu sredinu. Upravo na tragu davanja odgovora na ova pitanja je rukopis publikacije „Genetički modificirani organizmi u Bosni i Hercegovini“ u kojoj autori, na kratak ali jezgrovit, informativan i razumljiv način pružaju odgovore na mnoga pitanja u vezi s GMO-om.”

*Prof. dr. Vojislav Trkulja*