

# GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI U BOSNI I HERCEGOVINI

# GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI U BOSNI I HERCEGOVINI

Mostar, 2022. godine



## Izdavač

Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

## Za financijere

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

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

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

## Glavni i odgovorni urednik

**Dr. sc. Džemil Hajrić**,

ravnatelj Agencije za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

## Naklada

**9.000 primjeraka**

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

## Priprema za tisk i dizajn

**Nikola Savić**

## Lektori:

**Aleksandra Aginčić** - za srpski jezik

**Tamara Čapelj** - za hrvatski jezik

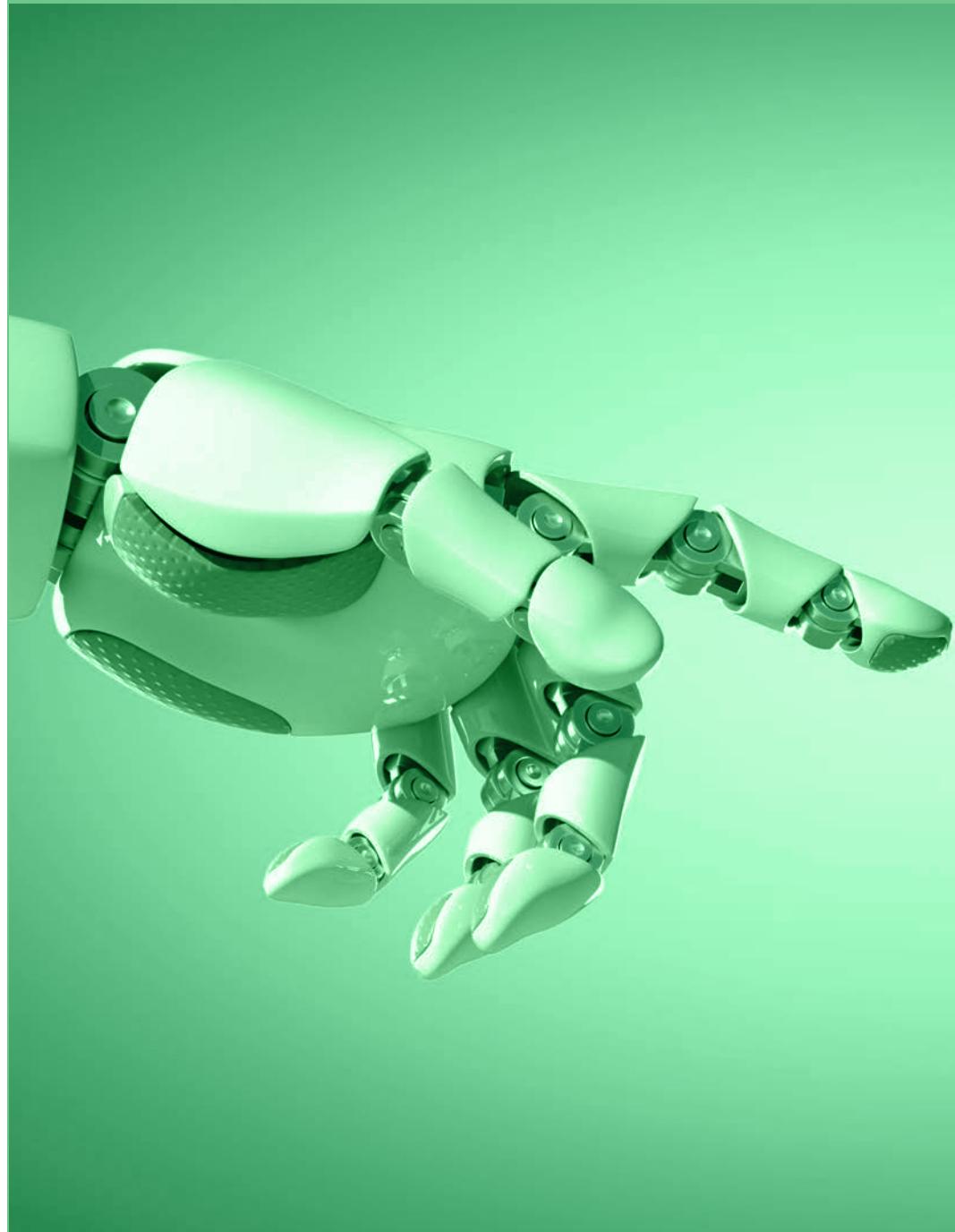
**Lejla Nuhodžić** - za bosanski jezik

## Tisk:

\*\*\*

## Navodi:

Mataruga, M., Čaklovica, F., Pržulj, N., Petrović, D., Mačkić, S., Ivanković, S., Gaši, 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**, redoviti profesor, Šumarski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

**Dr. Faruk Čaklovica**, profesor emeritus, Veterinarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu

**Dr. Novo Pržulj**, redovni član Akademije nauka i umjetnosti Republike Srpske, redoviti profesor, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

**Dr. Danijela Petrović**, izvanredni profesor, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Mostaru

**Dr. Sejad Mačkić**, izvandredni profesor, Farmaceutsko-zdravstveni fakultet, Univerzitet Travnik,

**Dr. Stanko Ivanković**, redoviti profesor, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Mostaru

**Dr. Fuad Gaši**, redoviti profesor, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu

### Autori – nisu članovi Vijeća za GMO

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

**Armin Čolaković**, dr. vet. med., Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

### Recenzenti

**Dr. Vojislav Trkulja**, redoviti profesor, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, znanstveni savjetnik u Institutu za poljoprivredu

**Dr. Dalibor Ballian**, redoviti profesor, Šumarski fakultet, Univerzitet u Sarajevu

**Dr. Stojko Vidović**, redoviti profesor, Medicinski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

**Dr. Ivan Ostojić**, redoviti profesor, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Mostaru

## UMJESTO PREDGOVORA

- 1 ŠTO JE GMO?**
- 2 POVIJEST POSTANKA I RAZVOJ GMO-A**
- 3 JESU LI GENETIČKO INŽENJERSTVO 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 СОЦИОЛОШКИМ, РЕЛИГИОЗНИМ, ФИЛОЗОФСКИМ И ПОЛИТИЧКИМ РАСПРАВАМА**
- 10 ОЗНАЧАВАЊЕ (ДЕКЛАРИРАЊЕ) И ПРОМЕТ GMO-A КОД НАС И У СВИЈЕТУ**
- 11 ПОСТОЈИ ЛИ КОД НАС (У БИХ) GMO?**
- 12 ЈЕ ЛИ БИХ ДЕФИНИРАЛА ЗАКОНСКЕ И ПОДЗАКОНСКЕ ПРОПИСЕ У ВЕЗИ С GMO?**
- 13 ТКО ЈЕ НАДЛЕŽАН ЗА ПРАЋЕЊЕ И КОНТРОЛУ GMO-A У БИХ?**
- 14 GMO КОД МИКРООРГАНИЗАМА, ŽIVOTINJA И LJUDI**
- 15 VAŽNOST PODIZANJA SVIJESTI И ZNANJA O GMO-U**
- 16 ПРАВА ПОТРОШАЧА У БИХ И USKLAĐENOST S ЕУРОПСКИМ PROPISIMA**
- 17 GMO - BUDUĆNOST ИЛИ ZABLUDA?**

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



# UMJESTO PREDGOVORA

Rasprostranjenost genetski modificiranih organizama (GMO) nastavlja rasti, kao i interes javnosti o sigurnosti ovih proizvoda. S porastom uporabe ovih organizama raste i zabrinutost koja je uglavnom fokusirana na zdravlje potrošača i negativan utjecaj na okoliš. Zato su diljem svijeta podijeljeni stavovi oko uporabe genetski 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 ove zabrinutosti, sve više je znanstvenih, istraživačkih i stručnih studija u kojima su uspoređivani učinci tradicionalne hrane s genetski modificiranom hranom. Iako je znanje o tome kome i u što vjerovati u vezi s ovom temom stalna bitka, brojne međunarodne organizacije, uključujući Svjetsku zdravstvenu organizaciju i Američku medicinsku udrugu, zaključile su da je genetski modificirana hrana sigurna za potrošače. To zahtijeva dodatna obrazloženja i komentiranje te javne rasprave među znanstvenom zajednicom, donositeljima odluka i širom javnošću.

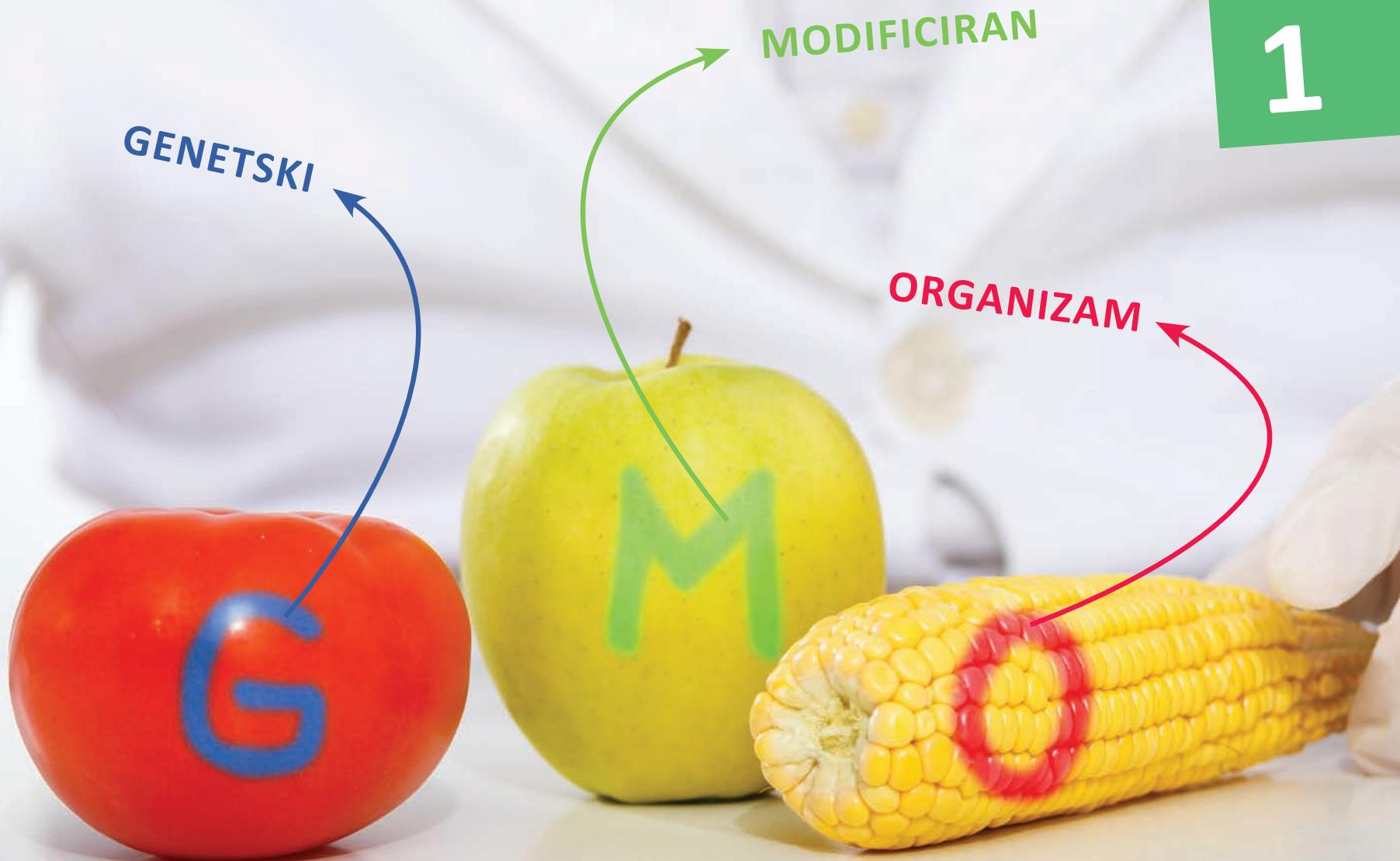
Ovom publikacijom autori (članovi Vijeća za GMO koje je imenovalo Vijeće ministara BiH) nemaju namjeru zastupati bilo čije stavove. Cilj ovoga teksta nije u afirmiranju ili osporavanju genetičkog inženjerstva (uključujući i GMO) nego u realnom upoznavanju čitatelja s postignućima i mogućnostima ove tehnologije. Ovo je pokušaj predstavljanja svih dobrih i loših strana jačanjem svijesti

i razvojem kapaciteta i institucija u Bosni i Hercegovini. Cilj je informirati stanovništvo o najnovijim saznanjima i praksama i u svijetu tako i kod nas. Opća znanja, uključujući i ovo na temu GMO-a, važan je pokretač razvoja našeg društva.

Publikacija je nastala uz značajnu podršku brojnih stručnjaka u području biljne, životinjske i humane genetike koji danas rade na prostoru Bosne i Hercegovine. Ovom prilikom posebno se želimo zahvaliti profesorima Rifetu Terziću i Kasimu Bajroviću, koji su, zajedno s recenzentima, u svome dosadašnjem radu dali značajan doprinos objektivnim sagledavanjima i saznanjima o GMO proizvodima, te svojim sugestijama i prijedlozima unaprijedili kvalitetu teksta ove publikacije.

Mostar, lipnja 2022. godine

Autori



# ŠTO JE GMO?

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

Kratka "GMO" označuje genetski modificirani organizam (eng. *Genetically modified organism*) i predstavlja bilo koji organizam čiji je genski



materijal (DNK) izmijenjen korištenjem tehnika genetičkog inženjerstva. Na taj način se stvaraju kombinacije biljnih, životinjskih, bakterijskih i virusnih gena koje se ne javljaju u tradicionalnim metodama oplemenjivanja. Precizna definicija genetičkog inženjerstva varira među državama i institucijama, premda 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 Europska komisija – EC)<sup>1</sup>. Dakle, GMO u svojem genskom materijalu nosi stabilno ugrađene strane dijelove DNK (gene), koji su trajno prisutni i prenose se na potomstvo prema općim zaključcima nasleđivanja. Ova tehnologija se u svakodnevnom govoru naziva još i „genska tehnologija“, „rekombinantna DNK tehnologija“ ili „genetski inženjer“. Danas su dostupne brojne tehnike za umetanje izoliranog gena u genom domaćina, a nedavni napredak (posebno ističući CRISPR tehniku), učinio je stvaranje GMO-a vrlo jednostavnim.

Organizam dobiven genetičkim inženjerstvom (GEO – eng. *Genetically engineered organism*) može se koristiti kao precizniji termin u usporedbi s GMO-om kada se opisuju novonastali organizmi kojima se izravno manipulira biotehnologijom. U Kartagenskom protokolu o biološkoj sigurnosti iz 2002<sup>2</sup>. korišten je sinonim živi modificirani organizam (LMO, eng. *Living modified organism*) i definiran je kao „bilo koji živi organizam koji posjeduje novu kombinaciju genskog materijala dobivenog korištenjem suvremene biotehnologije“.

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

Složenost i različitost u definiranju pojma GMO-a dokazuje činjenica da je *Europski sud pravde* 25. 7. 2018. donio presudu u kojoj mijenja svoju definiciju za GMO kako bi uključio „organizme dobivene mutagenezom“. Nasuprot tomu, Ministarstvo poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država (USDA, eng. *The United States Department of Agriculture*) presudilo je da se organizmi s izmijenjenim genomom ne smatraju GMO-ima. Malo je tema koje su tako snažno podijelile javnost kao ova. Dok znatvena zajednica u

većini podržava genetičko inženjerstvo usmjereni na stvaranje GMO-a, stav javnosti uglavnom karakterizira snažan otpor uz opisivanje ove aktivnosti kao “igranje Boga” ili “igranja s prirodnim procesima”. Takav odnos može “kočiti” primjenu genetičkog inženjerstva i u slučajevima kada ono može biti od neprocjenjive koristi (proizvodnja inzulina, cjepiva protiv hepatitisa B i sl.) ili u slučaju znatno brže dobivenih rezultata nego pri tradicionalnom oplemenjivanju. Isključivost u stavovima nije dobra za bilo koju temu, pa ni u slučaju genetski modifciranih 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)

# POVIJEST 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 izravnu manipulaciju nasljednim materijalom određene vrste putem ugradnje novih DNK sekvencija, bez obzira na njihovo podrijetlo.

Prvi uspješan pokus vezan uz rekombinantnu DNK proveli su znanstvenici Herbert W. Boyer i Stanley N. Cohen, koji su 1973. godine unijeli gensku informaciju za otpornost na antibiotik iz skupine 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 inzulina, u transgenoj *Escherichia coli* u koju je ugrađen gen za ljudski inzulin. Naime, kompanija Genentech je 1982. godine, u partnerstvu s Eli Lilly & Co., plasirala na tržište humani inzulin "Humulin®" kao prvi komercijalizirani proizvod genetičkog inženjerstva. Transgena *E. coli* proizvodi humani protein u kontroliranim uvjetima, pojednostavljeno je pročišćavanje hormona, a moguće je proizvesti praktično neograničene količine hormona. Dva su razloga što je ova primjena genetičkog inženjerstva vrlo dobro i lako prihvaćena: humulin je riješio veliku farmakoterapijsku krizu, a transgena *E. coli* proizvodi inzulin u kontroliranim uvjetima u zatvorenom sustavu. Glede biljnih kultura, duhan (*Nicotiana*

sp.) je prva biljka na kojoj je izvršena modifikacija 1983. godine introdukcijom gena za otpornost na antibiotik kanamicin.

Iako su proizvodi genetičkog inženjerstva ušli u hranidbeni lanac u obliku rekombinantnog kimozina (enzim koji se koristi u mljekarskoj industriji za zgrušavanje mlijeka) još 1990. godine, širu pažnju javnosti privukli su tek nekoliko godina kasnije s komercijalizacijom prvih genetski modificiranih biljaka namijenjenih za prehranu ljudi i životinja.

Prva genetski modificirana biljka odobrena za komercijalizaciju u Sjedinjenim Američkim Državama 1994. godine bila je FlavrSavr™ rajčica s produženim rokom trajanja zrelog ploda. U stanice sorte rajčice ugrađen je gen koji kodira enzim poligalakturonaza (PG), ali obrnute orientacije. Ovaj enzim uključen je u procese mekšanja ploda u posljednjoj fazi zrenja. Ispoljavanje gena obrnute orientacije sprječava ispoljavanje prirodno prisutnog gena rajčice koji kodira PG. Ova tehnika naziva se *antisense RNK*.

Unatoč 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 su u vlasništvu kompanije Monsanto.

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

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

Ova promjena orijentacije učinila je transgene usjeve najbrže usvojenom tehnologijom u povijesti poljoprivrede. Od 1996. godine, kada se počinju komercijalno uzgajati, površine pod transgenim usjevima kontinuirano se uvećavaju s dvoznamenkastim stopama porasta godišnje za većinu godina. Prema izvješću Međunarodne službe za usvajanje biotehnoloških aplikacija u poljoprivredi - ISAAA (eng. *International Service for Acquisition of Agri-biotech Applications*) za 2019. godinu, u 24. godini komercijalizacije uzgoj transgenih usjeva širom svijeta nadišao je 190 milijuna hektara, što je 0,7 % manje u odnosu na prethodnu godinu. Ove površine nalaze se u 29 zemalja koje naseljava oko 60 % svjetskog stanovništva (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, lucerna i pamuk) dosegla je zasićenje (90–100 %) i daljnja ekspanzija može se očekivati samo u slučaju uvođenja novih GM biljaka ili novih osobina. Zanimljivo je što se od 2011. godine porast površine pod GM usjevima uglavnom odnosi na zemlje u razvoju, tako da se u 2019. više od 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).

Eropska unija je, glede uzgoja GM kultura, izrazito konzervativna. Jedina GM biljka s dozvolom za uzgoj u EU je MON 810 kukuruz i u 2019. uzgajan je samo u Španjolskoj i Portugalu.

Dominantni GM usjevi su soja, kukuruz, pamuk, uljana repica, šećerna repa, lucerna i papaja, a transgene osobine su tolerancija na herbicide i otpornost na kukce. 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: lucerna, šećerna repa, šećerna trska, papaja, patlidžan, krumpir, bodalj (*safflower*), a na jabuku, ananas i tikvu otpada blizu 1.000 ha širom svijeta.



**10,000  
GODINA  
PRIJE**

**KASNE  
1800te**

**1940te  
I  
1950te**

**1980te**

**1990te**

**1995**

**1996**

**1997**

**1999**

**2006**

**2016**

**2017**



Ljudi započinju pripravljanje usjeva koristeći selektivni uzgoj.



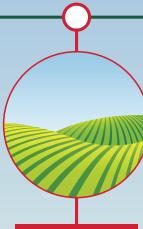
Poljoprivrednici i naučnici počinju da ukrštaju biljke između vrsta.



Uzgajivači i istraživači traže dodatna sredstva za uvođenje genetskih varijacija u genetski fond biljaka.



Uzgajivači i istraživači traže dodatna sredstva za uvođenje genetskih varijacija u genetski fond biljaka.



Prvi GMO u poljoprivredi su predstavljeni na tržištu.



Prvi GMO u poljoprivredi su predstavljeni na tržištu.



GM pamuk i kukuruz postaju komercijalno dostupni u SAD



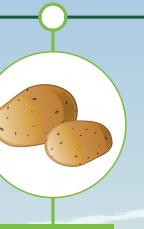
GM papaja postaje komercijalno dostupna u SAD



GM repica postaje komercijalno dostupna u SAD



GM lucerka i šećerna repa postaju komercijalno dostupne u Sjedinjene Američke Države.



GM krompir postaje komercijalno dostupan u SAD



GM jabuke postaju komercijalno dostupne u SAD

Sve više dobivaju na značaju kulture s novim osobinama kao što su modificirani i poboljšani sastav nutrijenata. U 2019. godini FDA je odobrila uporabu pamuka s izuzetno niskim sadržajem gosipola (TAM66274) za korištenje u prehrani ljudi i životinja.

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

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

Pregledom međunarodnih baza podataka o



GMO usjevima može se uočiti da su zeljaste vrste daleko češći objekt genetičkog inženjerstva u odnosu na drvenaste vrste. Uz GM papaju, otpornu na virus prstenaste pjegavosti papaje (*Prunus applanata ringspot virus* – PRSV), u bazi se može pronaći još GM šljiva otporna na virus šarke šljive (*Plum pox virus* – PPV), kao i nedavno deregulirana jabuka čije meso ploda ne podliježe enzimatskom posmeđenju (Arctic® Apple).



# JESU LI GENETIČKO INŽENJERSTVO I GMO ISTO?

Genetičko inženjerstvo (tehnologija rekombinantne DNK) obuhvaća metode umjetnog uspostavljanja novih kombinacija nasljednog materijala, što je u osnovi mnogo širi pojam od samog stvaranja genetski modificiranog organizma (GMO). Metode moderne molekularne biologije, naročito genetičkog inženjerstva, otvorile su nove mogućnosti u mnogim industrijama. Primjena genetičkog inženjerstva vrlo je raznolika i u današnje vrijeme općeprihvaćena – u biotehnologiji, biokemijskom inženjerstvu, medicini, poljoprivredi i u temeljnim i primjenjenim znanstvenim istraživanjima. Genetičko inženjerstvo omogućava dijagnostificiranje nasljednih bolesti, proizvodnju proteinskih hormona za liječenje ljudi, proizvodnju proteina za prehranu stoke (tzv. jednostanični proteini), proizvodnju novih antibiotika, cjepiva i lijekova, izradu mape ljudskog genoma, upoznavanje složene strukture gena, istraživanje virusa koji inficiraju stanice sisavaca, proizvodnju uzgojenih biljaka otpornih na bolesti i nepovoljne abiotičke uvjete, ugrađivanje stranog gena u neki embrij ili zamjenu nekog gena u embriju, stvaranje bakterija koje proizvode biorazgradivu plastiku, stvaranje bakterija koje razlažu plastiku itd.



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

Genetičko inženjerstvo pokazalo je svoj iznimski značaj i učinkovitost u području medicine i farmacije, zbog čega je u tim područjima općeprihvaćeno. Tako genetski modificirani organizmi (npr. bakterija *Escherichia coli*), kojima su ugrađeni ljudski geni, proizvode humane proteine potrebne za liječenje teških bolesti: inzulin (za liječenje šećerne bolesti), interferon (protiv virusnih oboljenja), faktori koagulacije (za liječenje hemofilije), hormone rasta ili za različita cjepiva, npr. protiv hepatitisa B.

Editiranje genoma ili editiranje gena ustvari je metoda genetičkog inženjerstva kada se izvodi umetanje, uklanjanje, modificiranje ili zamjena gena u genomu organizama. Suprotno tehnički klasičnog genetičkog inženjerstva kada se nasumice (*random*) umeće genski materijal u genom domaćina, pri editiranju genoma promjene se izvode točno na određenom mjestu. Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna dobitnice su Nobelove nagrade za kemiju u 2020. za otkriće metode poznate pod oznakom CRISPR-CAS9, koja omogućava mijenjanje genskog zapisa živih bića po volji. Metoda se temelji na posebnim enzimima koji precizno presijecaju lančanu strukturu molekula DNK na određenim odabranim mjestima, uz mogućnost da se tu umetne odabrana genetska sekvencija.

Sposobnost mijenjanja po volji nasljedne osnove organizama revolucionarno definira čovjekove mogućnosti na polju biotehnologije, ali i u mnogim drugim područjima. Te su mogućnosti, međutim, skopčane s ozbiljnim etičkim pitanjima i sljedstvenom društvenom debatom koja uvelike traje širom svijeta,

zbog čega su ova istraživanja trenutačno zabranjena. GMO je tema koja je značajno podijelila stavove upravo između znantvene zajednice i društva. Veliki broj znantvenika i istraživača (posebno onih koji se bave bioinženjerstvom) danas nas žele uvjeriti u bezopasnost tehnologije i sigurnost hrane proizvedene genetičkim inženjerstvom, dok javnost i oni koji to primjenjuju u praksi traže više informacija i kontrola, jednom riječu - opreza. Nepovjerenje prema genetičkom inženjerstvu sveprisutno je u Europi kada je riječ o proizvodnji GMO-a i GM hrane. U poljoprivredi se genetičko inženjerstvo koristi za proizvodnju biljaka otpornih na herbicide, sušu, niske i visoku temperaturu, zaslanjena zemljišta, nepovoljne uvjete skladištenja i transporta te za proizvodnju biljaka bolje prehrambene vrijednosti. Trenutačno su na tržištu dostupne različite vrste genetski modificiranih uzgojenih biljaka kao što su: soja, kukuruz, riža, rajčica, krumpir, duhan, pamuk, dinja, papaja i dr.



4



# KONVENCIONALNO OPLEMENJIVANJE NASPRAM GMO-A

Najveći dio hrane koju danas jedemo vodi podrijetlo 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 klasičnim oplemenjivanjem mogu se 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 genskih modifikacija uzgojenih biljaka – genetičko inženjerstvo i editiranje genoma omogućavaju genetske promjene kod neke vrste koje se u prirodi ne mogu normalno odviti niti izvesti klasičnim oplemenjivanjem, kao što je npr. unošenje gena iz bakterije u uzgojene biljke.

Genetičko inženjerstvo je proces koji obuhvaća: (a) definiranje osobine koja nedostaje uzgojenoj biljci (npr. otpornost na kukce, herbicide, sušu) te pronašak organizma (biljka, životinja, mikroorganizam) koji posjeduje definiranu osobinu, odnosno gen/e za tu osobinu. Npr. oplemenjivači žele stvoriti hibrid kukuruza otporan na kukce, gen otpornosti pronašli su 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, izvodi se kloniranje i dizajniranje Bt gena koji osigurava otpornost kukuruza na kukce. (c)

Korištenjem određenih alata Bt gen se umeće 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 utjecaj umetnutog gena na gene biljke domaćina nije isključen. (d) Biljka s umetnutim Bt genom uzgaja se u laboratoriju radi provjere je li biljka usvojila gen. Ukoliko je biljka usvojila gen, novi Bt genotip kukuruza testira se prvo u stakleniku, a potom u poljskim ogledima. GM biljke prolaze rigorozno testiranje i sigurnosne testove prije komercijalne proizvodnje.

Genetičko inženjerstvo kod biljaka ima posebno intenzivan razvoj, a osim primjene u poljoprivredi, ima mogućnosti razvoja novih tehnologija i konačnih proizvoda u prehrambenoj, kemijskoj i farmaceutskoj industriji. U biti, primjena genetičkog inženjerstva u poljoprivredi ima isti cilj kao konvencionalno oplemenjivanje – stvarati genotipove uzgojenih biljaka s određenim poboljšanim osobinama. Prilikom konvencionalnog oplemenjivanja, seksualnim putem ne prenose se samo poželjni geni nego cijelokupan genom jednog roditelja i s nepoželjnim genima. Metodama molekularne tehnologije prenosi se jedan ili više poželjnih gena iz bilo koje evolucijske kategorije. Genske transformacije moguće je izvesti izravnim unošenjem strukturnih 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. Izravno unošenje strukturnih



gena izvodi se stimulacijom endocitaze, kemijskim putem, elektroporacijom, genetičkim pištoljem i mikroinjektiranjem.

GM biljke druge generacije imaju povećanu otpornost na uzročnike bolesti i štetnike te 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 dušika i fosfora, proizvodnja lijekova i cjepiva za njihovu primjenu u medicini.

I na kraju, umjesto zaključka pod ovim naslovom, navesti ćemo riječi profesora Huuba J. Spiertz sa Sveučilišta Wageningen: "... 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 rastući broj ljudi. Argumente za ove tvrdnje pronalaze u tome što je genetski potencijal za prinose najvažnijih uzgajanih biljnih kultura već dobrano dosegnut u konvencionalnoj selekciji, a površina najplodnijeg zemljišta stalno se 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<sup>3</sup>. godine pokazala je da je uporaba GMO-a smanjila uporabu kemijskih pesticida za 37 % i povećala prinose za 22 % (Klümper i Qaim, 2014.).

Rizici i strahovi uslijed primjene GMO-a i korištenja u hrani za ljude i životinje općenito se dijele na: zdravstvene rizike, rizike učinka na okoliš i ekonomski učinak koji se odnosi na smanjene troškove zaštite usjeva od kukaca i korova. Protivnici stvaranja i korištenja GMO-a, a time i GM hrane, te oni koji nisu u potpunosti protiv tih zahvata i ideja zagovaraju vrlo oprezno postupanje, detaljno i dugotrajno

## **Pros**

*Veći prinosi usjeva uz manju uporabu pesticida  
Veća opskrbljenost hranom  
Veća otpornost na biljne patogene i štetnike  
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  
Употреба биљака у фиторемедијацију*

## **Cons**

*Utjecaj na zdravlje ljudi (povezanost s alergijskim reakcijama)  
Utjecaj na okoliš (više otpornosti na pesticide)  
Strah od transfera gena (iz GMO-a) u prirodu  
Tolerantnost na bolesti i štetnike uzrokuje njihovo ubrzano prestrojavanje  
Porast uporabe herbicida*

ispitivanje tih organizama i njihov utjecaj na okoliš, ljudsko zdravlje i promjene u ekosustavu. Prisutne su i različite moralne, etičke i religiozne dvojbe i dileme miješanja u prirodu i njezin ustroj. Protivnici GMO-a i genetičko inženjertvo smatraju opasnim i nedovoljno usavršenim i ispitanim, te da novostvoreni GMO-i pušteni u prirodu mogu biti monstrumi sa štetnim i nesagledivim posljedicama na okoliš. Stoga je nužnost u primjeni ovih tehnologija visoko kvalitetna i stalna kontrola.

GM hrana ima određene prednosti i određene mane nad drugim načinima uzgoja biljaka i njihovog korištenja za prehranu stanovništva ili životinja, iako prevladava većinom negativno mišljenje o njezinoj kakvoći i uporabi (Xu, 2015.<sup>4</sup>). Nepoznati utjecaji na zdravlje ljudi koji još nisu utvrđeni, ali postoji bojazan za humanu populaciju, mogu biti da GMO-i produciraju otrove i gene otporne na antibiotike.

Iako zasad ne postoji niti jedna validna studija čiji rezultati ukazuju da genetski modificirani organizmi koji se trenutačno koriste u ljudskoj prehrani, kao i prehrani životinja, predstavljaju veći rizik po zdravlje ljudi u odnosu na hranu koja nije proizvedena primjenom transgenih tehnologija, poljoprivredna praksa vezana uz proizvodnju genetski modificiranih organizama može imati negativne posljedice na okoliš. Naime, poslije SAD-a najveći proizvođač transgenih

usjeva je Brazil, zemlja 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 tvari glifosat često rezultira prekomjernom uporabom ovog otrovnog herbicida uslijed manjka kontrole nad primjenom pesticida u pojedinim zemljama. U isto vrijeme, važno je napomenuti da neodrživa poljoprivredna praksa, kao i njezin negativan utjecaj na okoliš, nije isključivo vezana uz uzgoj transgenih usjeva te je prisutna u mnogim zemljama s manjkom regulacijskih mehanizam 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. Howard University





# 6

## POZITIVNI I NEGATIVNI PRIMJERI

Niži troškovi proizvodnje, porast prinosa i duže vrijeme trajanja tih proizvoda neke su od navedenih prednosti primjene GM biljaka. Stopa porasta prinosa usjeva u svijetu danas je manja od 1,7 %, dok se očekuje porast od 2,4 % kako bi se uđovoljilo zahtjevima rasta stanovništva i poboljšanja prehrabnenih standarda. Svjetska organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO) predviđa da će površina obradivog zemljišta po osobi za proizvodnju hrane biti smanjena sa sadašnjih 0,24 ha na 0,18 ha do 2050. godine (Alexandratos i 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 zbog potencijalne zdravstvene opasnosti, a uz to uslijed njihove primjene dolazi do zagađenja vode i tla, što uzrokuje štete na okolišu (Huebner i sur., 1999.<sup>6</sup>). Primjer GM biljke visoke rodnosti otporne na biljne patogene, štetnike i herbicide je *Bt* kukuruz. Ovaj GM kukuruz nastao je unošenjem gena iz bakterije *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) koji kontrolira proizvodnju proteina s insekticidnim djelovanjem. Ovaj *Bt* kukuruz sâm proizvodi protein koji je insekticid odnosno otrov, a koji mu osigurava otpornost od napada kukaca (Hutchison i sur., 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 štetnika



ružičastog crva (*Pectinophora gossypiella*). Prinosi pamuka porasli su za 31 %, a uporaba insekticida smanjena je 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 štetnicima. Tolerancija na sušu i tolerancija na zaslanjenost je stvaranje biljaka koje mogu izdržati dugotrajna razdoblja suše ili visoke sadržaje soli u tlu i podzemnim vodama, a što bi pomoglo poljoprivrednicima da uzgajaju biljne usjeve u neodgovarajućim uvjetima (Bošković i sur., 2003.<sup>9</sup>).

Područje u kojem se može popraviti kvaliteta hrane koja prevladava u prehrani određene skupine stanovništva, a koja ne sadrži sve potrebne hranjive tvari, najbolje je dokumentirano po pitanju riže. Riža nazvana „zlatna riža“, koju su stvorili istraživači švicarskog Saveznog instituta za biljnu tehnologiju, sadrži više beta-karotena koji je provitamin vitamina A. U zrnu žitarica ima vrlo malo vitamina A i njegov deficit u prehrani ljudi uzrokuje sljepilo, tj. ako se ne unosi dovoljno provitamina u organizam (Daniell i Streatfield, 2001.<sup>10</sup>). Sadašnja generacija „zlatne riže“ je nadišla ovaj nedostatak, dok se problem javlja pri spontanom ukrštanju divljih srodnika i GM riže.

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





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

Usporedo s prednostima, danas se dokazuju štetni učinci GMO-a koji se manifestiraju u zdravlju ljudi i očuvanju okoliša.

Alergije su reakcije kod osjetljivih ljudi 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 što se u ljudsku prehranu unosi novi protein koji nikada od njegova postanka nije bio u njegovom prehrabrenom lancu (Jošt i Cox, 2005.<sup>12</sup>). Primjer opasnosti u hrani predstavlja kukuruz „Starlink“, koji se prvi puta spominje 1998. godine u SAD-u. Znanstvenici su htjeli razviti otpornost na pojedine kukce te su biljku obogatili genom iz bakterije *Bacillus thuringiensis*. Umetnuti gen kodira za protein Cry9c koji uzrokuje snažnu alergijsku reakciju kod osjetljivih osoba. Ova modifikacija nikada nije bila odobrena za ljudsku prehranu.

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, znanstvenici 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 po zdravlje ljudi.

Ekološki rizik ogleda se u nenamjernim štetama po druge organizme. Ove situacije manifestiraju se u mogućnostima uništavanja ciljano štetnih kukaca koji napadaju GM biljke, ali mogu naštetiti i drugim kukcima iz okoliša.

Jedan od rizika je smanjenja učinkovitost pesticida, a odnosi se na mogućnost da neke vrste i populacije kukaca ili mikroorganizama postanu otporne na ta sredstva. Ovaj primjer bio je najočitiji kada su neke populacije komaraca razvile otpornost na insekticid - DDT (Bošković i sur., 2010.<sup>13</sup>).

Transfer gena na ciljane vrste je rizik primjene GM biljaka koje su modificirane u pogledu tolerantnosti na herbicide i korove, kao i što mogu prenijeti gen otpornosti na korov i nemodificirane kultivare. Tako bi se stvorio superkorov 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.

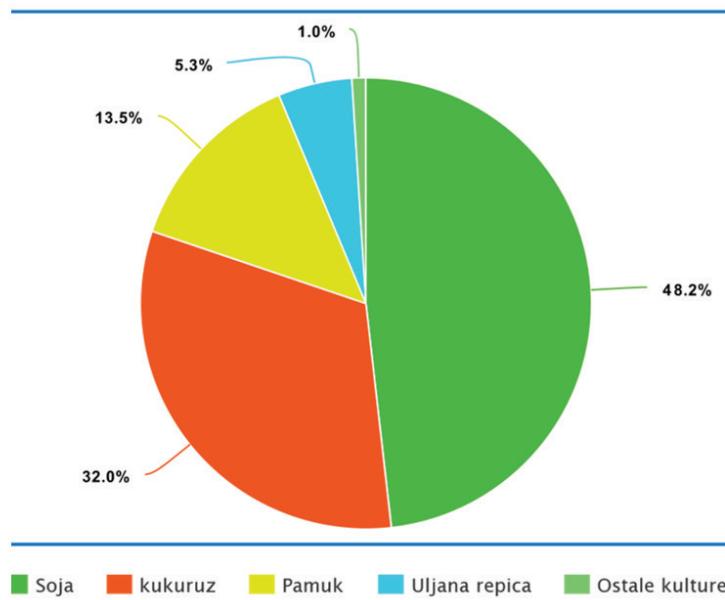


## GMO U BROJKAMA

Iako se tehnika genetičkog inženjerstva može primijeniti u različitim segmentima ljudske djelatnosti, poput farmakologije, industrije i zaštite okoliša, razvoj i komercijalizacija GMO-a najviše se primjenjuje u poljoprivrednoj proizvodnji. Genetski modificirane biljke počele su se komercijalno uzgajati početkom devedesetih godina 20. stoljeća, najprije u SAD-u, a zatim su se postupno počele uzgajati i u drugim zemljama. Ta se proizvodnja veoma brzo širila, pa su već 1996. površine pod genetski modificiranim usjevima iznosile 1,7 milijuna ha. U razdoblju od 1996. do 2019. te su površine povećane 112 puta, na 190,4 milijuna 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 5 industrijski razvijene zemlje. Valja reći da se u 10 zemalja nalazi 98 % ukupno zasijanih GM kultura. Osim toga, oko 40 zemalja uvozi proizvode od genetski modificiranih biljaka. Najviše uzgajani biotehnološki usjevi su soja, kukuruz, pamuk i uljana repica. U 2019. godini soja je bila vodeća biotehnološka vrsta s 91,9 milijuna ha koja je zauzimala 48 % globalne površine biotehnoloških usjeva. Slijede kukuruz sa 60,9 milijuna ha, pamuk s 25,7 milijuna ha i uljana repica s 10,1 milijunom ha. Ostale vrste bile su zasijane na 1,8 milijuna ha (grafikon). Na temelju globalne površine zasijanih usjeva za pojedine vrste, procjenjuje se da su 79 % pamuka, 74 % soje, 31 % kukuruza i 27 % uljane repice u 2019. godini činili biotehnološki usjevi.

Graf. Udio GM usjeva u 2019.godini



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

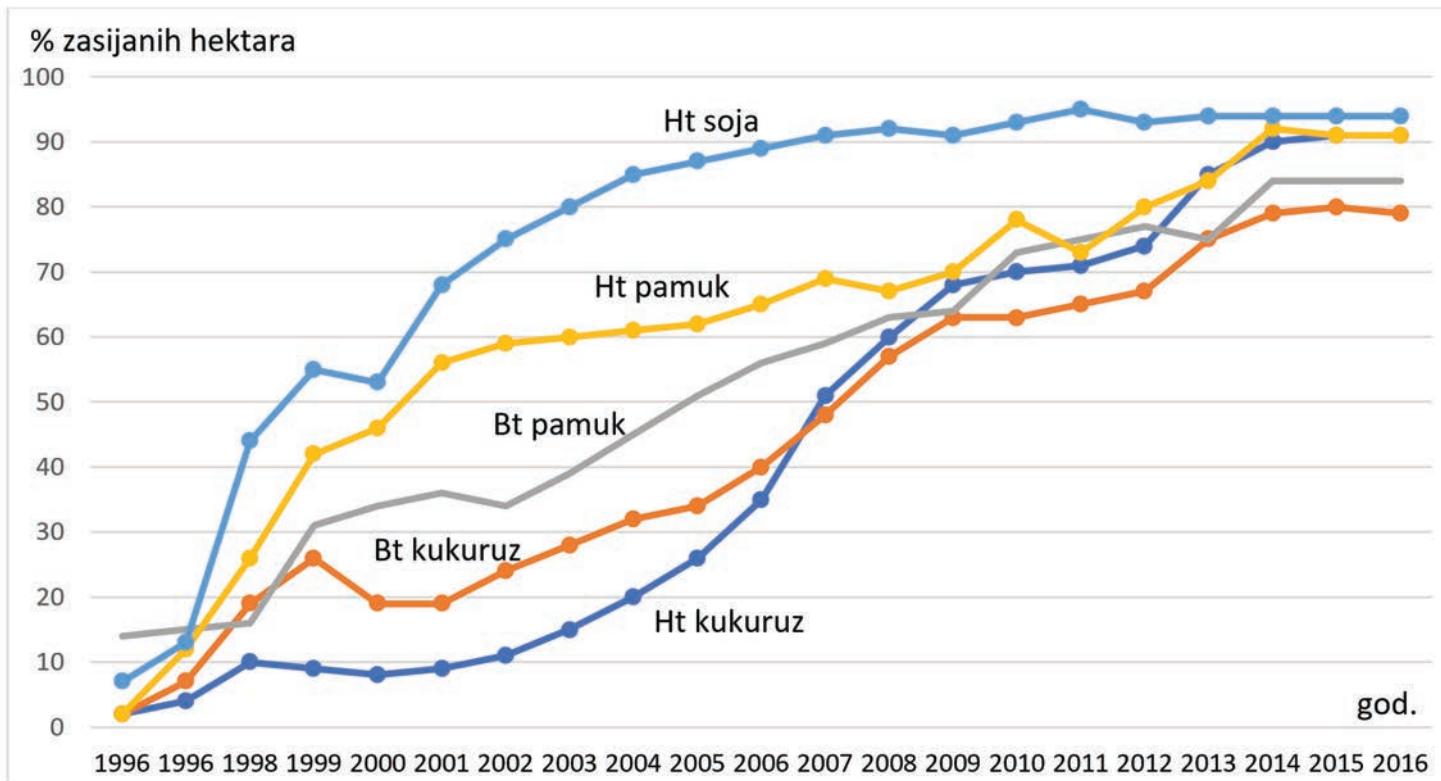
Tabela. Globalne površine pod biotehnološkim kulturama u 2019. po zemljama (milijuni hektara)

Rang	Zemlja	Površina (mil. ha)	Biotehnološke kulture
1	SAD	71.5	Kukuruz, soja, pamuk, lucerna, repica, šećerna repa, krumpir, papaja, tikva, jabuke
2	Brazil	52.8	Soja, kukuruz, pamuk, šećerna trska
3	Argentina	24.0	Soja, kukuruz, pamuk, lucerna
4	Kanada	12.5	Uljana repica, soja, kukuruz, šećerna repa, lucerna, krumpir
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*)



Grafikon: Trendovi udjela genetski modificiranih usjeva u SAD-u za razdoblje 1996.-2016. (HT – tolerantni na herbicide; BT - usjevi otporni na kukce 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



Genetski modificirana hrana dostupna je potrošačima od 1996. godine. Diljem svijeta, a naročito u SAD-u, ljudi je konzumiraju bez vidljivih utjecaja na zdravlje, što je zabilježeno u brojnim recenziranim znanstvenim časopisima, dokumentima i izvješćima regulacijskih tijela i agencija. Međutim, o teoretski mogućim kroničnim utjecajima GM hrane na zdravlje ljudi zasad se ne može govoriti jer je proteklo pre malo vremena od početka komercijalizacije GM usjeva do danas. Temeljno načelo procjene rizika i neškodljivosti GMO proizvoda je „ocjenjuje se pojedinačni proizvod, a ne tehnologija“.

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

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

Procjena zdravstvene ispravnosti namirnica dobivenih od GMO-a uključuje istraživanje: mogućih izravnih 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 proizaći iz genetske modifikacije.

Pri analizi i ocjeni mogućih štetnih utjecaja na okoliš i na zdravlje ljudi treba uzeti u obzir četiri vrste utjecaja, i to: 1) izravne utjecaje - koji se odnose na primarne utjecaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji su posljedica samog GMO-a i ne nastaju uzročno-posljedičnim lancem događaja, 2) neizravne utjecaje - koji se odnose na utjecaje na zdravlje ljudi ili okoliš, a koji nastaju uzročno-posljedičnim lancem događaja, mehanizama poput međudjelovanja s drugim organizmima, prijenos genetskog materijala ili promjena u uporabi ili upravljanju, 3) trenutačne utjecaje - koji se odnose na utjecaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji se uoče za vrijeme unošenja GMO-a, a koji mogu biti izravni ili neizravni, kao i 4) odgođene (naknadne) utjecaje - koji se odnose na utjecaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji ne moraju biti uočeni za vrijeme unošenja GMO-a, već kad izravni ili neizravni učinci postanu vidljivi u kasnijoj fazi ili nakon završetka unošenja.

Europska agencija za sigurnost hrane (*European Food Safety Authority* - EFSA) propisuje odgovarajuću proceduru za izradu procjene rizika od GMO-a. Znanstveni Panel o genetski modificiranim organizmima EFSA-e preporučuje sedam specifičnih područja koja je potrebno analizirati prilikom izrade procjene rizika za okoliš od GM biljaka, i to: (1) perzistentnost i invazivnost GM biljaka ili njihovih kompatibilnih srodnika, uključujući i 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 i kriterije za odabir odgovarajuće vrste i relevantne funkcionalne skupine za procjenu rizika; (5) utjecaj specifičnog uzgoja, tehnika upravljanja i žetve, uključujući i razmatranje proizvodnih sustava i primanje okruženja; (6) utjecaje na bio-geo-kemijske procese i (7) utjecaje na zdravlje ljudi i životinja.

# 9

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



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

Etika, kao grana filozofije koja se bavi moralom, našla je svoju primjenu u raspravi o proizvodnji i konzumiranju genetski modificiranih organizama. Naime, postoji nekoliko etičkih pitanja vezanih uz primjenu transgenih tehnologija u poljoprivredi i prehrambenoj industriji:



- Je li primjena ovih tehnika neprirodna?
- Škodi li proizvodnja GM hrane prirodnom okolišu, a njezino konzumiranje zdravlju ljudi?
- Je li primjena transgenih tehnika još jedan veliki korak u procesu privatizacije proizvodnje hrane od strane multinacionalnih kompanija?

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

Rasprrava vezana uz "neprirodnost" razvoja, uzgoja i konzumiranja genetski modificiranih usjeva nije isključivo u domeni vjerskih ubjedjenja. Naime, prisutna su i sekularna uvjerenja prema kojima su ljudski naporci da mijenjaju nasljednu osnovu živih organizama nešto "neprirodno" i potencijalno opasno. Važno je napomenuti da su ovi argumenti barem djelomično posljedica neupućenosti dijela

društva koje nije upoznato s činjenicom da ljudi već jako dugo neizravno mijenjaju nasljednu osnovu mikroorganizama, biljaka i životinja i 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 uvelike variraju, a često nisu ni potpuno usuglašeni. Papinska akademija za život proglašila je modifikaciju biljnih i životinjskih nasljednih osnova teološki prihvatljivim, a pojedini poglavari Rimokatoličke crkve izrazili su pozitivno mišljenje o GM hrani, uz napomenu da se svaki slučaj treba detaljno ispitati u cilju otklanjanja etičkih i znanstvenih neudomica. Iako Srpska pravoslavna crkva nije iznijela službeni stav, pojedini njezini predstavnici smatraju da genetske modifikacije narušavaju povjerenje koje je Bog ukazao čovjeku kao čuvaru njegove tvorevine. Vijeće muftija Islamske zajednice u Bosni i Hercegovini je fetvom utvrdilo da se genetski modificirani organizmi svrstavaju u kategoriju sumnjivih – mešuh proizvoda i kao takvi se ne mogu koristiti za prehranu ljudi ili životinja čije su meso i proizvodi dozvoljeni – halal. Unatoč navedenome, drugi islamski autoriteti u svijetu proglašili su GM hranu dozvoljenom – halal. Također, unutar zajednice židovskih vjerskih autoriteta trenutačno ne postoji apsolutni konsenzus glede toga je li 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 sastoje, sadrži ili je proizveden od GMO-a propisano je odredbama Zakona o genetski modificiranim organizmima („Službeni glasnik BiH”, broj 23/09) i Pravilnika o uvjetima 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, Kartagenskim protokolom o biosigurnosti, koji je Bosna i Hercegovina ratificirala 2008. godine, utvrđeno je da žive modificirane organizme koji su namijenjeni za namjerno unošenje u okoliš stranke uvoza i svakog drugog modificiranog živog organizma unutar dosegla Protokola treba jasno označiti kao modificirane žive organizme i jasno navesti identitet i odgovarajuće osobine i/ili karakteristike.

Osnovni cilj uvođenja obveznog označavanja je informirati potrošače i korisnike o proizvodu tako da će potrošači moći zaštititi svoje temeljno „pravo na izbor”, tj. moći će sami donijeti odluku žele li ili ne žele kupovati i konzumirati hranu koja sadrži GMO. Prema Zakonu o genetski modificiranim organizmima (u dalnjem tekstu: Zakon 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 zapakiranom proizvodu na oznaci (deklaraciji) piše: „Ovaj proizvod sadrži komponente genetski modificiranih

organizama“ ili „Ovaj proizvod sadrži genetski modificiran (naziv organizma)“;

2. se na nezapakiranom proizvodu (npr. proizvodu u rinfuzi) ponuđenom krajnjem potrošaču oznaka „Ovaj proizvod sadrži genetski modificirane organizme“ ili „Ovaj proizvod sadrži genetski modificiran (naziv organizma)“ postavi na proizvod ili neposredno uz proizvod, kao i na pratećoj dokumentaciji (računu).

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

Sukladno Zakonu o GMO-u u BiH, a u skladu sa zakondovstvom EU kojim je uređeno ovo područje (Uredba (EC) br. 1829/2003), nije obvezno označavati proizvode kao što su meso, mlijeko i jaja koji su dobiveni od životinja hranjenih GM hranom ili tretiranih GM lijekovima.

Pravila označavanja (deklariranja) proizvoda koji sadrže ili se sastoje od GMO-a propisana Zakonom o GMO-u u našoj zemlji i podzakonskim aktima u potpunosti su sukladni sa zakonodavstvom EU kojim je uređeno ovo područje i uzimaju u obzir obveze Bosne

i Hercegovine prema međunarodnoj trgovini, kao i Kartagenski protokol o biosigurnosti, posebno u odnosu na obveze uvoznika koji uvoze ovakve proizvode u BiH, kao i obveze pri potencijalnom izvozu iz BiH ovakvih proizvoda trećim zemljama. Zbog toga su pravila označavanja (deklariranja) proizvoda koji sadrže ili se sastoje ili potječe od GMO-a u potpunosti usuglašena s pravilima Svjetske trgovinske organizacije (WTO) jer su: jasna, transparentna i nediskriminirajuća. 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 propisano je Zakonom o genetski modificiranim organizmima („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09) te Zakonom o genetski modificiranim organizmima u Republici Srpskoj („Službeni glasnik RS“, broj 103/08). Shodno navedenim zakonima, praćenje stanja GMO-a može se promatrati kroz: uzgoj, uporabu kao hrana za ljudе i kao hrana za životinje (odnosno kako je Zakonom o GMO-u preciznije definirano: „ograničenu uporabu GMO-a u kontroliranom zatvorenom sustavu, namjerno unošenje u okoliš (zasijavanje), stavljanje na tržiste: kao hrana ili hrana za životinje, kao reproduksijski materijal u poljoprivredi i šumarstvu ili kao sredstva za zaštitu bilja, kao lijekovi ili reproduksijski materijal u veterinarstvu i pri uporabi GMO-a i/ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje i/ili potječu od GMO-a u kozmetici, farmaciji ili zdravstvenoj zaštiti ljudi“).

Danas u Bosni i Hercegovini nijedan genetski





modificiran usjev nema rješenje o odobrenju za uzgoj. Također, nijedan genetski modificiran organizam nema rješenje o odobrenju za uporabu u hrani za prehranu ljudi na tržištu Bosne i Hercegovine. To znači da se na tržište Bosne i Hercegovine trenutačno ne može stavljati hrana namijenjena za prehranu ljudi koja se sastoji, sadrži ili vodi podrijetlo od GMO-a.

Kada je riječ o hrani za životinje, Vijeće za GMO je u proteklom razdoblju davalо suglasnost za uvoz prvenstveno soje (sojina sačma) kao komponente u pripremi hrane za stoku koja je rezultat genetskih modifikacija, i to u skladu s Registrom odobrenih genetski modificiranih organizama Europske unije (eng. *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 ponovno je podvrgnuta postupku procjene rizika i 2012. odobreno je stavljanje na tržište država članica EU hrane i hrane za životinje koja sadrži, sastoji se ili potječe od GM soje. Do sada su odobrene sljedeće vrste GM soje na tržištu BiH, a koje su naravno odobrene i u EU:

- genetski modificirana soja MON 40-3-2 jedinstvenog identifikacijskog koda MON-Ø4Ø32-6;
- genetski modificirana soja MON 89788 jedinstvenog identifikacijskog koda MON-89788-1;
- genetski modificirana soja MON 87701 jedinstvenog identifikacijskog koda MON-877Ø1-2;

- genetski modificirana soja A5547-127 jedinstvenog identifikacijskog koda ACS-GMØØ6-4;
- genetski modificirana soja MON 87751 jedinstvenog identifikacijskog koda MON-87751-7;
- genetski modificirana soja MON 87708 jedinstvenog identifikacijskog koda MON-877Ø8-9;
- genetski modificirana soja DAS-44406-6 jedinstvenog identifikacijskog koda DAS-444Ø6-6 i
- genetski modificirana soja MON 87701 x 89788 jedinstvenog identifikacijskog 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 Europske unije (uz napomenu da se EU kategorira kao prostor s vrlo „rigoroznim“ propisima u pogledu GMO-a). Također prema gore navedenim zakonima, obveza proizvođača hrane za životinje je da jasno istakne oznaku (npr. „Ovaj proizvod sadrži genetski 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 raspravu i kritike.



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

U Bosni i Hercegovini je područje GMO-a uređeno Zakonom o genetski modificiranim organizmima („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09) i podzakonskim aktima. Zakon o GMO-u su, na prijedlog Agencije za sigurnost hrane BiH u suradnji s nadležnim organima Bosne i Hercegovine, entiteta i Brčko Distrikta BiH, 2009. godine usvojila oba doma Parlamentarne skupštine BiH. Zakonom o GMO-u uređuje se postupanje s GMO-ima, prekogranični prijenos GMO-a i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili vode podrijetlo od GMO-a, ograničena uporaba, unošenje u okoliš, stavljanje na tržište, rukovanje, prijevoz i pakiranje. Nadalje su ovim zakonom definirani opći pojmovi koji su u uporabi u vezi s problematikom GMO-a, a čine osnovnu terminologiju usklađenu s međunarodnim propisima. Zakonom je određen način provođenja stručnih, upravnih i inspekcijskih poslova za GMO i proizvode koji se sastoje, sadrže ili vode podrijetlo od GMO-a.

Zakon o GMO-u usklađen je s propisima Europske unije, a to su:

- Direktiva Europskog parlamenta i Vijeća 2001/18/EU od 12. ožujka 2001. o namjernom ispuštanju GMO-a u okoliš i ukidanju Direktive Vijeća 90/220/EEZ;
- Direktiva Vijeća 90/219/EEZ od 23. travnja 1990. o ograničenoj uporabi genetski modificiranih organizama;

- Uredba Europskog parlamenta i Vijeća (EU) br. 1946/2003 od 15. srpnja 2003. o prekograničnom kretanju GMO-a;
- Uredba Europskog parlamenta i Vijeća (EC) br. 1829/2003 od 22. rujna 2003. o genetski modificiranoj hrani i hrani za životinje;
- Uredba Europskog parlamenta i Vijeća (EZ) br. 1830/2003 od 22. rujna 2003. o sljedivosti i označavanju GMO-a i sljedivosti prehrambenih proizvoda i hrane za životinje proizvedenih od GMO-a.

Na temelju Zakona o GMO-u, Agencija za sigurnost hrane je, u suradnji s nadležnim organima Bosne i Hercegovine, entiteta i Brčko Distrikta BiH i uz stručnu pomoć Vijeća za genetski 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 genetski modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 17/12) - nacionalni propis;
- Pravilnik o uspostavljanju sustava za razvoj i dodjelu jedinstvenih kodova za genetski modificirane organizme („Službeni glasnik BiH“, broj 68/12) – usuglašen s Uredbom Komisije br. 65/2004 od 14. siječnja 2004.;



- Pravilnik o uvjetima i postupku izdavanja odobrenja za stavljanje genetski 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“, broj 78/12 i 62/15) – usuglašen s Uredbom EC 1829/2003 o genetski modificiranoj hrani i hrani za životinje i Uredbom EC 641/2004 o detaljnim pravilima za primjenu Uredbe EC 1829/2003;
- Pravilnik o sadržaju prijave i tehničke dokumentacije za stavljanje na tržište, uvjeta za označavanje i pakiranje genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ ili se sastoje ili potječu od genetski modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 78/12) – usuglašen s Uredbom EC br. 1830/2003 Europskog parlamenta i Vijeća od 22. rujna 2003.;
- Pravilnik o sadržaju i opsegu procjene rizika za stavljanje na tržište genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potječu od genetski modificiranih organizama i metodologije za procjenu rizika („Službeni glasnik BiH“, broj 79/12) – usuglašen s Direktivom 2001/18/ EC Europskog parlamenta i Vijeća od 12. ožujka 2001.;
- Odluku o visini posebne naknade za izdavanje rješenja o odobrenju za stavljanje na tržište genetski modificirane hrane i hrane za životinje („Službeni glasnik BiH“, broj 61/14) - nacionalni propis;
- Pravilnik o uvjetima plana praćenja (monitoringa) utjecaja genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ ili se sastoje ili potječu od genetski modificiranih organizama i njihove uporabe („Službeni glasnik BiH“, broj 64/14) – usuglašen s Direktivom 2001/18/EC Europskog parlamenta

i Vijeća od 12. ožujka 2001., Odlukom Vijeća 2002/811/EC od 3. listopada 2002. i Odlukom Komisije 2009/770/EC od 13. listopada 2009.;

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

Navedenim pravilnicima, uz ostalo, uređuje se procedura podnošenja zahtjeva za stavljanje na tržište GMO hrane i hrane za životinje te izdavanje rješenja o odobrenju za stavljanje na tržište GMO hrane i hrane za životinje uzimajući u obzir mišljenje Vijeća za genetski modificirane organizme, kao i druge činjenice važne za donošenje rješenja o odobrenju, za koje je, u skladu s člankom 3. stavak (2) točka c) Zakona o GMO-u, nadležna Agencija za sigurnost hrane BiH. Navedenim zakonodavnim okvirom u potpunosti su uređeni postupak i način stavljanja GMO hrane i hrane za životinje na tržište Bosne i Hercegovine na isti način kako je to određeno u Europskoj uniji. Sam postupak podrazumijeva dugotrajnu i složenu proceduru, u sklopu koje prethodno treba pribaviti opsežnu dokumentaciju na osnovi koje se provodi upravni postupak i donosi konačno rješenje o dozvoli ili odbijanju za stavljanje na tržište Bosne i Hercegovine GMO hrane i hrane za životinje.

U cilju osiguranja visoke razine zaštite života i zdravlja ljudi, zdravlja i dobrobiti životinja, okoliša i interesa potrošača, te u cilju ispunjavanja preuzetih obveza i napretka Bosne i Hercegovine na europskom putu i preuzimanju najnovijih znanstvenih saznanja i standarda, potrebno je pristupiti izmjeni i dopuni trenutačno važećih propisa o GMO-u.

Protokol o suradnji na razvoju ovlaštenih ispitnih laboratorijsa za genetski modificirane organizme u Bosni i Hercegovini potpisali su 20. 4. 2011. Agencija za sigurnost hrane BiH i *Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana* iz Rima (Italija), u sklopu kojeg djeluje referentni laboratorij za GMO. Vijeće ministara BiH je na 155. sjednici, održanoj 13. 7. 2011., usvojilo Izvješće o potpisivanju Protokola o suradnji na razvoju ovlaštenih ispitnih laboratorijsa za GMO u BiH između Agencije i *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 zakonodavstva s *acquisem EU*, u svoje zakonodavstvo transponirala i odredbe koje se, među ostalima, odnose na praćenje i kontrolu GMO-a. Na temelju odredaba članka 3. Zakona o GMO-u, nadležna tijela 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 temelju njega donesenih propisa obavljaju nadležni inspekcijski organi iz svojih nadležnosti, u skladu s važećim zakonskim propisima u Bosni i Hercegovini. Na temelju odredaba čl. 61. i 62. Zakona o GMO-u, u provođenju inspekcijskog nadzora nadležna inspekcija ima pravo i obvezu osobama koja ne pribave odobrenje ili druge suglasnosti nadležnog organa rješenjem zabraniti prekogranični promet, provoz, ograničenu uporabu, namjerno unošenje u okoliš i stavljanje na tržište GMO-a i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili vode podrijetlo od GMO-a. Ako postoji sumnja da se uvozi, unosi u okoliš, stavlja na tržište, koristi ili odlaže u okoliš GMO ili proizvod koji se sastoji, sadrži ili vodi podrijetlo od GMO-a suprotno odredbama Zakona o GMO-u ili posebnog propisa, nadležni inspektor naložit će da se pošiljka stavi pod carinski nadzor i zatražiti od uvoznika odnosno korisnika vjerodostojnu ispravu, te odrediti rok u kojem isprava treba biti predložena. Nadležni inspekcijski organi obvezni su

pri službenim kontrolama istražiti i ispitati pridržavaju li se subjekti u poslovanju s hranom i hranom za životinje čl. 51., 52. i 53. Zakona o GMO-u 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 obavljanju službenih kontrola te su precizno definirane nadležnosti inspekcijskog pregleda na prisutnost GMO-a prilikom uvoza hrane životinskog i/ili biljnog podrijetla i hrane za životinje bez obzira na podrijetlo, uključujući i hranu za životinje koja sadrži i/ili se sastoji ili potječe od GMO-a.

U skladu s Pravilnikom o postupku ocjenjivanja i ovlašćivanja laboratorija za ispitivanje, kontrolu i praćenje genetski modificiranih organizama i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potječu od genetski modificiranih organizama ("Službeni glasnik BiH", broj 73/17), nadležna entitetska ministarstva poljoprivrede i Odjeljenje za poljoprivredu Brčko Distrikta BiH provode postupak i izdaju rješenja o ovlašćivanju laboratorija za GMO. U Bosni i Hercegovini trenutačno su dva laboratorija uvrštena na jedinstvenu listu ispitnih laboratorija u BiH za ispitivanje, kontrolu i praćenje GMO-a





i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potječe od GMO-a. Kada je u pitanju referentni laboratorij za kontrolu GMO-a u Bosni i Hercegovini, na snazi je potpisani Protokol o suradnji na razvoju ovlaštenih ispitnih laboratorija za genetski modificirane organizme u BiH između Agencije za sigurnost hrane BiH i *Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana* iz Rima (Italija), u sklopu kojeg je referentni laboratorij za GMO. Prema Protokolu o suradnji, navedeni institut pruža podršku za uspostavu referentnih laboratorija u BiH i služi kao potvrđni laboratorij za GMO analize, 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 sustavima i okolišu nije dozvoljena. Ipak su brojni GM mikroorganizmi različitih namjena u fazi testiranja. Za primjere se mogu navesti bakterija *Pseudomonas fluorescens* HK44 koja degradira naftalen, gljivice koje degradiraju DTT i PCB (poliklorirane bifenile), bakterija *Desulfovibrio desulfuricans* koja degradira toluen u uvjetima visoke radioaktivnosti i sl.

Najznačajniji primjer korištenja genetskih modifikacija na kukcima predstavljaju transgeni komarci. Ova vrsta kukaca, osim što je iritantna, ujedno predstavlja skupinu najopasnijih prijenosnika oboljenja u prirodi. Do danas su stvorene transgene linije komaraca koje prenose 80 % manje sporozoita malarije u odnosu





na kontrolne kukce. Noviji pristupi podrazumijevaju introdukciju transgenih komaraca, koje je razvila kompanija *Oxitec*, čiji ženski potomci nastali parenjem s nemodificiranim ženkama ne dožive stadije odraslog kukca i na taj način se smanji udio populacije koja može širiti bolesti.

Prva transgena životinja stvorena je u Cold Spring Harboru 1975. godine, što je zasluga Jaenisha i Mintlea. Transgen iz majmunskog genoma ubačen je u miši i dobiven je transgeni miš. Od tada su transgene životinje našle svoju primjenu u farmaciji te se koriste za proizvodnju humanih proteina u jajima, mlijeku, krvi i urinu s namjerom korištenja ovih proizvoda u farmaciji kao enzima, albumina i antitijela. Transgene životinje, kao npr. onkomiš (*OncoMouse*) koji posjeduje gene koji promoviraju razvoj različitih vrsta raka (*cancer*) od kojih obolijeva čovjek, služe za istraživanja humanih bolesti i pronalazak terapija za njihovo liječenje. Genetske modifikacije životinjskih vrsta poput svinje omogućavaju postupak ksenotransplantacije (transplantacije organa, tkiva ili stanica između pripadnika različitih vrsta), tako što se isključe geni u životinji davatelja koji bi u organizmu primatelja (čovjeka) uzrokovali odbacivanje organa.

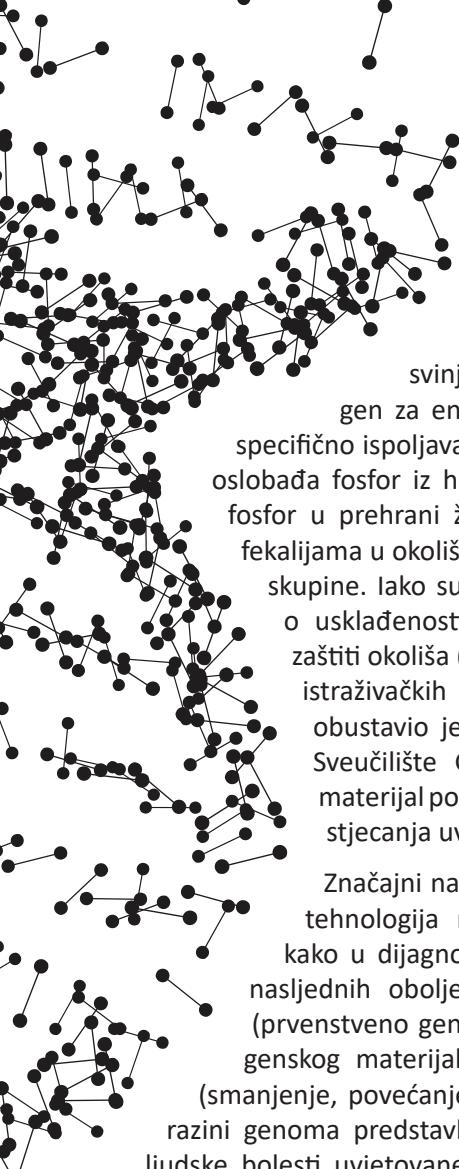
Transgene životinje našle su svoje mjesto i u stočarskoj industriji. Naime, prije 20-ak godina (1989.) kanadska tvrtka *Aqua Bounty Technologies* započela je razvoj brzorastućeg lososa kako bi se odgovorilo na veću potražnju lososovog mesa na tržištu, a istodobno smanjio pritisak na divlje populacije. Rezultat je *AquAdvantage* losos koji je genetski 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 za uzgoj u akvakulturi i ovako modificiran losos stiže na tržište 16-18 mjeseci prije od običnog atlantskog. Mlađ *AquAdvantage* lososa

proizvod je oplodnje ikre ženki divljeg tipa i transgenih ginogamih ženki hormonalno konvertiranih u mužjake. Opođena ikra podvrgne se 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 stupnja zaštite od eventualnog širenja transgena u okoliš (genetski, fizički i ekološki), udruge 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.) proteklo 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 trgovaci lanci odbili su distribuirati *AquAdvantage* zbog bojazni da će izgubiti kupce.

Kompanija *AgResearch* s Novog Zelanda je 2000. godine objavila proizvodnju transgene krave. Najsvježiji 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 sirenje. Još uvijek nije došlo do komercijalizacije, ali se intenzivno radi na dalnjem razvoju.

Pored poboljšanja proizvodnih i prerađivačkih osobina, primjenom



genetičkog inženjerstva nastoje se ublažiti utjecaji primarne proizvodnje na okoliš. U tom smislu je Sveučilište Guelph 2001. godine izašlo u javnost s rješenjem za utjecaj fosfora iz izmeta svinja na okoliš. Proizveli su transgene svinje (*enviropig*) kojima je ugrađen gen za enzym fitazu izoliran iz bakterije koji se specifično ispoljava u pljuvačnim žlijezdama svinja. Fitaza oslobađa fosfor iz hrane, tako da nije potrebno dodavati fosfor u prehrani životinja. Količina fosfora oslobođena fekalijama u okoliš je za 75 % niža u odnosu na kontrolne skupine. Iako su *enviropigs* dobro pozitivno mišljenje o usklađenosti s odredbama kanadskog zakona o zaštiti okoliša (2010.) te da se mogu proizvoditi izvan istraživačkih postrojenja, glavni financijer projekta obustavio je finansijsku potporu i u lipnju 2012. Sveučilište Guelph je zaključilo projekt. Genski materijal pohranjen je u genske banke do ponovnog stjecanja uvjeta za nastavak istraživanja.

Značajni napretci u pogledu korištenja transgenih tehnologija napravljeni su u humanoj medicini, kako u dijagnostičke svrhe (prvenstveno u detekciji nasljednih oboljenja) tako i u liječenju bolesti ljudi (prvenstveno genska terapija). Svaki oblik manipulacije genskog materijala u svrhu korekcije ekspresije gena (smanjenje, povećanje ili revitalizacija neaktivnog gena) na razini genoma predstavlja gensku terapiju. Kad su u pitanju ljudske bolesti uvjetovane defektom na jednom genu, princip terapije zasniva se na transformaciji stanica domaćina metodama genetičkog inženjerstva i ponovne inkorporacije stanica u organizam

primatelja. Genska terapija u živom organizmu počiva na principu ubacivanja terapeutskih gena u organizam pacijenta putem mogućih sustava transfera (npr. virusa, staničnih kultura itd.). Tako se npr. liposomi s genima za kontrolu cistične fibrose mogu unijeti u ljudski organizam tehnikom inhalacije sprejom (u nosnice). Retrovirusi u koje su ugrađeni anticancerski geni injicirani su izravno u maligni tumor uz očekivanje kurativnih učinaka. U tim pokušajima već su zabilježeni primjeri uspješnih intervencija. Također se očekuje da bi genska terapija *in vivo* mogla biti uspješna i u tretmanu hemofilije, šećerne bolesti, Parkinsonove bolesti ili AIDS-a. Važno je napomenuti da se ove terapije odnose na tjelesne stanice te se ne nasleđuju u narednim generacijama.

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

# 15

## VAŽNOST PODIZANJA SVIJESTI IZNANJA O GMO-U

Svako razdoblje ljudske povijesti povezano je s procvatom neke znanosti i nosi biljeg te znanosti. Nekada je to bila filozofija, nekada kemija ili fizika, a kraj 20. i početak 21. stoljeća obilježavaju biotehnologija u prirodnim i informatika u društvenim znanostima. Ove znanstvene discipline ušle su u sve pore društva i gospodarstva te bi današnje društvo bilo nemoguće zamisliti bez njih. Moderna biotehnologija, odnosno biotehnologija temeljena na genetičkom inženjerstvu, kao znanstveni proizvod druge polovice 20. stoljeća, među ljudima izaziva dvojake reakcije. Dok jedni smatraju da ona u velikoj mjeri može unaprijediti različite grane ljudske djelatnosti, drugi misle da će ta tehnologija donijeti ljudskom rodu 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 donijeti ljudima korist ili štetu, ovisno o primjeni i moralnim načelima onoga koji 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 cjepiva, u zaštiti okoliša itd. U posljednjih 25 godina površine pod genetski modificiranim kulturama narasle su na 190 milijuna hektara, a gotovo 50 % soje u svijetu je genetski modificirana soja. Danas se gotovo sav inzulin u svijetu proizvede pomoću genetski modificiranih organizama, umjesto proizvodnje iz gušterače 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 uporabu 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 GMO sastojke treba biti označena. Osim što GMO-i mogu predstavljati zdravstvene, sigurnosne i druge potencijalne rizike, brojne su etičke i moralne dvojbe vezane uz tehniku genetičkog inženjerstva. Oponenti ove tehnologije ističu, primjerice, da je moralno neprihvatljivo umetati životinjske gene u biljke.

Istraživanja pokazuju da način na koji se biotehnologija tumači u medijima može značajno utjecati na stavove i mišljenja različitih članova društva i na taj način utjecati na stupanj usvajanja genetskih kultura. Čak 71,8 % zainteresiranih u zemljama EU (s posebnim naglaskom u Velikoj Britaniji i Španjolskoj) smatra "polariziranom raspravu predstavljenu u medijima" kao "važnu" ili "vrlo važnu" prepreku usvajanju GM usjeva. Shodno tome, 91 % zainteresiranih smatrao je "objektivnim i činjeničnim medijskim pokrivanjem", kao "važnu" ili "vrlo važnu" mjeru koja bi omogućila uspješno usvajanje,



„Samo kada znanost  
bude radila u korist  
čovečanstva kako bi se  
ljudima olakšao život,  
a ne u korist velikih  
moćnika, tada će ovom  
planetu biti bolje i bit će  
mira“.

Nikola Tesla

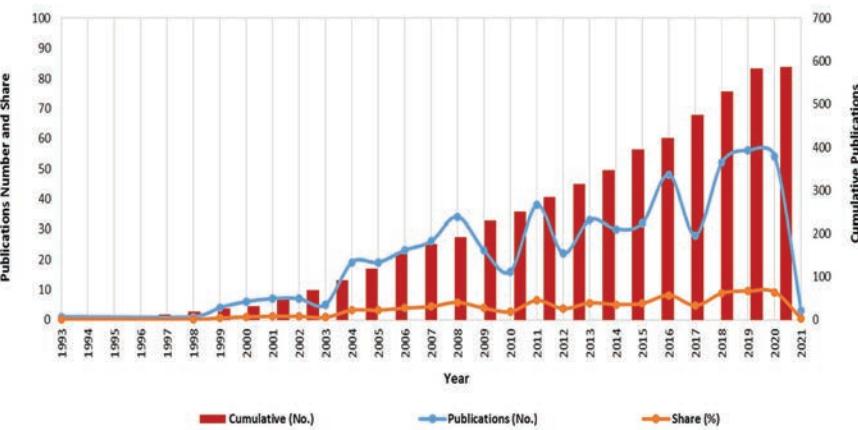


dok je 89,7 % smatralo da je to "vjerljivo" ili "vrlo vjerljivo" način ispravljanja nekih od najčešćih javnih zabluda povezanih s tehnologijom (Vilella-Vila i Costa-Font, 2008.<sup>19</sup>).

Mediji imaju važnu ulogu u olakšavanju komunikacije, kao i u podizanju svijesti i širenju znanja o biotehnologiji. Međutim, medijsko izvještavanje o biotehnološkim pitanjima pokazuje tendenciju niske i/ili pristrane pokrivenosti. Stoga postoji potreba za uspostavljanjem politika i smjernica u novinarstvu kako bi se omogućilo stvarno, nepristrano, objektivno i adekvatno prenošenje vijesti vezanih za znanost i tehnologiju. Osim toga, prijeko je potrebno izgraditi povjerenje između medija i znanstvene 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 znanstveno utemeljenih izvora. Uvijek treba sučeliti argumente za i protiv i donijeti odgovarajuću odluku.

Godišnji porast broja publikacija o percepцијама, stavovима, preferencijama i ponašanju potrošača o GM hrani (1981.-данас) (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 EUROPSKIM PROPISIMA

Dokumenti kojima se uređuju proizvodnja, kontrola i promet hrane dobivene primjenom genetičkog inženjerstva su *Codex Alimentarius* i Kartagenski protokol<sup>21</sup>. Knjiga zakona o hrani (lat. *Codex Alimentarius*) jest zbirka međunarodno priznatih standarda vezanih uz hranu, objavljena 1963. godine. Standarde je razvila Komisija za *Codex Alimentarius*, koju su osnovale Svjetska organizacija 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 usmjeren je na zaštitu potrošača te osiguranje dobre prakse u proizvodnji i razmjeni hrane. Bosna i Hercegovina je članica Komisije za *Codex Alimentarius* od 2007. godine.

Uz Konvenciju o biološkoj raznolikosti (*Convention on Biological Diversity-CBD*), odnosno međunarodni sporazum za zaštitu biološke raznolikosti, Kartagenski protokol o biološkoj sigurnosti (*The Cartagena Protocol on Biosafety - CPB*) je međunarodni sporazum kojim se uređuje međudržavno ili prekogranično osiguranje odgovarajuće razine zaštite na polju sigurnog prijenosa, rukovanja i korištenja živih



modificiranih organizama (LMO). Kartagenski protokol stupio je na snagu 2003. godine za zemlje potpisnice. Protokolom su određena pravila i procedure za siguran prijenos, rukovanje i iskorištavanje živih modificiranih organizama, vremenski rokovi i druge procedure ovisno o namjeni. Bosna i Hercegovina potpisnica je Kartagenskog protokola od 2008. godine ("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 na zaštitu interesa potrošača i osiguravaju osnovu za informiranost potrošača prije odabira prehrambenih proizvoda koje će upotrebljavati. Cilj propisa o prehrambenim proizvodima je spriječiti: a) nečestite ili obmanjujuće postupke, b) krivotvorene prehrambenih proizvoda i c) sve druge postupke koji mogu dovesti potrošača u zabludu. Prema 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 tvari koja je namijenjena za ugrađivanje ili se очekuje da će biti ugrađena u hranu ili hranu za životinje, u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije.

Prema Zakonu o GMO-u BiH ("Službeni glasnik BiH", broj 23/09), podaci o uporabi GMO-a i podaci o postupcima odobravanja nadležnog tijela su javni, te se putem sredstava javnog priopćavanja i internetke stranice Agencije za sigurnost hrane BiH javnosti daje na uvid. U Zakonu o zaštiti potrošača u BiH (čl. 1., 2., 3. i 4.) jasno su navedena prava koja su dana potrošaču ("Službeni glasnik BiH", br. 25/2006 i 88/2015).



<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?



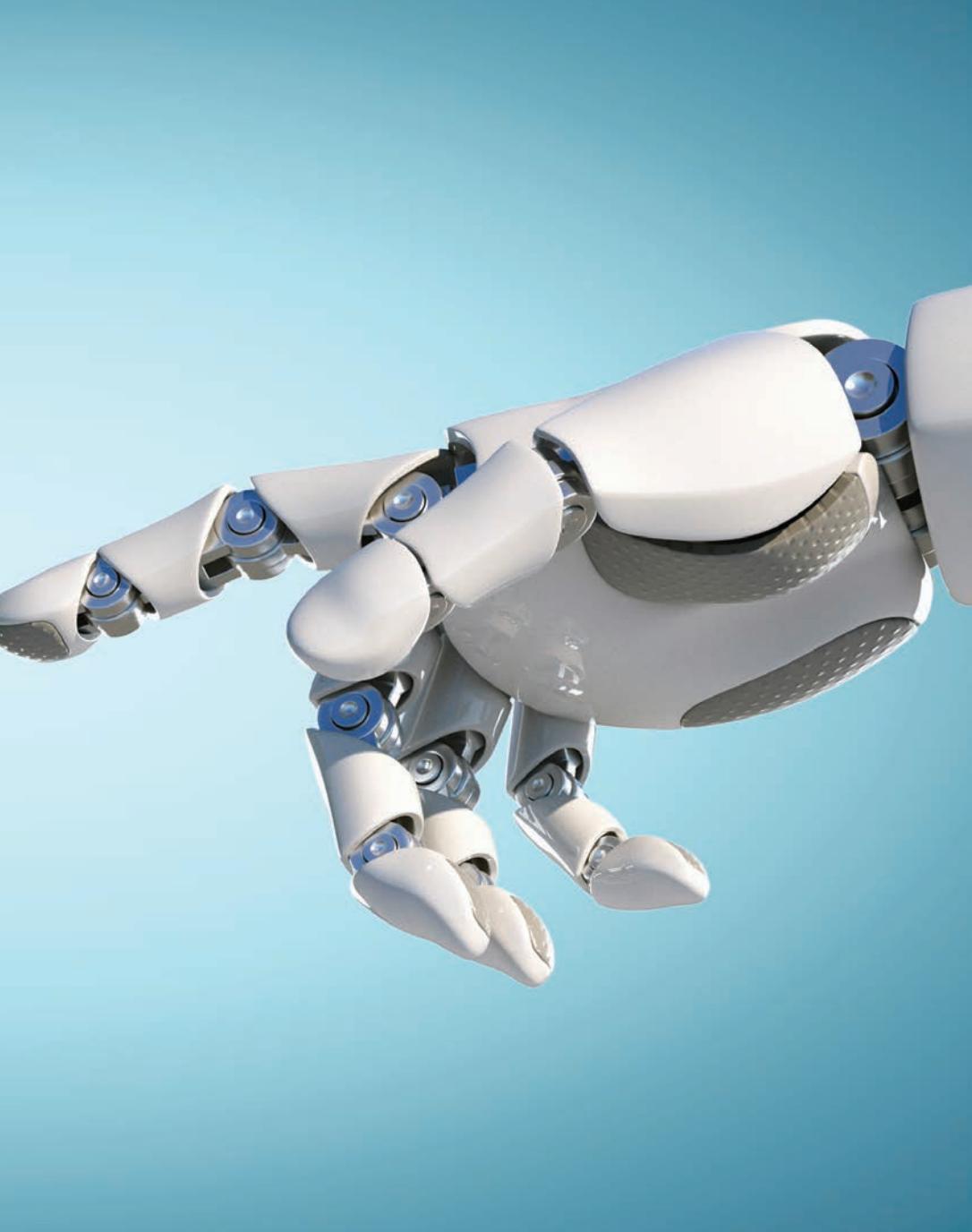
Ako govorimo o budućnosti GMO-a, teško je predvidijeti hoće li oni biti smanjeni zbog štetnih učinaka ili će „procvjetati“ s više kvalitete. GMO su danas zabranjeni u velikom broju zemalja, unatoč značajnoj liberalizaciji u SAD-u. Europa teži organskoj poljoprivredi, ali istovremeno radi na GMO-u, što pokazuje da se GMO ne može lako eliminirati u budućnosti. Podsjetimo, veliki broj studija dokazuje nepostojanje štetnog učinka GMO-a. Istraživači sa Sveučilišta u Perugiji (Italija) objavili su pregled 1.783 GMO testova sigurnosti, od kojih je u 770 ispitivan izravan utjecaj na zdravlje ljudi ili životinja. Rezultat vodi ka znanstvenom konsenzusu da postojeći GMO-i nisu ni manje ni više rizični od konvencionalnih usjeva. U isto vrijeme, danas se može čitati da su genetski modificirani organizmi ili proizvodi „neprirodni“, a da se „priroda uvek vraća svome porijeklu, što znači da će se čovjek morati suočiti 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 svakodnevno raste, zahtjevi pojedinaca postaju veći, značajan dio poljoprivrednih proizvoda koristi se za proizvodnju neprehrabrenih proizvoda i sl. Danas je u prosjeku 800 milijuna gladnih i ukoliko se ništa ne promijeni, taj broj će svakako u budućnosti rasti. Potaknut ovim činjenicama Pedro Sanchez, ravnatelj Centra za poljoprivredu i sigurnost hrane na Institutu za planet Kolumbija, kaže: „GMO su samo jedno sredstvo osiguranja da svijet bude siguran u hranu 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 uvjetima, moguće je povećati proizvodnju hrane na više načina: povećanjem obradivih površina, unaprjeđenjem tehnologije uzgoja, većim iskorištanjem genetskog potencijala uzgojenih biljaka, stvaranjem sorti i hibrida većeg genetskog potencijala i uvođenjem u proizvodnju novih biljnih vrsta. Povećanje obradivih površina je ograničeno, a veliki dio površina ima nepovoljne fizikalne i kemijske osobine. Unaprjeđenje tehnologije uzgoja ima svoj ekonomski, a povećanje genetskog potencijala svoj biološki maksimum. Iskorištanje postojećeg genetskog potencijala sorti i hibrida ovisi o osobinama zemljišta i tehnologije uzgoja. Proizvodnja hrane od životinja također ima svoje limitirajuće faktore. Postoje određene mogućnosti povećanja proizvodnje hrane boljim i intenzivnijim korištenjem vodnih resursa – oceana, mora, jezera i rijeka. Navedeni problemi mogu se prevladati većim udjelom znanosti, a prije svega razvojem i primjenom novih metoda biotehnologije. Umjesto pukog izoliranja određenih spojeva koje organizam sintetizira, moguće je od mikroorganizama, biljnih i životinjskih stanica načiniti „biološke tvornice“ koje će dodatno sintetizirati ekonomski vrijedne spojeve, poput proteina, vitamina, aminokiselina, antibiotika, raznih hormona i sl. Genetičkim inženjerstvom moguće je





povećati proizvodnju ili u samom organizmu ili kontrolirati gene koji sinteziraju taj produkt i ugraditi ih u neki drugi organizam, odnosno stvoriti transgene organizme.

Na kraju, među brojnim čitateljima koji su za ili protiv GMO hrane vjerujemo da će se svi usuglasiti o nužnosti obilježavanja i praćenja GMO proizvoda te ostavljanja potrošaču na volju izbora u trgovini. Kao važan čimbenik razvoja/zastavljanja korištenja GMO-a u budućnosti, može se navesti odgovor profesora Leifa Andersona sa Sveučilišta u Upsali, stručnjaka za genetska poboljšanja životinja, koji je na pitanje novinarke Naomi Darom (časopis *Haaretz*) da njegove aktivnosti mogu kod životinja izazvati mnogo patnje odgovorio: "Sve se vraća na pojedinačnog kupca i pitanje koliko je pojedinačni kupac spreman platiti meso... Ako kupci od nas traže samo najjeftinije moguće meso - to će i dobiti... Kupci moraju odlučiti što im je najvažnije, cijena ili nešto drugo".

ISBN 978-9926-8327-5-9

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke Bosne i Hercegovine

Pod ID brojem 51497990

# GMO

## GENETSKI 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 modifikovani organizmi u Bosni i Hercegovini“ daje korisne novije podatke o trenutnom prisustvu GM hrane na našem tržištu, ali i šire, činjenicama i zabludema koje su prisutne u javnosti, sociološki, religiozni, filozofski i politički pristup novim proizvodima, te podizanje svijesti i znanja o GMO.“

**Prof. dr. Stojko Vidović**

„.... cilj ove Brošure nije u afirmaciji ili osporavanju genetskog inženjerstva (uključujući i GMO) nego u realnom upoznavanju čitatelja sa 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 sa primjenom savremene biotehnologije i genetički modifikovanih organizama je kako racionalno iskoristiti prednosti koje oni pružaju, a da se pri tome spriječe potencijalne negativne posljedice po čovjeka i životnu sredinu. Upravo na tragu davanja odgovora na ova pitanja je rukopis publikacije „Genetički modifikovani organizmi u Bosni i Hercegovini“ u kojoj autori, na kratak ali jezgrovit, informativan i razumljiv način, pružaju odgovore na mnoga pitanja u vezi GMO.”

**Prof. dr. Vojislav Trkulja**