

AGENCIJA ZA SIGURNOST HRANE BOSNE I HERCEGOVINE

**GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI
– STANJE I PERSPEKTIVE –**



**Vojislav Trkulja, Dalibor Ballian, Stojko Vidović,
Rifet Terzić, Ivan Ostojić, Faruk Čaklovića,
Ahmed Džubur, Džemil Hajrić, Goran Perković,
Dragan Brenjo, Armin Čolaković**

2018. godina

Autori:

Prof. dr. Vojislav Trkulja – JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka
Prof. dr. Dalibor Ballian – Šumarski fakultet, Univerziteta u Sarajevu
Prof. dr. Stojko Vidović – Medicinski fakultet, Univerziteta u Banja Luci
Prof. dr. Rifet Terzić – Prirodno-matematički fakultet, Univerziteta u Tuzli
Prof. dr. Ivan Ostojić – Agronomski i prehrambeno tehnološki fakultet, Sveučilišta u Mostaru
Prof. dr. Faruk Čaklović – Veterinarski fakultet, Univerziteta u Sarajevu
Prof. dr. Ahmed Džubur – Agromediterranski fakultet, Univerziteta „Džemal Bijedić“, Mostar
Dr. sci. Džemil Hajrić – Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine
Prof. dr. Goran Perković – Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja
Mr. sci. Dragan Brenjo – Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine
Armin Čolaković dr. vet. med. – Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

Recenzenti:

Akademik, prof. dr. Novo Pržulj
Prof. dr. Kasim Bajrović

Izdavač:

Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

Za izdavača:

Džemil Hajrić, direktor Agencije za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine

2018. godina

Štampa: Badizajn

Tiraž: 100

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka
Bosne i Hercegovine, Sarajevo

604.6

GENETSKI modificirani organizmi : stanje i perspektive / Vojislav Trkulja ...
[et al.]. - Mostar : Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine, 2018. - 138
str. : ilustr. ; 24 cm

Tekst na bos. jeziku. - Bibliografija: str. 120-132

ISBN 978-9926-8327-1-1
1. Trkulja, Vojislav
COBISS.BH-ID 26957830

SADRŽAJ

<i>Izvodi iz recenzija</i>	6
Poglavlje 1. GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI – UVODNA RAZMATRANJA	8
1.1. Šta su GMO-i?	8
1.2. Od kada postoje GMO-i?	9
1.3. Kako nastaju genetski modificirani organizmi?	10
1.4. Koje su prednosti i rizici uzgoja GM biljaka?	11
Poglavlje 2. GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI – AKTUELNO STANJE	16
2.1. Kakvo je trenutno stanje sa uzgojem i registracijom sorti i hibrida GM biljaka u svijetu?	16
2.2. Kakvo je trenutno stanje sa uzgojem i registracijom sorti i hibrida GM biljaka u EU?	27
2.3. Kakvo je aktuelno stanje primjene genetičkog inženjeringa u šumarstvu?	66
Poglavlje 3. PROCJENA RIZIKA OD GENETSKI MODIFICIRANIH ORGANIZAMA	79
3.1. Šta je procjena rizika od GMO-a, kada i kako se ona vrši? ..	79
3.2. Koje su faze pri izradi procjene rizika?	80
3.3. Da li je GM hrana opasna po zdravlje ljudi?	83
3.4. Procjenjuju li se namirnice dobivene od GMO-a različito od tradicionalnih namirnica?	84
3.5. Kako se utvrđuju potencijalne opasnosti takvih namirnica po zdravlje ljudi?	85
3.6. Koje karakteristike GMO-a izazivaju najviše zabrinutosti u javnosti?	87
3.7. Zašto GM namirnice izazivaju zabrinutost među potrošačima?	89
3.8. Kako je zabrinutost javnosti uticala na prodaju GM namirnica u EU?	89

Poglavlje 4. METODE DETEKCIJE GENETSKI MODIFICIRANIH ORGANIZAMA	91
4.1. <i>Kako prepoznamo i na osnovu kojih metoda pouzdano utvrđujemo prisustvo GMO-a?</i>	91
4.1.1. <i>Detekcija GMO-a na bazi fenotipa</i>	91
4.1.2. <i>Detekcija GMO-a na bazi specifičnih proteina</i>	91
4.1.3. <i>Detekcija GMO-a na bazi analize nukleinskih kiselina</i>	92
Poglavlje 5. GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI I BIOSIGURNOST	97
5.1. <i>Šta je biosigurnost?</i>	97
5.2. <i>Šta je Protokol iz Kartagene o biološkoj sigurnosti?</i>	100
Poglavlje 6. ZAKONODAVSTVO O GMO-U U SVIJETU, EVROPSKOJ UNIJI I BiH	103
6.1. <i>Kakvo je zakonodavstvo o GMO-u u svijetu?</i>	103
6.2. <i>Kakvo je zakonodavstvo o GMO-u u EU?</i>	107
6.3. <i>Kakva je situacija u BiH u vezi s propisima o GMO-u?</i>	111
6.4. <i>Koji su principi uvedeni Zakonom o GMO-u u BiH?</i>	111
6.5. <i>Kako je u Zakonu o GMO-u u BiH regulirano unošenje GMO-a u okoliš?</i>	112
6.6. <i>Kako se procjenjuje opasnost usljed unošenja GMO-a u okoliš?</i>	113
6.7. <i>Koji su razlozi za zabrinutost usljed unošenja GMO-a u okoliš?</i>	113
6.8. <i>Kako se ispravno označava proizvod koji se sastoji, sadrži ili je proizveden od GMO-a?</i>	114
6.9. <i>Koji su izuzeci od zahtjeva za označavanje proizvoda koji se sastoje, sadrže ili su proizvedeni od GMO-a?</i>	114
6.10. <i>Da li će meso ili mlijeko od životinje koja je hranjena hranom koja se sastoji, sadrži ili je proizvedena od GMO-a također morati biti označeno kao genetski modificirano?</i>	115
6.11. <i>Da li su pravila za označavanje proizvoda koji se sastoje, sadrže ili su proizvedeni od GMO-a koja su propisana Zakonom o GMO-u u BiH u skladu s međunarodnim tržišnim pravilima?</i> ..	115

6.12. <i>Da li u BiH postoji standard za praćenje proizvodnje, kontrolu i sistem certificiranja i označavanja proizvoda sa oznakom „bez GMO-a”?</i>	116
Poglavlje 7. GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI – BUDUĆI TRENDovi	117
7.1. <i>Kakvi su budući trendovi u oblasti genetski modificiranih organizama?</i>	117
7.2. <i>Umjesto zaključka</i>	119
LITERATURA	120
Aneks 1.....	133
<i>Vijeće za genetski modificirane organizme</i>	133
<i>Podzakonski akti</i>	134
<i>Protokol o saradnji</i>	136
Aneks 2.....	137
<i>Ovlaštene ispitne laboratorije za kontrolu GMO-a u BiH</i>	137

Izvod iz recenzije akademika prof. dr Nove Pržulja

„ ... Monografija Genetički modificirani organizmi – stanje i perspektive – pojavljuje se u vremenu kada se na temu genetički modificiranih organizama (GMO) vode dugotrajne rasprave oko uloge nauke u životu, posebno zdravlju ljudi. U ovoj monografiji autori su nastojali da ostanu neutralni – da ne istaknu svoju podršku GMO, ali i ne negiraju njihov značaj. Oni su se odlučili da čitaocu, pristalici ili protivniku korišćenja dostignuća biotehnologije i GMO, na sveobuhvatan, informativan i razumljiv način ukažu na trenutno stanje u biotehnologiji i GMO, metode procjene rizika i biosigurnosti koje se sprovede prije dolaska na tržište GMO i hrane koja je proizvedena od njih, zakonodavstvo koje prati uvođenje GMO i da informišu o budućim tendencijama stvaranja GMO. Kroz raspravu o GMO autori također ukazuju na mjesto nauke u savremenom životu, ali i na načine njene kontrole, da bi se spriječilo moguće negativno djelovanje produkata nauke na zdravlje stanovništva, biodiverzitet i ekologiju.

Autori pitanje GMO na vrlo jasan i pregledan način stavljaju u društveni kontekst u kojem su GMO kao neznanac opterećeni različitim (ne)naučnim, bioetičkim, društvenim, ekonomskim, političkim i religijskim kontroverzama.

Bez obzira na stavove država, zakona, društvene zajednice i pojedinaca za ili protiv, činjenica je da je prisutna nikakva ili jako loša informisanost stanovništva u vezi GMO. Iako u ovom kratkom periodu nije bilo moguće sagledati sve aspekte koristi i štetnosti GMO, neophodno je stalna naučna i stručna rasprava na ovu temu. Prilog ove monografije problematici GMO precizno je artikulisan kao jasni naučno-etički stav, diskutovan sa načela opreznosti, što smatram korektnim doprinosom nauci i struci u opštem smislu. Monografija doprinosi formiranju i razvoju savremene i realne naučne svijesti koja će biti u stanju da se suočava sa izazovima vlastitih rezultata. Zbog toga je važan zadatak naučnika da informišu javnost o ključnim naučnim i etičkim pitanjima u vezi sa GMO. U tome se i ogleda značaj ove monografije.“

Banja Luka, 17. 12. 2018.

Akademik prof. dr Novo Pržulj, s.r.

Izvod iz recenzije prof. dr Kasima Bajrovića

„... Nakon detaljne analize priloženog rukopisa i izloženih činjenica, može se konstatovati da on pruža sve neophodne informacije o genetički modificiranim organizmima, procjeni rizika od GMO, metodama koje se koriste u detekciji GMO, GMO i biosigurnosti, GMO zakonodovstvu u svijetu, EU i BiH te budućim trendovima GMO. Rukopis daje detaljan prikaz GMO baziran na potvrđenim naučnim pretpostavkama i ne uključuje nikakve predrasude koje su sastavni dio današnje debate o njima. Također, priloženi rukopis doprinosi širenju naučno dokazanih informacija o primjeni modernih genetičko inženjerskih tehnologija koje su danas široko rasprostranjene u savremenom svijetu.

U zaključku se može konstatovati da rukopis „Genetički modificirani organizmi - stanje i perspektive“ predstavlja korisno štivo za sve involvirane bh. institucije i njihove organe, od zakonodavne preko izvršne razine do podnosioca zahtjeva, potrošača i najširih krugova zainteresirane javnosti. Rukopis je pisan jezgrovito sa dovoljno pojednostavljenim stilom, razumljivim za sve očekivane kategorije korisnika. Na osnovu raspoloživih informacija može se konstatovati da navedeni rukopis, po našem saznanju, donosi najpregledniji i najkonzistentniji tekst o GMO na prostoru bivše Jugoslavije. Rukopis može biti i veoma koristan polazni ili uvodni koncept u realizaciji odgovarajućih programa na svim nivoima obrazovnog sistema u Bosni i Hercegovini.

Suglasno izloženim činjenicama, mišljenjima i ocjenama, sa zadovoljstvom, predlažem da se priloženi rukopis publicira u cjelini.”

Sarajevo, 14.12.2018. godine

Prof. dr Kasim Bajrović, s.r.

1.

POGLAVLJE

GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI

– *Uvodna razmatranja*

Stoljeće koje smo ostavili za nama donijelo je sa sobom mnoge inovacije koje su suštinski promijenile život ljudi. U odnosu na prethodna razdoblja, bilo je to stoljeće s najvećim promjenama i, svakako, stoljeće veoma dramatično ekspanzivnog razvoja nauke na mnogim poljima. Sada kada stojimo na vratima novog milenija, s pravom se pitamo šta nam ono donosi. Teško je iz sadašnje perspektive sagledati kako će, ono što je nagoviješteno u drugoj polovini prošlog stoljeća, obilježiti prvo stoljeće novog milenija. Naime, još tada je utvrđeno da je to **biotehnologija**, nauka čiji osnov predstavlja molekularna genetika i njene metode genetičkog inženjerstva, a čiji rezultati vode ka stvaranju i korištenju kontrolirano i ciljno **genetski modificiranih organizama (GMO)**.

GMO i tehnologija kojom oni nastaju su već postali ili će sve više postajati dio našeg života zbog čega je njihovo poznavanje veoma važno ne samo za naučnike, već i za najšire grupe proizvođača, potrošača i stanovništva uopće. Da bi javnost zauzela pravilan stav i formirala mišljenje o GMO-u i tehnologiji kojom se oni proizvode, kao i svim potencijalima i prednostima, ali i mogućim rizicima i negativnim posljedicama ove tehnologije, kao i o zakonskim propisima kojima je u BiH regulirana ova problematika, a koja je potpuno usaglašena s aktuelnom legislativom u ovoj oblasti u EU, potrebno je da ima pravovremenu, lako razumljivu i objektivnu informaciju, što je ujedno i osnovni cilj ove monografije.

1.1. Šta su GMO-i?

Genetski modificirani organizami (GMO) jesu organizmi koji sadrže jedan ili više gena koji se u njih vještački unose u laboratorijama, metodama genetičkog inženjerstva, pri čemu se geni uzimaju od druge, nesrodne ili čak sasvim udaljene vrste.

Uneseni gen poznat je pod nazivom *transgen*, zbog čega se ovakvi organizmi još zovu i *transgeni organizmi*.

Gen je dio molekule dezoksiribonukleinske kiseline (DNK) koji ima određenu funkciju, tj. odgovoran je za stvaranje specifičnog proteina. Znači, gen je osnovna jedinica hromozomske strukture, fiziološke funkcije i promjenjivosti. *Genotip* je genska konstitucija, tj. nasljedni materijal u određenoj ćeliji i/ili organizmu koji uslovljava fizički izgled, odnosno *fenotip* datog organizma.

Pod genetski modificiranim organizmima podrazumijevaju se oni organizmi kojima je genom izmijenjen na način koji se nikada ne bi desio klasičnim razmnožavanjem ili prirodnom rekombinacijom postojećih gena u okviru vrste, odnosno na način koji se nikada ne bi dogodio u prirodi. Genske konstrukcije kojima je izmijenjen genom domaćina najčešće potiču od udaljenih ili sasvim nesrodnih vrsta, čime se poništavaju sve prirodne granice u prirodnom genskom toku izmjena nasljednih informacija. Dakle, GMO u svom genetskom materijalu nose stabilno inkorporirane strane DNK sekvence, gene, koje su prisutne u nukleusu (ili u organelama) ćelija transgene individue i koje se prenose na potomstvo prema općim zakonima nasljeđivanja.

Izvori gena koji se inkorporiraju u DNK domaćina nalaze se u biljnom svijetu, kao i u svijetu mikroorganizama, insekata i životinja, uključujući i ljude, a s obzirom na grupu kojoj pripadaju danas možemo govoriti o genetski modificiranim mikroorganizmima, biljkama ili životinjama (Kajba i Ballian, 2007; Ballian i Kajba, 2011; Trkulja *i sar.*, 2014a).

1.2. Od kada postoje GMO-i?

Genetski modificirani organizmi su prvi put dobiveni 70-ih godina 20. stoljeća. Prvu primjenu našli su u proizvodnji humanog insulina zamijenivši tako nedovoljnu proizvodnju govedeg insulina. Međutim, iako je ovim spriječena velika „farmakoterapijska“ kriza, genetski modificirani organizmi nisu izazvali pažnju šire javnosti jer su na jednostavan način ušli u medicinu, poljoprivredu i svakodnevnu upotrebu. Pažnju i strah GMO-i su privukli tek medicinskom upotrebom produkata krvi kontaminiranih virusima HIV-a i hepatitisa B, što je dovelo i do

prvih žrtava. Nakon toga su nastali strahovi u vezi s pojavom epidemije „kravljeg ludila“. Iako GMO-i nisu bili povezani s ovim slučajevima, u javnosti je stvoren strah od GMO-a i genetskih manipulacija uopće. U svakom slučaju kontrola kvaliteta, zdravstvena ispravnost i dostupnost hrane, kao i zdravlje ljudi među najvećim su brigama današnjice, zbog čega javnost treba imati posebnu ulogu u donošenju odluka koje se tiču ove problematike (Ballian, 2005; Trkulja *i sar.*, 2014a).

1.3. Kako nastaju genetski modificirani organizmi?

Genetski modificirani organizmi dobivaju se metodom poznatom kao *genetičko inženjerstvo* ili *tehnologija rekombinantne DNK*, koja predstavlja skup tehnika kojima se prenose funkcionalni geni u neki organizam s ciljem produkcije organizama s novim osobinama.

Genetičko inženjerstvo (tehnologija rekombinantne DNK ili moderna biotehnologija) uključuje cijeli niz tehnika kojima je moguće identificirati određeni gen u genomu neke vrste, izolirati ga, klonirati, odrediti mu precizan redoslijed nukleotida, promijeniti ga, te ugraditi u genom iste ili neke druge vrste (Jelenić, 2004a; Kajba i Ballian, 2007; Ballian i Kajba, 2011).

Tehnike, koje se koriste za transfer strane DNK u organizam domaćina, mogu biti klasificirane kao *direktne* (biolistik, elektroporacija, mikroinjektiranje, makroinjektiranje) i *indirektne* (pomoću *Agrobacterium tumefaciens*). Transgene biljke ili životinje obično nose stranu DNK sekvencu veličine nekoliko hiljada baznih parova, koja sadrži 2-4 funkcionalna gena s određenim regulatornim sekvencama. Cijeli ovaj „*DNK-umetak*“ čini svega milioniti dio čitavog genoma modificirane ćelije neke biljke ili životinje (Kajba i Ballian, 2007; Ballian i Kajba, 2011).

Tehnike genetičkog inženjerstva našle su široku primjenu u naučnim istraživanjima u gotovo svim oblastima biologije, kao i primjenu u humanoj i veterinarskoj medicini, šumarstvu, poljoprivredi, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji, zaštiti okoliša od zagađenja i drugim oblastima ljudske djelatnosti. Biološka istraživanja bazirana na ovoj tehnici uglavnom se odnose na upoznavanje strukture i funkcije gena te njihove praktične primjene u korist čovjeka. Tako genetski modificirani

organizmi, u kojima su ugrađeni određeni geni, proizvode humane proteine neophodne za liječenje i prevenciju različitih bolesti kao što su npr. insulin (za liječenje dijabetesa), interferon (protiv virusnih oboljenja), faktori koagulacije (za liječenje hemofilije), različite vakcine, antitijela i dr.

Genetičko inženjerstvo podrazumijeva korištenje savremenih i visokosofisticiranih metoda za uvođenje novih karakteristika mikroorganizmima, biljkama i životinjama. Za razliku od drugih metoda genetskih poboljšanja, primjena ove tehnologije striktno je utvrđena, zbog čega genetski modificirani organizmi ili hrana koja je dobivena kao proizvod iz GMO-a ili koja sadrži GMO mogu biti stavljeni na tržište isključivo nakon što su autorizirani na bazi detaljne procedure. Ova procedura bazirana je na naučnom pristupu procjene rizika koji oni predstavljaju za zdravlje ljudi, okoliš i biodiverzitet (Trkulja *i sar.*, 2014a).

1.4. Koje su prednosti i rizici uzgoja GM biljaka?

Pitanja etičke i tehničke prirode, koja stižu s GM tehnologijom, a može se reći i industrijom, mnogobrojna su. Genetika je tako, od nauke kojom se ekskluzivno bavila relativno malobrojna naučna zajednica, postala tema za diskusiju različitih društvenih grupa: kompetentnih, nekompetentnih, profesionalaca, amatera, zaljubljenika, senzacionalista, umjerenih, gorljivih, opreznih, radoznalaca. Podjela mišljenja je neminovna i ona je u ljudskoj prirodi, ali je malo tema koje su u posljednje vrijeme tako snažno podijelile svjetsku javnost na one koji podržavaju i na one koji su ogorčeni protivnici GMO-a. Tako, dok jedni očekuju da će ova tehnologija unijeti mnoge pozitivne promjene u naš život, te značajno podići i unaprijediti kvalitet življenja otvarajući neslućene perspektive, drugi izražavaju otvoren strah pred mogućim posljedicama prebacivanja gena iz organizma u organizam, probijanjem svih prirodnih prepreka (Ballian, 2009).

Prema prvima, riječ je o revolucionarnom koraku za dobrobit čovječanstva, jer oni vide GM hranu kao argument s velikim potencijalom i od velike važnosti u borbi protiv nedovoljne količine hrane i gladi za stalno rastuću populaciju ljudi u svijetu. Pri tome, u prvi plan ističu činjenice da dalje povećanje proizvodnje hrane

mora doći iz povećanih prinosa na ograničenim zemljišnim površinama, pošto su genetski potencijali za prinos najvažnijih uzgajanih biljaka već skoro dosegnuti u konvencionalnim programima selekcije. Također, najplodnije poljoprivredno zemljište na Zemlji stalno se smanjuje usljed urbanizacije, industrijalizacije i izgradnje infrastrukture za razvoj prijevoza, dok krčenje i ekspanzija poljoprivrede na novim zemljištima uzrokuju ozbiljne štete na i onako krhkim ekosistemima. Tako oni ističu da smo već sredinom 90-ih godina 20. stoljeća, kao direktni rezultat napretka u genetičkom inženjeringu, dobili prvu generaciju novih genetski modificiranih biljaka tolerantnih na neke totalne herbicide, te otpornih na pojedine štetočine i viruse, kao i s poboljšanim prinosom. Danas se već ubrzano radi na daljnjem istraživanju i postepenom uvođenju tzv. druge i treće generacije genetski modificiranih biljaka s poboljšanim nutricionističkim kvalitetom i novim tehnološkim i drugim osobinama, kao što su: tolerantnost na sušu, salinitet i niska plodnost zemljišta, te otpornost na stres, kao i odgođeno zrenje plodova voćaka. Sve to zajedno otvara nove prilaze i mogućnosti za savladavanje mnogih dobro poznatih ograničenja tropske poljoprivrede, a sve s ciljem proizvodnje većih količina hrane.

Također, zagovornici GM tehnologije ističu da molekularna biologija i njene beskrajne mogućnosti u rekombinaciji gena, tih najsavršenijih oblika materije koji su mogli biti stvoreni u prirodi, pružaju današnjem čovjeku neograničene mogućnosti u stvaranju novih, pogodnijih organizama, te novih sorti i hibrida uzgajanih biljaka, kao i novih sojeva korisnih mikroorganizama. Genetski modificirani organizmi pružaju, također, neograničene mogućnosti u popravljajući bioloških i proizvodnih mogućnosti brojnih vrsta biljaka za dobrobit čovjeka. Neslućene mogućnosti koje ova tehnologija pruža u proizvodnji hrane, prehrambenoj tehnologiji, humanoj medicini, veterini i zaštiti bilja, kao i u oblasti bioenergije, otvaraju mogućnosti za nalaženje efikasnijih rješenja najvažnijih problema savremenog čovječanstva (Ostojić, 1995). Osim toga, intenzivno se istražuju mogućnosti stvaranja novih transgenih biljaka koje bi davale hranu obogaćenu novim hranljivim sastojcima, pa čak i hranu koja bi istovremeno bila i lijek.

Kada je riječ o protivnicima genetski modificirane hrane, kao i onima koji nisu u potpunosti protiv takve ideje, ali zagovaraju vrlo oprezno postupanje, argumenti se odnose na uticaj ovakve hrane na ljudsko zdravlje, što nije dovoljno ispitano, niti je dokazano da je tako nešto nesumnjivo bezopasno. Također, pominju se i mogući negativni uticaji na prirodno okruženje i promjene ekosistema, ali i razne „moralne“ dileme. Iako zagovornici genetski modificirane hrane tvrde da opasnost po zdravlje ne postoji, iz suprotnog tabora upozoravaju na to da je prošlo premalo vremena od početka uzgajanja i korištenja genetski modificiranih vrsta i da je otvoreno pitanje kakvi će biti rezultati na duže staze. Na ovakva pitanja ne može se odgovoriti ni potvrdno ni odrično, jer je potrebno da prođe više vremena, pa čak i nekoliko generacija.

Uticaj na prirodno okruženje i ekosisteme je nešto bolje istražen, pri čemu je već sada moguće reći da on može biti negativan, jer se mogu ugroziti pojedine prirodne vrste, bilo zbog njihove povećane smrtnosti, bilo zbog njihovog prirodnog (sontanog) ukrštanja s genetski modificiranim vrstama. Tako je, npr., istraživanjima u SAD-u i Velikoj Britaniji utvrđeno da se smrtnost nekih insekata povećava u blizini polja na kojima se uzgajaju genetski modificirane biljke, mada su objavljeni i radovi u kojima se to negira.

Razne „moralne“ dileme koje protivnici GMO-a ističu u prvom redu su u vezi s opasnošću od „*poigravanja granicama koje je priroda ili božanska ruka postavila*“, te odnosom bogatih i siromašnih država i ulogom koju multinacionalne korporacije mogu da odigraju u produbljivanju ionako već postojećeg predubokog jaza. Iako pristalice genetičkog inženjeringa tvrde da nove vrste, koje osiguravaju veće prinose ili daju više mesa, predstavljaju rješenje za problem gladi i siromaštva, malo je onih koji potpuno vjeruju u to. Osim toga, protivnici GMO-a ovu tehnologiju smatraju potencijalnom i sasvim realnom opasnošću, koja prijeti ljudskom okolišu, a može i stvoriti monstruozne organizme. Oni GM hranu smatraju i nedovoljno usavršenom i ispitanom što se tiče uticaja na ljudsko zdravlje i okoliš, ističući opasnost od poigravanja granicama koje je priroda ili božanska ruka postavila (Dimitrijević i Petrović, 2004). Tako su, prema njima, GM novi proizvodi koji oslobođeni u prirodi mogu ugroziti

ekosisteme, možda čak i nenamjerno. Također, oni ističu da bi potrošači širom svijeta trebali imati više prava da sami procijene koristi od prihvatanja GM hrane u odnosu na moguće rizike (Annerberg, 2003). Tako oni navode da nekoliko trenutno na tržištu dostupnih transgenih biljaka ne predstavljaju očiglednu korist za potrošače, već za proizvođače, zbog čega se potrošači pitaju zašto bi oni trebali prihvatiti rizik, dok proizvođači i/ili multinacionalne snabdjevačke kompanije žanju dobit.

Osim toga, mnoge nevladine organizacije posebnu pažnju posvećuju i pravnim i etičkim aspektima „patentiranja živog“ tj. patenata na genetski modificirane organizme (Egziabher, 2001). Tako prema Tarasjevu i sar. (2006) mada, u principu, postoji saglasnost oko toga da se može patentirati tehnologija, patentiranje samih organizama izaziva oštre reakcije. Tu se prije svega ukazuje da nije riječ o pronalascima već u najboljem slučaju otkrićima, te da su kako organizmi koji se koriste kao recipijenti, tako i geni koji se ugrađuju, produkt evolucije i već postojeći a ne novostvoreni, te da njihovo potomstvo nastaje normalnom reprodukcijom i sl. Isti autori navode da situacije u kojima bi farmeri bili tuženi zbog toga što se na njihovim njivama našao patentirani genetski modificirani organizam, pri čemu je on tu mogao dospjeti i protiv njihove volje, u svakom slučaju osim pravnog zaslužuju i etičko razmatranje.

Zbog svega toga nam se čini da u današnje vrijeme, kada naučnici iz zemalja širom svijeta utiru nove puteve i načine čitanja, razmjenjivanja i manipuliranja tim, prije svega, fundamentalnim alfabetom života - *genetskim kodom*, bitnim tragom naše egzistencije i svijeta u kojem živimo, te kada smo svjedoci uzbudljivih i naizgled neograničenih mogućnosti nauke, moramo više nego ikad učestvovati u diskusiji o **etici** takvih dramatičnih promjena (Ballian, 2009).

Osim svih dilema, ostaje činjenica da je čovjek kumulirao znanje i ovladao još jednom tehnikom koja mu pomaže da proдре u mikrokosmos gena i genetske informacije. Činjenica je, također, da mu dostignuti nivo znanja omogućava da potire ili pomjera prirodne zakone i postavljene granice u horizontalnom prijenosu gena, odnosno razmjeni genetskih informacija između vrsta. Kao i svaka dramatična novoosvojena naučna i tehnološka oblast, biotehnologija ima svoje dobre strane, ali i

potencijalne zastrašujuće i nesagledive negativne posljedice. Zbog toga je od ogromnog značaja da se ova tehnologija što **sveobuhvatnije i kvalitetnije kontrolira** (Trkulja i sar., 2005, 2006, 2007).

2.

POGLAVLJE

GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI – *Aktuelno stanje*

2.1. Kakvo je trenutno stanje sa uzgojem i registracijom sorti i hibrida GM biljaka u svijetu?

Prvi genetski modificirani organizam koji je u SAD-u zvanično odobrio FDA (Food and Drug Administration) za komercijalizaciju 18. maja 1994. bio je „*Flavr Savr*“ – hibrid paradajza koji je proizvela kompanija Calgene iz Kalifornije (slika 1), u koji su uneseni strani geni kako bi on imao mogućnost dužeg čuvanja nakon berbe.



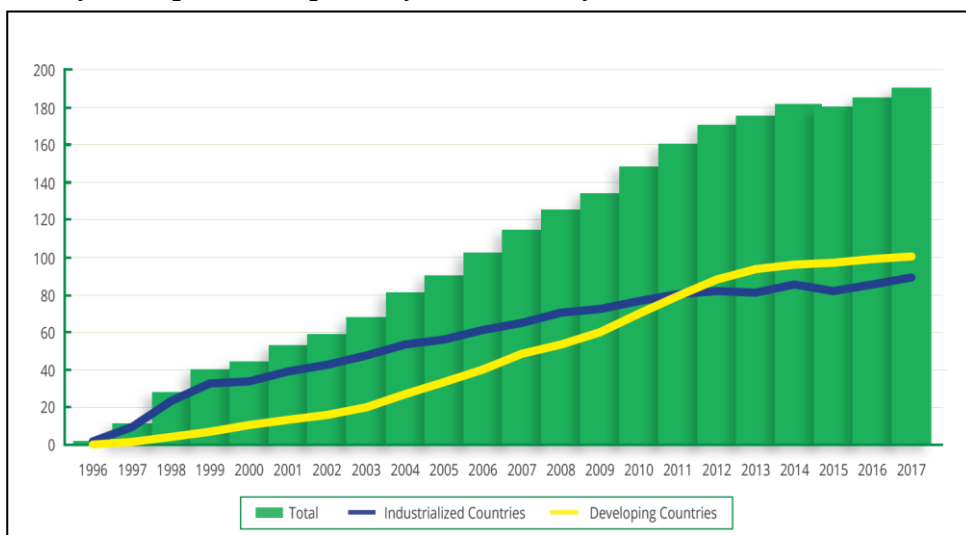
Slika 1. Prvi GMO - hibrid paradajza „Flavr Savr“ kompanije Calgene koji je komercijaliziran u SAD-u 1994. godine (foto: G. Bognanni).

U posljednje 22 godine, od 1996. do 2017. godine, farmeri su konstantno povećavali uzgoj GM usjeva svake godine od kada

su GM usjevi prvi put komercijalizirani 1996. godine (grafikon 1). Tako su ukupne površine pod GM biljkama u svijetu porasle za 112 puta u prve 22 godine nakon početne komercijalizacije 1996. godine (1,7 milion ha), što GM usjeve čini najbrže usvojenom tehnologijom usjeva u historiji.

Tokom 2017. godine 17 miliona farmera u 24 zemlje svijeta (tabela 1) zasijalo je **189,8 miliona hektara** GM usjeva, što je porast od 4,7 miliona hektara ili 3% u odnosu na prethodnu 2016. godinu kada su GM biljke uzgajane na 185,1 miliona ha.

Prema Clive (2013), značajno je istaći da je više od pola ukupne populacije ljudi koja broji preko 7 milijardi (60% ili preko 4 milijarde ljudi) živjelo u 27 zemalja u kojima su se u 2013. godini uzgajale GM biljke, te da se više od polovine od ukupno 1,5 milijardu hektara zemljišnih površina pod usjevima u svijetu nalazilo u 27 država u kojima su u 2013. godini odobrene i uzgajane GM biljke. Isto tako, važan je podatak da 189,8 miliona hektara pod GM biljkama na kojima su one uzgajane u 2017. godini predstavlja 12,6% od 1,5 milijarde hektara ukupnih zemljišnih površina pod usjevima u svijetu.



Grafikon 1. Pregled površina u svijetu na kojima su uzgajane GM biljke od 1996. do 2017. godine, kao i pregled ukupnih površina pod GM biljkama u industrijski razvijenim i zemljama u razvoju u milionima hektara (ISAAA, 2017a)



Grafikon 2. Pregled država u kojima su uzgajane GM biljke u 2017. godini (ISAAA, 2017b)

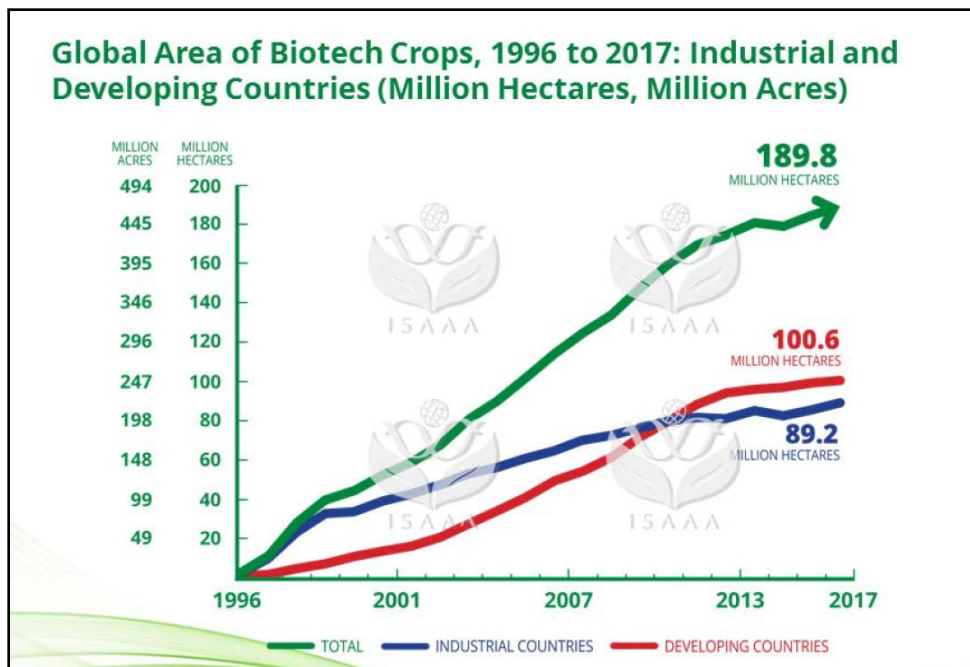
Tokom 2017. godine u 24 države su uzgajane GM biljke, od čega je 19 zemalja u razvoju i pet razvijenih industrijskih zemalja (grafikon 2). Prema broju hektara zasijanih GM biljkama, to su: SAD, Brazil, Argentina, Kanada, Indija, Paragvaj, Pakistan, Kina, Južna Afrika, Bolivija, Urugvaj, Australija, Filipini, Mijanmar, Sudan, Španija, Meksiko, Kolumbija, Vijetnam, Honduras, Čile, Portugal, Bangladeš i Kostarika, od čega su dvije zemlje članice EU (Španija i Portugal), u kojima je uzgajan GM kukuruz (tabela 1).

Tab. 1. Površine i vrste GM biljaka zasijanih u 2017. godini u pojedinim državama u svijetu (ISAAA, 2017b)

Red. broj	Država	Površina (miliona ha)	GM biljke
1.*	SAD	75,0	Kukuruz, soja, pamuk, uljana repica, šećerna repa, lucerka, papaja, tikvica, krompir, jabuka
2.*	Brazil	50,2	Soja, kukuruz, pamuk
3.*	Argentina	23,6	Soja, kukuruz, pamuk
4.*	Kanada	13,1	Uljana repica, kukuruz, soja, šećerna repa, lucerka, krompir
5.*	Indija	11,4	Pamuk
6.*	Paragvaj	3,0	Soja, kukuruz, pamuk
7.*	Pakistan	3,0	Pamuk
8.*	Kina	2,8	Pamuk, papaja
9.*	Južna Afrika	2,7	Kukuruz, soja, pamuk
10.*	Bolivija	1,3	Soja
11.*	Urugvaj	1,1	Soja, kukuruz
12.*	Australija	0,9	Uljana repica, pamuk
13.*	Filipini	0,6	Kukuruz
14.*	Mijanmar	0,3	Pamuk
15.*	Sudan	0,2	Pamuk
16.*	Španija	0,1	Kukuruz
17.*	Meksiko	0,1	Pamuk
18.*	Kolumbija	0,1	Kukuruz, pamuk
19.	Vijetnam	<0,1	Kukuruz
20.	Honduras	<0,1	Kukuruz
21.	Čile	<0,1	Kukuruz, uljana repica, soja
22.	Portugal	<0,1	Kukuruz
23.	Bangladeš	<0,1	Plavi patlidžan
24.	Kostarika	<0,1	Pamuk, ananas

*18 država u kojima se GM usjevi uzgajaju na >50.000 ha

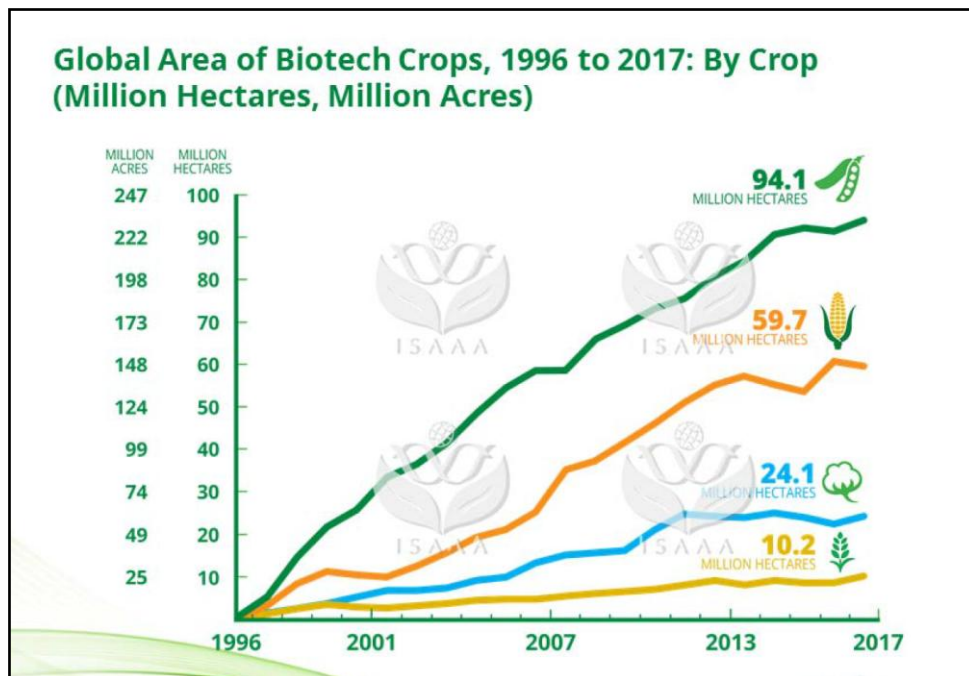
U 2017. godini SAD, Brazil, Argentina, Kanada, Indija i Paragvaj su bile šest vodećih zemalja u svijetu u kojima su uzgajani GM usjevi. SAD su zadržale prvu poziciju sa 75 miliona hektara (39,5% ukupnih površina pod GM usjevima u svijetu), poslije kojih slijede Brazil s 50,2 miliona hektara, Argentina s 23,6 miliona hektara, Kanada s 13,1 miliona hektara, Indija s 11,4 miliona hektara i Paragvaj s 3 miliona hektara (tabela 1).



Grafikon 3. Površine (u milionima ha) pod GM biljkama u razvijenim i nerazvijenim zemljama i u svijetu u periodu 1996-2017. godine (ISAAA, 2017a)

Po šesti put zaredom u 2017. godini zemlje u razvoju uzgajale su više GM biljaka (53%) u odnosu na industrijski razvijene zemlje, u kojima je bilo zasijano 47% ukupnih površina pod GM usjevima (grafikon 3). To je u suprotnosti s predviđanjima kritičara koji su prije komercijalizacije GM biljaka 1996. godine smatrali da su biotehnoški usjevi prihvatljivi samo za industrijski razvijene zemlje i da nikada neće biti prihvaćene i usvojene u zemljama u razvoju.

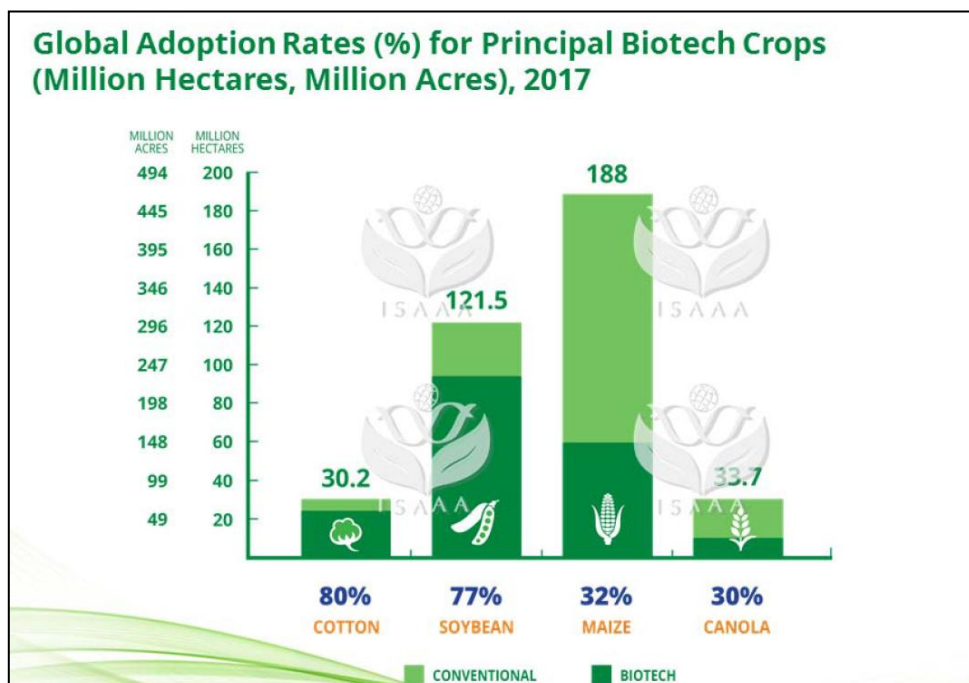
Najveće povećanje površina pod GM usjevima u svijetu u 2017. godini bilo je u SAD-u za 2,1 milion hektara, odnosno za 3% u odnosu na 2016. godinu kada je ono iznosilo 72,9 miliona hektara.



Grafikon 4. Površine (u milionima ha) pod najvažnijim GM biljkama u svijetu u periodu 1996-2017. godina (ISAAA, 2017)

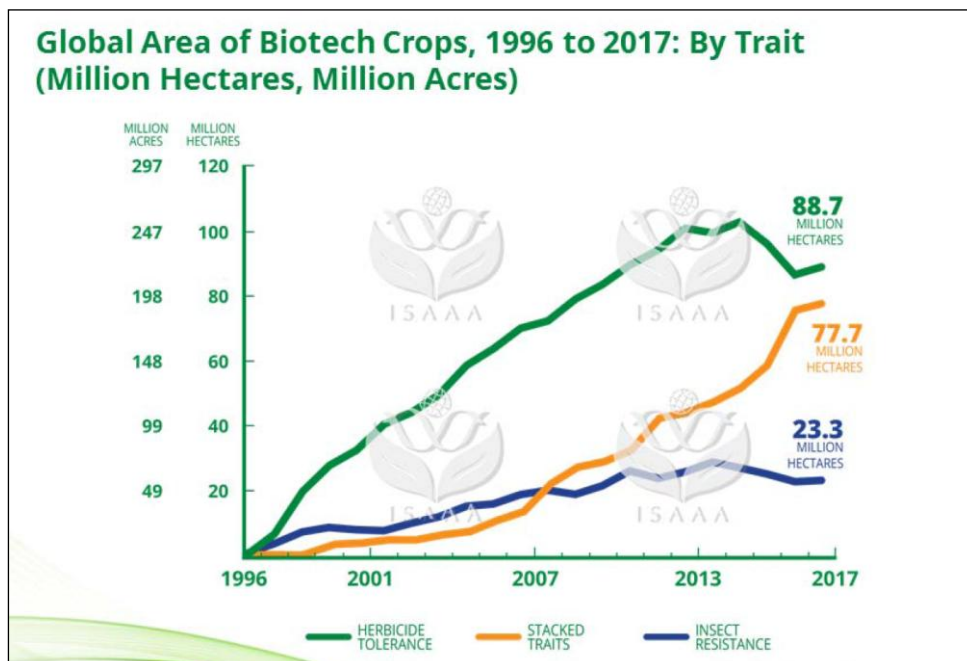
GM soja je i u 2017. godini bila najviše uzgajana GM biljka u svijetu koja je uzgajana na 94,1 miliona hektara (49,6% od ukupnih površina pod GM usjevima), zatim kukuruz (59,7 milion hektara, odnosno 31,5% ukupnih površina), pamuk (24,1 miliona hektara ili 12,7%) i uljana repica (10,2 miliona hektara ili 5,4% ukupnih površina pod GM biljkama) (grafikon 4).

Osim toga, iz grafikona 5 vidi se da je u 2017. godini 77% ukupno proizvedene soje u svijetu GM soja (94,1 miliona ha od ukupno 121,5 miliona ha na kojima se u svijetu uzgaja soja). Također, na istom grafikonu vidi se da 80% ukupno proizvedenog pamuka u svijetu otpada na GM pamuk (24,1 miliona ha od ukupno 30,2 miliona ha), te 32% ukupno proizvedenog kukuruza u svijetu (59,7 miliona ha GM kukuruza od ukupno 188 miliona ha), kao i 30% ukupno proizvedene uljane repice, odnosno 10,2 miliona ha GM uljane repice od ukupno 33,7 miliona ha (ISAAA, 2017a).



Grafikon 5. Površine (u milionima ha) i postotak pod najvažnijim GM biljkama u svijetu u 2017. godini (ISAAA, 2017a).

Također, u 2017. godini *tolerantnost na totalne herbicide* primijenjena na GM soji, kukuruzu, uljanoj repici, pamuku i lucerki je i dalje najdominantnija osobina GM biljaka koje su uzgajane na oko 88,7 miliona hektara (grafikon 6) ili 47% površina pod transgenim usjevima. Međutim, u 2017. godini GM biljke s tzv. *grupama osobina*, tj. s *dvije ili tri nove osobine zajedno u istoj sorti ili hibridu* (engl. *Stacked traits*) uzgajane su na većim površinama, odnosno 77,7 miliona hektara ili 41% ukupnih površina pod biotehnoškim usjevima, u odnosu na GM biljke koje su imale *Bt rezistentnost na insekte* koje su uzgajane na 23,3 miliona hektara ili 12% ukupnih površina pod transgenim usjevima. Osim toga, GM biljke *rezistentne na viruse* kao i s nekim drugim osobinama u svijetu su uzgajane na površini manjoj od 1 milion hektara ili <1% ukupnih površina pod GM usjevima (ISAAA, 2017a).



Grafikon 6. Pregled površina (u milionima ha) zasijanih GM biljkama prema osobinama u periodu 1996-2017. godine (ISAAA, 2017a)

Dok su 24 zemlje uzgajale GM biljke u 2017. godini, još 43 države izdale su odobrenja za uvoz različitih sorti i hibrida GM biljaka namijenjenih za hranu i hranu za životinje, što je ukupno 67 zemalja koje su izdale regulatorna odobrenja za uvoz GM biljaka i njihovu upotrebu za hranu i hranu za životinje ili za njihovo namjerno oslobađanje u okoliš, odnosno za njihov uzgoj od 1994. godine. Činjenica je da u tih 67 zemalja koje su odobrile uvoz GM biljaka namijenjenih za hranu i hranu za životinje ili njihov uzgoj živi više od 75% svjetskog stanovništva (ISAAA, 2017a).

Prema izvještaju ISAAA (2017a), do decembra 2017. godine u ovih 67 zemalja ukupno su izdata 4.133 odobrenja za ukupno 476 GM sorti i hibrida (engl. *GM event*) kod 29 različitih uzgojenih biljaka, od čega su 1.995 odobrenja za korištenje različitih sorti i hibrida GM biljaka za hranu, 1.338 odobrenja za njihovo korištenje kao hrane za životinje i 800 odobrenja za uzgoj.

Od ovih 29 biljaka u svijetu su najviše uzgajaju četiri biljne vrste, i to: soja (*Glycine max* (L.) Merr.), kukuruz (*Zea mays* L.), pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) i uljana repica (*Brassica napus* L.). Osim njih, u različitim zemljama u svijetu odobrenja su izdata i za različite sorte i hibride i drugih biljnih vrsta, kao što su: pšenica (*Triticum aestivum* L.), riža (*Oryza sativa* L.), krompir (*Solanum tuberosum* L.), paradajz (*Lycopersicon esculentum* Mill.), paprika (*Capsicum annum* L.), dinja (*Cucumis melo* L.), tikvica (*Cucurbita pepo* L.), grah (*Phaseolus vulgaris* L.), leća (*Lens culinaris* Medikus), cikorija (*Cichorium intybus* L.), duhan (*Nicotiana tabacum* L.), suncokret (*Helianthus annuus* L.), šećerna repa (*Beta vulgaris* L.), ogrštica (*Brassica rapa* L.), bijela rosulja (*Agrostis stolonifera* L.), karanfil (*Dianthus caryophyllus* L.), petunija (*Petunia x hybrida*), ruža (*Rosa x hybrida*), šljiva (*Prunus domestica* L.), papaja (*Carica papaya* L.), topola (*Populus* sp.), jabuka (*Malus domestica* Borkh.) i ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.).

U tabeli 2. prikazan je dopunjeni spisak, prema (Trkulja i sar., 2014b), biljnih vrsta za koje postoje genetski modificirane sorte ili hibridi koji su prošli proces odobravanja u nekoj od država u svijetu.

Tabela 2. Spisak biljnih vrsta (s latinskim nazivom i nazivom na pet svjetskih jezika) za koje postoje genetski modificirane sorte ili hibridi koji su u nekoj od zemalja u svijetu prošli proces odobravanja

Biljna vrsta (latinski naziv)	Engleski	Ruski	Španski	Njemački	Italijanski
Soja (<i>Glycine max</i>)	soybean☒	soя	haba de soja	sojabohne	di semi di soia
Kukuruz (<i>Zea mays</i>)	maize☒	кукуруза	maíz	mais	mais
Uljana repica (<i>Brassica napus</i>)	argentine canola☒	аргентинс кое рапса	Argentina Canola	argentine canola	Argentina Canola
Ogrštica (<i>Brassica rapa</i>)	polish canola☒	польский рапса	Pulir Canola	polnisch canola	Polacco di canola
Riža (<i>Oryza sativa</i>)	rice☒	рис	arroz	reis	riso
Krompir (<i>Solanum tuberosum</i>)	potato☒	картофель	patata	kartoffel	patata
Pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)	wheat☒	пшеница	trigo	weizen	grano

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

Paradajz (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	tomato☒	помидор	tomate	tomate	pomodoro
Dinja (<i>Cucumis melo</i>)	melon☒	дыня	melón	melone	melone
Tikvica (<i>Cucurbita pepo</i>)	squash☒	сквош	calabacín	squash	squash
Suncokret (<i>Helianthus annuus</i>)	sunflower ☒	подсолнечник	girasol	sonnenblume	girasole
Šećerna repa (<i>Beta vulgaris</i>)	sugar beet☒	сахарная свекла	remolacha	zucker-rübe	barbabetola da zucchero
Lucerka (<i>Medicago sativa</i>)	alfalfa☒	люцерна	alfalfa	alfalfa	erba medica
Duhan (<i>Nicotiana tabacum</i>)	tobacco☒	табак	tabaco	tabak	tabacco
Lan (<i>Linum usitatissimum</i>)	flax☒	Лен, льняное	Lino, linaza	flachs, leinsamen	Di lino, semi di lino
Cikorija (<i>Cichorium intybus</i>)	chicory☒	цикорий	achicoria	chicoree	cicoria
Leća (<i>Lens culinaris</i>)	lentil☒	чечевица	lenteja	linse	lenticchia
Pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>)	cotton☒	хлопок	algodón	baumwo- lle	cotone
Bijela rosulja (<i>Agrostis stolonifera</i>)	creeping bentgrass☒	Ползучая полевница	bentgrass	creeping bentgrass	agrostide
Karanfil (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	carnation☒	гвоздика	clavel	nelke	garofano
Šljiva (<i>Prunus domestica</i>)	plum☒	сливовый	ciruela	pflaume	prugna
Papaja (<i>Carica papaya</i>)	papaya☒	папайя	papaya	papaya	Papaia
Paprika (<i>Capsicum annuum</i>)	pepper	перец	pimienta	pfeffer	pepe
Grah (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	beans	фасоль	haba	bohne	fagiolo
Petunija (<i>Petunia x hybrida</i>)	petunia	петуния	petunia	petunie	petunia
Ruža (<i>Rosa hybrida</i>)	rose	роза	rosa	rose	rosa
Topola (<i>Populus sp.</i>)	poplar	тополь	álamo	pappel	pioppo
Jabuka (<i>Malus domestica</i>)	apple	яблоко	manzana	apfel	mela
Ananas (<i>Ananas comosus</i>)	pinapple	ананас	piña	ananas	ananas

Većina GM biljaka koje se danas uzgajaju pripadaju tzv. "prvoj generaciji GM biljaka" koja su genetski izmijenjene s ciljem da se farmerima olakša njihov uzgoj, pri čemu dominiraju sorte i hibridi GM biljaka koje su tolerantne prema određenim totalnim herbicidima, te koje su otporne prema različitim štetnim organizmima (insektima i fitopatogenim gljivama, bakterijama i virusima uzročnicima bolesti biljaka).

Pri uzgoju ovakvih biljaka često se primjenjuju manje količine pesticida nego pri uzgoju konvencionalnih sorti i hibrida različitih gajenih biljaka, što je često toksikološki i ekološki povoljnije, odnosno koristi se manje pesticida koji su često povoljnijih ekotoksikoloških svojstava (npr. glifosat) u odnosu na neke konvencionalne herbicide koji se npr. koriste u zaštiti soje od korova.

U zaštiti biljaka od insekata koriste se različiti sojevi zemljišne bakterije *Bacillus thuringiensis* (ili skraćeno *Bt*), koja se karakteriše prisustvom specifičnih bjelančevina kristala tzv. „**Cry-bjelančevina**“ (Cry-proteins). Različiti sojevi ove bakterije sadrže različite kombinacije „Cry-bjelančevina“, kao što su: Cry1Ab, Cry2A, Cry3Bb, Cry 9C, i dr., koji se odlikuju toksičnim djelovanjem na različite vrste štetnih insekata. Zbog toga su ove bjelančevine još poznate i pod nazivom „**Bt-toksini**“ („*Bt-toxins*“). Ove bjelančevine uzrokuju probavne smetnje i smrt pojedinih vrsta štetnih insekata (kukuruzni plamenac, kukuruzna zlatica, krompirova zlatica, i dr.) koje se hrane ovakvom GM biljkom, te na taj način i pojednu navedenu bjelančevinu, dok za ljude i životinje ova bjelančevina uopće nije opasna (Sanvido *i sar.*, 2006).

U ekološkoj poljoprivredi bakterija *Bacillus thuringiensis* se koristi kao biološki insekticid za suzbijanje štetnih vrsta insekata. Naučnici su gen za sintezu pojedinih „Cry-bjelančevina“ prenijeli iz različitih sojeva ove bakterije u kukuruz, soju, pamuk, krompir i još neke gajene biljke, nakon čega takve genetski izmijenjene biljke same proizvode dotičnu bjelančevinu. Štetni insekti i njihove larve koji se hrane na korijenu, listovima, stabljici ili sjemenkama ovakvih biljaka ugibaju. Poljoprivrednici su zadovoljni jer ne moraju kupovati insekticide niti dolaziti sa njima u dodir pri uzgoju ovakvih GM

biljaka, a i potrošači su zadovoljni jer se ne moraju brinuti o prisustvu ostataka sintetičkih insekticida u hrani. Osim toga, na *Bt* biljkama neće uginuti insekti koji se ne hrane „*Bt*-toksinom“, zbog čega je utvrđeno da se na poljima na kojima se uzgajaju GM usjevi nalazi veći broj različitih insekata nego na poljima sa tradicionalnim usjevima gdje se koriste pesticidi za suzbijanje štetnih insekata (Trkulja i sar., 2014a).

2.2. Kakvo je trenutno stanje sa uzgojem i registracijom sorti i hibrida GM biljaka u Evropskoj uniji?

Dvije zemlje EU (Španija i Portugal) nastavile su uzgajati biotehnološke usjeve u 2017. godini. Ukupno je u ove dvije zemlje bilo zasijano 131,535 hektara u 2017. godini, što predstavlja smanjenje od 4% u odnosu na 136,363 hektara u 2016. godini (ISAAA, 2017a).

Češka Republika kao ni Slovačka nisu uzgajale biotehnološke usjeve u 2017. godini zbog strogih uslova izvještavanja o njihovom uzgoju kao i zbog preferencija proizvođača ka sirovinama koje nisu GMO.

U EU je do decembra 2018. godine izdato ukupno 111 odobrenja za korištenje genetskih modifikacija kod pet biljnih vrsta (pamuk, kukuruz, uljana repica, soja i šećerna repa), od čega su svih 111 odobrenja za ishranu ljudi i domaćih životinja i samo jedno odobrenje (hibrid kukuruz MON810) za uzgoj.

Evropska unija je do decembra 2018. godine izdala odobrenje za **19 sorti GM soje** za ishranu ili kao sastojci u hrani za ljude i životinje. Od toga 17 sorti ima osobinu otpornosti na totalne herbicide, samu ili u kombinaciji s drugim osobinama, jedna sorta soje ima ugrađen *cry1Ac* gen koji joj daje svojstvo otpornosti na određene insekte iz reda *Lepidoptera*, a jedna ima izmijenjen nutricionistički sastav zahvaljujući ugrađenom *Pj.D6D* genu što za rezultat ima konverziju linolne u α -linoleinsku kiseline i *Nc.Fad3* gen koji rezultira konverzijom α -linoleinske u stearidonsku kiselinu. Od ukupno 17 sorti GM soje otpornih na herbicide 12 ima ugrađene gene za otpornost na jedan ili više herbicida, dok jedna ima kombinaciju *cry1Ac* gena zaslužnu za otpornost na insekte i *cp4epsps* gen koji joj daje otpornost na herbicid glifosat, dok preostale četiri sorte soje

imaju kombinaciju otpornosti na herbicide i izmijenjeni nutricionistički sastava (Trkulja i Mihić-Salapura, 2018).

Evropska unija je do decembra 2018. godine izdala odobrenja za **74 hibrida GM kukuruza**, za upotrebu za ishranu ljudi i životinja, dok samo jedan hibrid kukuruza MON810 kome je ugrađen gen *cry1A(b)* koji mu daje otpornost na određene insekte iz reda *Lepidoptera*, ima odobrenje za uzgoj. Od 74 odobrena hibrida GM kukuruza preostalih, šest hibrida ima ugrađene gene koji mu daju otpornost isključivo na herbicide, i to *mepsps* gen koji daje otpornost na herbicid glifosat, *pat* gen koji daje otpornost na herbicid glufosinat amonijum, *aad-1* gene insertovan da daje tolerantnost na herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic kiselinu (2,4-D) i aryloxyphenoxypropionate (AOPP). Tri hibrida imaju otpornost samo na insekte, pri čemu su prvom od njih ugrađeni geni *cry1A.105* i *cry2Ab2* koji mu daju rezistentnost na određene insekte iz reda *Lepidoptera*, kod drugog hibrida ugrađen je modificirani gen *cry3A* koji mu daje rezistentnost na određene insekte iz reda *Coleoptera*, i uz njega ugrađen je *pmi* gen koji služi kao selekcionni marker, dok je kod trećeg od njih ugrađen *vip3Aa20* gen koji mu daje otpornost na određene insekte iz reda *Lepidoptera*. Najčešća osobina kod genetski modificiranih hibrida kukuruza je kombinirana otpornost na insekte i herbicide na bazi glifosata ili glufosinat-amonijuma koju imaju 63 hibrida (Trkulja i Mihić-Salapura, 2018). Isti autori navode da jedan hibrid ima ugrađen *cspB* gen koji je insertovan da reducira gubitke prinosa prouzrokovane sušom i pored njega *nptII* gen koji služi kao selekcionni marker.

Takođe, Evropska unija je do decembra 2018. godine izdala odobrenja i za **12 sorti pamuka** namijenjenih ishrani ljudi i životinja, kao i za dobijanje različitih proizvoda od pamuka koji imaju drugu namjenu pored ishrane, izuzev uzgoja. Pri tome jedna sorta pamuka ima otpornost na herbicide i uz to ugrađen selekcionni marker, dvije sorte imaju otpornost na određene insekte iz reda *Lepidoptera* i ugrađene selekcionne markere, jedna sorta pamuka ima kombinaciju otpornosti na određene insekte iz reda *Lepidoptera* zahvaljujući ugrađenom *cry1Ac* genu, kao i na herbicid glifosat zahvaljujući *cp4 epsps* genu, tri sorte pamuka imaju samo otpornost na herbicide (jedan ima ugrađen *pat* gen

koji mu daje otpornost na herbicid glufosinat amonijum, jedan je otporan isključivo na herbicide na bazi glifosata usljed ugrađenog *2mepsps* gena, dok jedan ima *cp4 epsps* gen koji mu daje otpornost na herbicide na bazi glifosata), tri sorte pamuka imaju kombinaciju otpornosti na herbicide i određene insekte iz reda *Lepidoptera*, jedna sorta ima kombinaciju otpornosti na dva herbicida, dok jedna sorta ima tri osobine u kombinaciji i to otpornost na herbicide glufosinat amonijum i glifosat, kao i otpornost na insekte (Trkulja i Mihić-Salapura, 2018).

Isto tako, Evropska unija je do decembra 2018. godine izdala odobrenja i za **pet sorti GM uljane repice** od čega dvije imaju otpornost na herbicid glifosat, jedna na glufosinat amonijum, jedna ima kombinaciju otpornosti na glufosinat amonijum i *barnase* i *barstar* gene koji dovode do nedostatka fertilnog polena i muške sterilnosti, a jedan ima kombinaciju četiri gena od čega dva za otpornost na herbicide i dva koji dovode do nedostatka fertilnog polena i muške sterilnosti.

Do decembra 2018. godine Evropska unija je izdala odobrenja i za **jednu sortu GM šećerne repe** koja ima svojstvo otpornosti na herbicide na bazi glifosata za upotrebu u sastojcima hrane za ljude i životinje, kao i hrana za životinje proizvedena od nje.

Registar odobrenih sorti i hibrida GM biljaka sa rokovima važenja odobrenja koja su izdata na području Evropske unije dat je u tabeli 3 (European Commission, 2018).

Tabela 3. Registar EU odobrenih sorti i hibrida GM biljaka, s rokovima važenja odobrenja

Genetski modificiran pamuk			
Biljka (GM hibrid/sorta) Jedinstveni ID [Kompanija]	Insertovani gen/ karakteristika	Odobrena namjena	Datum isteka odobrenja
Pamuk (MON1445) MON-Ø1445-2 [Monsanto]	Genetski modificiran pamuk koji sadrži: cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata	Hrana proizvedena od MON-Ø1445-2 pamuka	26/04/2025
		Hrana za životinje proizvedena od MON-Ø1445-2 pamuka	26/04/2025

	nptII i aadA geni insertovani kao selekциони markeri		
<p>Pamuk (MON15985)</p> <p>MON-15985-7</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>cry1A i cry2Ab2 gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>uidA gen insertovan kao selekциони marker</p> <p>nptII i aadA geni insertovani kao selekциони markeri</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-15985-7 pamuka	26/04/2025
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se od, ili se proizvodi od MON-15985-7 pamuka	26/04/2025
		Proizvodi koji nisu hrana i hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od MON-15985-7 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja	26/04/2025
<p>Pamuk (MON531)</p> <p>MON-00531-6</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>cry1Ac insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>nptII i aadA geni insertovani kao selekциони markeri</p>	Hrana proizvedena od MON-00531-6 pamuka	26/04/2025
		Hrana za životinje proizvedena od MON-00531-6 pamuka	26/04/2025
<p>Pamuk (MON531 x MON1445)</p> <p>MON-00531-6 x MON-01445-2</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>cry1Ac gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema</p>	Hrana proizvedena od MON-00531-6 x MON-01445-2 pamuka	26/04/2025
		Hrana za životinje proizvedena od MON-00531-6 x MON-01445-2 pamuka	26/04/2025

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

	herbicidima na bazi glifosata nptII i aadA geni insertovani kao selekcionni markeri		
<p>Pamuk (LLCotton25)</p> <p>ACS-GH001-3</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od ACS-GH001-3 pamuka (uključujući i aditive)	<p>Obnova odobrenja u toku</p>
		Hrana za životinje i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od ACS-GH001-3 pamuka (krmiva i aditivi)	
		Drugi proizvodi osim za hranu za ljude i hranu za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od ACS-GH001-3 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja	
<p>Pamuk (GHB614)</p> <p>BCS-GH002-5</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>2mepsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili se proizvode od BCS-GH002-5 pamuka (uključujući i aditive u hrani)	<p>16/06/2021</p>
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili se proizvodi od BCS-GH002-5 pamuka (uključujući i materijale i aditive za hranu za životinje)	
		Drugi proizvodi osim za hranu za ljude i hranu	

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od BCS-GH002-5 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja	
<p>Pamuk (281-24-236x3006-210-23)</p> <p>DAS-24236-5xDAS-21023-5</p> <p>[Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>cry1Ac i cry1F gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili se proizvode od DAS-24236-5xDAS-21023-5 pamuka (uključujući i aditive u hrani)	21/12/2021
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili se proizvodi od DAS-24236-5xDAS-21023-5 pamuka (uključujući i materijale i aditive za hranu za životinje)	
		Drugi proizvodi osim za hranu za ljude i hranu za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od DAS-24236-5xDAS-21023-5 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja	
<p>Pamuk (T304-40)</p> <p>BCS-GH004-7</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p> <p>cry1Ab gen insertovan da bi se postigla</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili se proizvode od BCS-GH004-7 pamuk	26/04/2025
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili se proizvodi od od BCS-GH004-7 pamuk	26/04/2025

	<p>rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p>	<p>Drugi proizvodi osim za hranu i hranu za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od BCS-GH004-7 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja</p>	<p>26/04/2025</p>
<p>Pamuk (MON 88913) MON-88913-8 [Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži: cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili se proizvode od MON-88913-8 pamuk</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili se proizvodi od MON-88913-8 pamuk</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Drugi proizvodi osim za hranu i hranu za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-88913-8 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja</p>	<p>26/04/2025</p>
<p>Pamuk (GHB614xLLPamuk25) BCS-GH002-5xACS-GH001-3 [Bayer]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži: pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili se proizvode od BCS-GH002-5xACS-GH001-3 pamuk</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se, ili se proizvodi od BCS-GH002-5xACS-GH001-3 pamuk</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Drugi proizvodi osim za hranu i hranu za životinje koji</p>	<p>26/04/2025</p>

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		sadrže ili su sastavljeni od BCS-GH002-5xACS-GH001-3 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja	
<p>Pamuk (281-24-236x3006-210-23xMON88913) DAS-24236-5xMAS-21023-5xMON-88913-8 [Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>cry1F i cry1Ac gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili se proizvode od DAS-24236-5xMAS-21023-5xMON-88913-8 pamuk	03/07/2027
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se, ili se proizvodi od DAS-24236-5xMAS-21023-5xMON-88913-8 pamuk	03/07/2027
		DAS-24236-5 x MAS-21023-5 x MON-88913-8 pamuk u proizvodima koji ih sadrže ili se sastoje od njega za bilo koji drugi proizvod osim onih iz (1) i (2), sa izuzetkom uzgoja	03/07/2027
<p>Pamuk (GHB119) BCS-GH005-8 [Bayer CropScience]</p>	<p>Genetski modificiran pamuk koji sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p> <p>cry2Ae gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili se proizvode od BCS-GH005-8 pamuk	03/07/2027
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se, ili se proizvodi od BCS-GH005-8 pamuk (krmiva i aditive)	03/07/2027
		Drugi proizvodi osim za hranu i hranu za životinje koji	03/07/2027

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		sadrže ili su sastavljeni od BCS-GH005-8 pamuka za istu namjenu kao i bilo koji drugi pamuk sa izuzetkom uzgoja	
Genetski modificiran kukuruz			
Biljka (GM hibrid/sorta) Jedinstveni ID [Kompanija]	Insertovani gen/ karakteristika	Odobrena namjena	Datum isteka odobrenja
Kukuruz (Bt11) SYN-BT 011-1 [Syngenta]	Genetski modificiran kukuruz koji sadrži: cry1A(b) gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na insekte iz reda <i>Lepidoptera</i> pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od SYN-BT011-1xMON-00021-9 kukuruza	Obnova odobrenja u toku
		Hrana za životinje i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od SYN-BT011-1xMON-00021-9 kukuruza	
		Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su sastavljeni od SYN-BT011-1xMON-00021-9	
Kukuruz (DAS59122) DAS-59122-7 [Pioneer and Dow AgroSciences]	Genetski modificiran kukuruz koji sadrži: cry34Ab1 i cry35Ab1 gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i> pat gen insertovan da bi	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DAS59122-7 kukuruza	05/08/2028
		Hrana za životinje i	

	<p>se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p>	<p>sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DAS59122-7 kukuruza</p>	
<p>Kukuruz (DAS1507xNK603) DAS-Ø15Ø7-1xMON-ØØ6Ø3-6 [Pioneer and Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1F gen insertovan da bi se postigla zaštita od određenih insekata iz reda <i>Lepidoptera</i> kao što je kukuruzni plamenac (<i>Ostrinia nubilalis</i>) i vrste koje pripadaju rodu <i>Sesamia</i></p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p> <p>cp4 epsps insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DAS-Ø15Ø7-1xMON-ØØ6Ø3-6 kukuruza (uključujući prehrambene aditive)</p>	<p>Obnova je u toku</p>
		<p>Hrana za životinje i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DAS-Ø15Ø7-1xMON-ØØ6Ø3-6 kukuruza (krmiva i aditivi za hranu)</p>	
		<p>Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su sastavljeni od</p>	

		DAS-Ø15Ø7-1xMON-ØØ6Ø3-6 kukuruza za istu namjenu kao i bilo koji drugi kukuruz sa izuzetkom uzgoja	
<p>Kukuruz (DAS1507)</p> <p>DAS-Ø15Ø7-1</p> <p>[Pioneer and Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1F insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amonijuma</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od 1507 kukuruza	20/12/2027
		Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od 1507 kukuruza	
		Drugi proizvodi koji sadrže ili su sastavljeni od 1507 kukuruza sa izuzetkom uzgoja	
<p>Kukuruz (GA21)</p> <p>MON-ØØØ21-9</p> <p>[Syngenta]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>mepsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-ØØØ21-9 kukuruza (uključujući i aditive)	05/08/2028
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-ØØØ21-9 kukuruza (krmiva i aditivi)	
		Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su	

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		sastavljeni od MON-00021-9 kukuruza za istu namjenu kao i bilo koji drugi kukuruz sa izuzetkom uzgoja	
<p>Kukuruz (MON810)</p> <p>MON-00810-6</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1A(b) gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p>	Hrana i sastojci hrane proizvedeni od MON810 (uključujući i aditive)	03/07/2027
		Polen proizveden od kukuruza MON810	05/11/2023
		Hrana za životinje koja se sastoji od MON810 kukuruza	03/07/2027
		Hrana za životinje proizvedena od MON810 kukuruza	03/07/2027
		Sjeme za uzgoj	Obnova odobrenja u toku
<p>Kukuruz (NK603)</p> <p>MON-00603-6</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	Hrana koja sadrži, sastoji se od ili je proizvedena od MON-00603-6 kukuruza	26/04/2025
		Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od MON-00603-6 kukuruza	26/04/2025
		Drugi proizvodi koji sadrže ili su sastavljeni od MON-00603-6 za istu namjenu kao i bilo koji kukuruz sa izuzetkom uzgoja	26/04/2025
Kukuruz (NK603 x MON810)	Genetski modificiran	Hrana i	Obnova je u

<p>MON-00603-6 x MON-00810-6</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>kukuruz koji sadrži:</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>cry1A(b) gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i> (<i>Ostrinia nubilalis</i>, <i>Sesamia</i> spp.)</p>	<p>sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-00603-6xMON-00810-6 kukuruza (uključujući i aditive)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-00603-6xMON-00810-6 kukuruza (krmiva i aditive)</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-00603-6xMON-00810-6 kukuruza za istu namjenu kao i bilo koji drugi kukuruz sa izuzetkom uzgoja</p>	<p>toku</p>
<p>Kukuruz (T25)</p> <p>ACS-ZM003-2</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od ACS-ZM003-2 kukuruza</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od ACS-ZM003-2 kukuruza</p>	<p>26/04/2025</p> <p>26/04/2025</p>

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od kukuruza ACS-ZM003-2 za iste namene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za kultivaciju	26/04/2025
<p>Kukuruz (MON88017)</p> <p>MON-88017-3</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry3Bb1 gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i></p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-88017-3 kukuruza (uključujući i aditive)	<p>Obnova odobrenja je u toku</p>
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-88017-3 kukuruza (krmiva i aditivi)	
		Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-88017-3 kukuruza za istu namjenu kao i bilo koji drugi kukuruz sa izuzetkom uzgoja	
<p>Kukuruz (MON89034)</p> <p>MON-89034-3</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1A.105 i cry2Ab2 gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-89034-3	<p>Obnova odobrenja je u toku</p>

	<p><i>Lepidoptera</i></p>	<p>kukuruz (uključujući i aditive)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-89034-3 kukuruza (krmiva i aditivi)</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-89034-3 kukuruza za istu namjenu kao i bilo koji drugi kukuruz sa izuzetkom uzgoja</p>	
<p>Kukuruz (MIR604)</p> <p>SYN-IR604-5</p> <p>[Syngenta]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry3A gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i></p> <p>pmi gen insertovan kao selekcionni marker</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od SYN-IR604-5 kukuruza (uključujući i aditive)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od SYN-IR604-5 kukuruza (krmiva i aditive)</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su sastavljeni od SYN-IR604-5 kukuruza za</p>	<p>29/11/2019</p>

		istu namjenu kao i bilo koji drugi kukuruz sa izuzetkom uzgoja	
<p style="text-align: center;">Kukuruz (MON88017xMON810)</p> <p style="text-align: center;">MON-88017-3xMON-00810-6</p> <p style="text-align: center;">[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1Ab gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cry3Bb1 insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i></p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-88017-3xMON-00810-6 kukuruza</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-88017-3xMON-00810-6 kukuruza</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane za ljude i životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-88017-3xMON-00810-6 kukuruza</p>	27/07/2020
<p style="text-align: center;">Kukuruz (MON89034 x MON88017)</p> <p style="text-align: center;">MON-89034-3x MON-88017-3</p> <p style="text-align: center;">[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1A.105 i cry2Ab2 gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cry3Bb1 gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i></p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od MON-89034-3x MON-88017-3 kukuruza (uključujući i aditive u hrani)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se od ili je proizvedena od MON-89034-3x MON-88017-</p>	16/06/2021

		3 kukuruza (uključujući i dodatke hrani za životinje)		
<p>Kukuruz (Bt11 × MIR162 × MIR604 × GA21)</p> <p>SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9 i četiri povezana GM kukuruza koji kombiniraju tri različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(Bt11 × MIR162 × MIR604) SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5,</p> <p>(Bt11 × MIR162 × GA21) SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4 × MON-00021-9,</p> <p>(Bt11 × MIR604 × GA21) SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR162 × MIR604 × GA21) SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9 i šest povezanih GM kukuruza koji kombiniraju dva različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(Bt11 × MIR162) SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4,</p> <p>(Bt11 × MIR604) SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5,</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1Ab i vip3Aa20 gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cry3A gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i></p> <p>mepsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>pmi gen insertovan kao selekcionni marker</p>	<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON-89034-3x MON-88017-3 kukuruza za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz osim za uzgoj</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvode od GMO-a, specificirani u koloni jedan (uključujući prehrambene aditive)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od GMO-a, specificirani u koloni jedan (uključujući materijale i aditive u hrani za životinje)</p>	<p>18/09/2026</p>
<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od GMO-a, specificirani u koloni jedan, za iste namjene kao i bilo koji drugi</p>				

<p>(Bt11 × GA21) SYN-BT011-1 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR162 × MIR604) SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5,</p> <p>(MIR162 × GA21) SYN-IR162-4 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR604 × GA21) SYN-IR604-5 × MON-00021-9</p> <p>SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9</p> <p>[Syngenta]</p>		<p>kukuruz, osim za uzgoj</p>	
<p>Kukuruz (MIR162)</p> <p>SYN-IR162-4</p> <p>[Syngenta]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>vip3Aa20 gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvode od SYN-IR162-4 kukuruza</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se od ili je proizvedena od SYN-IR162-4 kukuruza</p> <p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje of SYN-IR162-4 kukuruza</p>	<p>18/10/2022</p>
<p>Kukuruz (MON 89034×1507× MON88017×59122)</p> <p>MON-89034-3xDAS-01507- 1xMON-88017-3xDAS-59122-7 i četiri povezana GM kukuruza koji kombiniraju tri različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(MON89034×1507×MON88017) MON-89034-3xDAS-01507- 1xMON-88017-3,</p> <p>(MON89034×1507×59122)</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>Cry1A.105, Cry2Ab2 i Cry1F gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i> kao što su kukuruzni plamenac (<i>Ostrinia nubilalis</i>) i vrste koje pripadaju rodu <i>Sesamia</i></p> <p>Cry3Bb1, Cry34Ab1 i Cry35Ab1 gene insertovane da bi se</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvode od GMO-a, specificirani u koloni jedan (uključujući prehrambene aditive)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena</p>	<p>05/11/2023</p>

<p>MON-89034-3xDAS-01507-1xDAS-59122-7, (MON89034×MON88017×59122) MON-89034-3xMON-88017-3xDAS-59122-7, (1507×MON88017×59122) DAS-01507-1xMON-88017-3xDAS-59122-7. i četiri povezana GM kukuruza koji kombiniraju dva različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(MON89034x1507) MON-89034-3xDAS-01507-1, (MON89034x59122) MON-89034-3xDAS-59122-7, (1507xMON88017) DAS-01507-1xMON-88017-3, (MON88017x59122) MON-88017-3xDAS-59122-7</p> <p>[Monsanto and Dow AgroSciences]</p> <p>MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-88017-3xDAS-59122-7</p> <p>[]</p>	<p>postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i>, kao što je larva kukuruzne zlatice (<i>Diabrotica</i> spp.)</p> <p>pat insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>od GMO-a, specificirani u koloni jedan (uključujući materijale i aditive u hrani za životinje)</p> <p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od GMO-a, specificirani u koloni jedan, za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>	
<p>Kukuruz (MON89034×1507×NK603) MON-89034-3×DAS-01507-1×MON-00603-6</p> <p>[Monsanto and Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>Cry1A.105, Cry2Ab2 i Cry1F gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i>, kao što su kukuruzni plamenac (<i>Ostrinia nubilalis</i>) i vrste koje pripadaju rodu <i>Sesamia</i></p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla rezistentnost na određene insekte na bazi glufosinat-amoniuma</p> <p>cp4 epsps gen insertovan</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od MON-89034-3×DAS-01507-1×MON-00603-6 kukuruza (uključujući prehrambene aditive)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, MON-89034-3×DAS-</p>	<p>05/11/2023</p>

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

	da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata	<p>Ø15Ø7-1×MON-ØØ6Ø3-6 kukuruz (uključujući materijale i aditive u hrani za životinje)</p> <p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON-89Ø34-3×DAS-Ø15Ø7-1×MON-ØØ6Ø3-6 kukuruza za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>	
<p>Kukuruz (MON 87460)</p> <p>MON 8746Ø-4</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cspB gen insertovan da smanji gubitak prinosa izazvanih stresom usljed suše</p> <p>nptII gen insertovan kao selekcionni marker</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od MON 8746Ø-4 kukuruza</p>	26/04/2025
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON 8746Ø-4 kukuruza</p>	26/04/2025
		<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON 8746Ø-4 kukuruza za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>	26/04/2025
Kukuruz (NK603 × T25)	Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:	Hrana i sastojci hrane	03/12/2025

<p>MON-00603-6 × ACS-ZM003-2 [Monsanto]</p>	<p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od MON-00603-6 × ACS-ZM003-2 kukuruza</p>	
	<p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p>	<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-00603-6 × ACS-ZM003-2 kukuruza</p>	03/12/2025
		<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON-00603-6 × ACS-ZM003-2 kukuruza za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>	03/12/2025
<p>Kukuruz MON 87427 MON-87427-7 [Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od MON-87427-7 kukuruza</p>	03/12/2025
	<p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-87427-7 kukuruza</p>	03/12/2025
	<p>cp4 epsps ekspresija je odsutna ili ograničena u muškim reproduktivnim tkivima, što eliminiše ili smanjuje potrebu za detaljizacijom kada se MON-87427-7 koristi kao ženski roditelj u hibridnoj proizvodnji sjemena kukuruza.</p>	<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON-87427-7 kukuruza za iste</p>	03/12/2025

		namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj	
<p>Kukuruz (1507 × 59122 × MON 810 × NK603)</p> <p>DAS-01507-1 × DAS-59122-7 × MON-00810-6 × MON-00603-6</p> <p>i</p> <p>četiri povezana GM kukuruza koji kombiniraju tri različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(1507 × 59122 × MON 810) DAS-01507-1 × DAS-59122-7 × MON-00810-6,</p> <p>(59122 × 1507 × NK603) DAS-59122-7 × DAS-01507-1 × MON-00603-6,</p> <p>(1507 × MON 810 × NK603) DAS-01507-1 × MON-00810-6 × MON-00603-6,</p> <p>(59122 × MON 810 × NK603) DAS-59122-7 × MON-00810-6 × MON-00603-6</p> <p>i</p> <p>četiri povezana GM kukuruza koji kombiniraju dva različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(1507 × 59122) DAS-01507-1 × DAS-59122-7,</p> <p>(1507 × MON 810) DAS-01507-1 × MON-00810-6,</p> <p>(59122 × MON 810) DAS-59122-7 × MON-00810-6,</p> <p>(59122 × NK603) DAS-59122-7 × MON-00603-6</p> <p>DAS-01507-1 × DAS-59122-7 × MON-00810-6 × MON-00603-6</p> <p>6</p> <p>[Pioneer]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1Ab i cry1F gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cry34Ab1 i Cry35Ab1 gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i></p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amonijuma</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvode od GMO-a, specificirani u koloni jedan</p>	04/08/2028
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoje se ili je proizvedena od GMO-a, specificirani u koloni jedan</p>	04/08/2028
		<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od GMO-a, specificirani u koloni jedan, za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>	04/08/2028

<p>Kukuruz (DAS-40278-9)</p> <p>DAS-40278-9</p> <p>[Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>aad-1 gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi 2,4-D i AOPP (ariloksifenoksiipronat)</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od DAS-40278-9 kukuruza (uključujući aditive)</p>	03/07/2027
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od DAS-40278-9 kukuruza (uključujući krmiva i aditive)</p>	03/07/2027
		<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od DAS-40278-9 kukuruza za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>	03/07/2027
<p>Kukuruz (Bt11 × 59122 × MIR604 × 1507 × GA21)</p> <p>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9</p> <p>i</p> <p>pet povezanih GM kukuruza koji kombiniraju dva različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(Bt11 × MIR604 × 1507 × GA21) SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9,</p> <p>(Bt11 × 59122 × 1507 × GA21) SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × DAS-01507-1 × MON-00021-9,</p> <p>(Bt11 × 59122 × MIR604 × GA21)</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1Ab i cry1F gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cry3A, cry34Ab1 i cry35Ab1 gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Coleoptera</i></p> <p>mepsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvede od GMO-a, specficirani u koloni jedan (uključujući aditive)</p>	03/07/2027
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od GMO-a, specficirani u koloni jedan (uključujući materijale i aditive u hrani za</p>	03/07/2027

<p>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9,</p> <p>(Bt11 × 59122 × MIR604 × 1507) SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1,</p> <p>(59122 × MIR604 × 1507 × GA21) DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9</p> <p>i</p> <p>devet povezanih GM kukuruza koji kombiniraju tri različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(Bt11 × 59122 × MIR604) SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × SYN-IR604-5,</p> <p>(Bt11 × 59122 × 1507) SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × DAS-01507-1,</p> <p>(Bt11 × 59122 × GA21) SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × MON-00021-9,</p> <p>(Bt11 × MIR604 × 1507) SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1,</p> <p>(59122 × MIR604 × GA21) DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9,</p> <p>(59122 × 1507 × GA21) DAS-59122-7 × DAS-01507-1 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR604 × 1507 × GA21) SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9</p> <p>i</p> <p>šest povezanih GM kukuruza koji kombiniraju dva različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(Bt11 × 59122) SYN-BT011-1 × DAS-59122-7,</p> <p>(Bt11 × 1507) SYN-BT011-1 × DAS-01507-1,</p>	<p>prema herbicidima na bazi glufosinat-amonijuma</p> <p>pmi gen insertovan kao selekциони marker</p>	<p>životinje)</p>	<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od GMO-a, specificirani u koloni jedan, za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>
---	--	-------------------	--

<p>(59122 × MIR604) DAS-59122-7 × SYN-IR604-5,</p> <p>(59122 × GA21) DAS-59122-7 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR604 × 1507) SYN-IR604-5 × DAS-01507-1,</p> <p>(1507 × GA21) DAS-01507-1 × MON-00021-9</p> <p>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9</p> <p>[Syngenta]</p>			
<p>Kukuruz (MON 87427 × MON 89034 × NK603)</p> <p>MON-87427-7 × MON-89034-3 × MON-00603-6</p> <p>i</p> <p>tri povezana GM kukuruza koji kombiniraju dva različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(MON 87427 × NK603) MON-87427-7 × MON-00603-6,</p> <p>(MON 89034 × NK603) MON-89034-3 × MON-00603-6,</p> <p>(MON 87427 × MON 89034) MON-87427-7 × MON-89034-3</p> <p>MON-87427-7 × MON-89034-3 × MON-00603-6</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificiran kukuruz koji sadrži:</p> <p>cry1a.105 i cry2ab2 gene insertovane da bi se postigla rezistentnost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvode od GMO-a, specificirani u koloni jedan</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od GMO-a, specificirani u koloni jedan</p> <p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od GMO-a, specificirani u koloni jedan, za iste namjene kao i bilo koji drugi kukuruz, osim za uzgoj</p>	<p>04/08/2028</p> <p>04/08/2028</p> <p>04/08/2028</p>
Genetski modificirana uljana repica			
<p>Biljka (GM hibrid/sorta) Jedinstveni ID</p>	<p>Insertovani gen/ karakteristika</p>	<p>Odobrena namjena</p>	<p>Datum isteka</p>

[Kompanija]			odobrenja
<p>Uljana repica (GT73)</p> <p>MON-00073-7</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana uljana repica koja sadrži:</p> <p>cp4 epsps i goxv247 gene insertovane da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane proizvedeni od MON-00073-7 uljane repice sa izuzetkom izoliranih proteina sjemena</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od MON-00073-7 uljane repice</p>	<p>Obnova odobrenja u toku</p>
		<p>Hrana za životinje proizvedena od MON-00073-7 uljane repice</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Drugi proizvodi koji sadrže ili su sastavljeni od MON-00073-7 uljane repice</p>	<p>Obnova odobrenja u toku</p>
<p>Ogrštica (švedska repica)</p> <p>(MS8, RF3, MS8xRF3)</p> <p>ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificirana švedska repica koja sadrži:</p> <p>bar (pat) gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat amonijuma</p> <p>barnase gen insertovan da dovede do nedostatka fertilnog polena i muške sterilnosti</p> <p>barstar gen insertovan da dovede do nedostatka fertilnog polena i muške sterilnosti</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 uljane repice (uključujući aditive)</p>	<p>24/06/2023</p>
		<p>Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 uljane repice</p>	<p>Obnova odobrenja u toku</p>
		<p>Hrana za</p>	<p>24/06/2023</p>

		<p>životinje proizvedena od ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 uljane repice</p>	
		<p>Drugi proizvodi koji sadrže ili su sastavljeni od ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 uljane repice sa izuzetkom uzgoja</p>	<p>Obnova odobrenja u toku</p>
<p>Uljana repica (T45) ACS-BN008-2 [Bayer]</p>	<p>Genetski modificirana uljana repica koja sadrži: pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat amonijuma</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže ili su proizvedeni od ACS-BN008-2 uljane repice (uključujući i aditive za hranu)</p>	<p>Obnova odobrenja u toku</p>
		<p>Hrana za životinje koja sadrži ili je proizvedena od ACS-BN008-2 uljane repice (krmiva i aditivi)</p>	
		<p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje</p>	
<p>Uljana repica (MON 88302) MON-88302-9 [Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana uljana repica koja sadrži: cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od MON-88302-9 uljane repice</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Hrana za životinje koja</p>	<p>26/04/2025</p>

		sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-88302-9 uljane repice	
		Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON-88302-9 uljane repice za istu namjenu kao i ostala uljana repica sa izuzetkom kultivara	26/04/2025
<p>Uljana repica (MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 i MON88302 x Rf3)</p> <p>MON-88302-9 x ACSBN005-8 x ACS-BN003-6; MON-88302-9 x ACSBN005-8; MON-88302-9 x ACS-BN003-6</p> <p>[Bayer CropScience and Monsanto Europe]</p>	<p>Genetski modificirana uljana repica koja sadrži:</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili su proizvedeni od MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 and MON88302 x Rf3 uljane repice</p>	20/12/2027
	<p>bar (pat) gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat amonijuma</p> <p>barnase gen insertovan da dovede do nedostatka fertilnog polena i muškog steriliteta</p>	<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 and MON88302 x Rf3 uljane repice</p>	20/12/2027
	<p>barstar gen insertovan da dovede do nedostatka fertilnog polena i muškog steriliteta</p>	<p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 and MON88302 x Rf3 sa</p>	20/12/2027

		izuzetkom kultivara	
Genetski modificirana soja			
Biljka (GM hibrid/sorta) Jedinstveni ID [Kompanija]	Insertovani gen/ karakteristika	Odobrena namjena	Datum isteka odobrenja
<p>Soja (A2704-12)</p> <p>ACS-GM005-3</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amonijuma</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od ACS-GM005-3 soje (uključujući i aditive)</p>	<p>Obnova odobrenja je u toku</p>
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od ACS-GM005-3 soje (krmiva i aditivi)</p>	
		<p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od ACS-GM005-3 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	
<p>Soja (MON89788)</p> <p>MON-89788-1</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-89788-1 soje (uključujući i aditive)</p>	<p>Obnova odobrenja je u toku</p>
		<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-</p>	

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		89788-1 soje (krmiva i aditivi)	
		Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-89788-1 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja	
<p>Soja (MON40-3-2)</p> <p>MON-Ø4Ø32-6</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	Hrana koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON 40-3-2 soje (uključujući i aditive)	09/02/2022
		Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od MON40-3-2 soje	
		Hrana za životinje proizvedena od MON40-3-2 soje (krmiva i aditivi)	
		Drugi proizvodi koji sadrže ili su sastavljeni od MON 40-3-2 soje sa izuzetkom uzgoja	
<p>Soja (MON87701)</p> <p>MON-877Ø1-2</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>cry1Ac gen insertovan da bi se postigla otpornost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje ili proizvodi od MON-877Ø1-2 soje (uključujući i aditive)	09/02/2022
		Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od	

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		MON-87701-2 soje (krmiva i aditivi)	
		Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON-87701-2 soje za iste namjene kao i bilo koja druga soja, osim za uzgoj	
<p>Soja (356043)</p> <p>DP-356043-5</p> <p>[Pioneer]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>gat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p> <p>gm-hra gen insertivan da bi se postigla tolerantnost na herbicide koji inhibiraju ALS</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvedeni od DP-356043-5 soje (uključujući i aditive u hrani)	09/02/2022
		Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od DP-356043-5 soje (krmiva i aditivi)	
		Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koja sadrži ili se sastoji od DP-356043-5 soje za iste namjene kao i bilo koja druga soja, osim za uzgoj	
<p>Soja (A5547-127)</p> <p>ACS-GM006-4</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amoniuma</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvode od ACS-GM006-4 soje (uključujući i aditive u hrani)	09/02/2022
		Hrana koja sadrži, sastoji	

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

		<p>se od ili proizvodi od ACS-GM006-4 soje (krmiva i dodataka hrani)</p> <p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od ACS-GM006-4 soje za iste namjene kao i bilo koja druga soja, osim za uzgoj</p>	
<p>Soja (MON87701 x MON89788)</p> <p>MON-87701-2 x MON-89788-1</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>cry1Ac gen insertovan da bi se postigla otpornost na određene insekte iz reda <i>Lepidoptera</i></p> <p>cp4 epsps insertovan da bi se postigla tolerancija prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se ili proizvode od MON-87701-2 x MON-89788-1 soje (uključujući i aditive u hrani)</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od MON-87701-2 x MON-89788-1 soje (krmiva i aditivi)</p> <p>Proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili se sastoje od MON-87701-2 x MON-89788-1 soje za iste namjene kao i bilo koja druga soja, osim za uzgoj</p>	<p>27/06/2022</p>
<p>Soja (MON 87705)</p> <p>MON-87705-6</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>cp4 epsps gen insertovan</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su</p>	<p>26/04/2025</p>

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

<p>[Monsanto]</p>	<p>da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>fragменти FAD2-1A i FATB1-A gena koji nastaju kao rezultat inhibicije ekspresije gena FAD2-1A i FATB1-A RNA interferencijom (RNAi), što dovodi do povećanog sadržaja oleinske kiseline i smanjenje sadržaja linolne kiseline</p>	<p>proizvedeni od MON-87705-6 soje</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-87705-6 soje</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-87705-6 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	
<p>Soja (MON 87708)</p> <p>MON-87708-9</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>dmo gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi dikambe</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MON-87708-9 soje</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-87708-9 soje</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-87708-9 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	<p>26/04/2025</p>
<p>Soja (MON 87769)</p> <p>MON-87769-7</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>Pj.D6D gen koji rezultira konverzijom linolne</p>	<p>Hrana koja sadrži, sastoji se od ili su proizvedeni od MON-87769-7 soje</p>	<p>26/04/2025</p>

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

	<p>kiseline u α-linolensku kiselinu</p> <p>Nc.Fad3 gen koji rezultira konverzijom α-linolenske kiseline u stearidonsku kiselinu</p>	<p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-87769-7 soje</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od MON-87769-7 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	
<p>Soja (305423)</p> <p>DP-305423-1</p> <p>[Pioneer]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>fragment endogenog FAD2-1 gena koji je, kroz RNK interferenciju, utišao endogeni FAD2-1 gen, što dovodi do povećanog sadržaja oleinske kiseline i smanjenog sadržaja linolne kiseline</p> <p>Glycine max-hra gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima koji inhibiraju acetolaktat sintazu</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DP-305423-1 soje</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od DP-305423-1 soje</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od DP-305423-1 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	<p>26/04/2025</p>
<p>Soja (BPS-CV127-9)</p> <p>BPS-CV127-9</p> <p>[BASF]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>acetohidroksiacid sintaze velike podjedinice <i>Arabidopsis thaliana</i> gen</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od BPS-</p>	<p>26/04/2025</p>

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

	<p>insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi imidazolinona</p>	<p>CV127-9 soje</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od BPS-CV127-9 soje sa izuzetkom krmiva</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od BPS-CV127-9 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	
<p>Soja (FG 72)</p> <p>MST-FGØ72-2</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>HPPDPf336 gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi izoksaflutola</p> <p>2mepsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od MST-FGØ72-2 soje</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od BPS-CV127-9 MST-FGØ72-2 soje</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od BPS-CV127-9 MST-FGØ72-2 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	<p>25/07/2026</p>
<p>Soja (MON 87705 × MON 89788)</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže,</p>	<p>25/07/2026</p>

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

<p>MON-87705-6 × MON-89788-1 [MON-87705-6 × MON-89788-1]</p>	<p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>fragmenti FAD2-1A i FATB1-A gena koji rezultiraju inhibicijom ekspresije gena FAD2-1A i FATB1-A RNA interferencijom (RNAi), što dovodi do povećanog sadržaja oleinske kiseline i smanjenog sadržaja linolne kiseline</p>	<p>sastoje se od ili su proizvedeni od MON-87705-6 × MON-89788-1 soje</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-87705-6 × MON-89788-1 soje</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od BPS- MON-87705-6 × MON-89788-1 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja</p>	
<p>Soja (MON 87708 × MON 89788) MON-87708-9 × MON-89788-1 [Monsanto]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>dmo insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi dikambe</p> <p>cp4 epsps insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p>	<p>Hrana i sastojci hrane koji sadrže,astoje se od ili su proizvedeni od MON-87708-9 × MON-89788-1 soje</p> <p>Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od MON-87708-9 × MON-89788-1 soje</p> <p>Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od BPS- MON-</p>	<p>25/07/2026</p>

		87708-9 × MON-89788-1 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja	
<p>Soja (305423 × 40-3-2) DP-305423-1 × MON-04032-6 [Pioneer]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>glycine max-hra gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima koji inhibiraju acetolaktat sintazu</p> <p>fragment endogenog fad2-1 gena koji je rezultirao, putem RNK interferencije, u zaleđenju endogenog fad2-1 gena, što dovodi do povećanog sadržaja oleinske kiseline i smanjenog sadržaja linolne kiseline</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DP-305423-1 × MON-04032-6 soje	20/12/2027
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od DP-305423-1 × MON-04032-6 soje	20/12/2027
		Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od BPS- DP-305423-1 × MON-04032-6 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja	20/12/2027
<p>Soja (FG72 × A5547-127) MST-FG072-2 × ACS-GM006-4 [Bayer]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amonijuma</p> <p>2mepsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>hppdPf336 gen</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od FG72 × A5547-127 soje	20/12/2027
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od FG72 × A5547-127	20/12/2027

Genetski modificirani organizmi – stanje i perspektive

	insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi izoksaf lutola	soje Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od FG72 × A5547-127 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja	20/12/2027
<p>Soja (DAS-44406-6) DAS-44406-6 [Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>2mepsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata</p> <p>aad-12 gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi 2,4-D i drugim srodnim fenoksi herbicidima</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-amonijuma</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DAS-44406-6 soje	20/12/2027
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od DAS-44406-6 soje	20/12/2027
		Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od DAS-44406-6 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja	20/12/2027
<p>Soja (DAS-68416-4) DAS-68416-4 [Dow AgroSciences]</p>	<p>Genetski modificirana soja koja sadrži:</p> <p>aad-12 gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi 2,4-D i drugim srodnim fenoksikličnim herbicidima</p> <p>pat gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glufosinat-</p>	Hrana i sastojci hrane koji sadrže, sastoje se od ili su proizvedeni od DAS-68416-4 soje	20/12/2027
		Hrana za životinje koja sadrži, sastoji se ili je proizvedena od DAS-	20/12/2027

	amonijuma	68416-4 soje Drugi proizvodi osim hrane i hrane za životinje koji sadrže ili su sastavljeni od DAS-68416-4 soje za istu namjenu kao i bilo koja druga soja, sa izuzetkom uzgoja	20/12/2027
Genetski modificirana šećerna repa			
Biljka (GM hibrid/sorta) Jedinstveni ID [Kompanija]	Insertovani gen/ karakteristika	Odobrena namjena	Datum isteka odobrenja
Šećerna repa (H7-1) KM-000H71-4 [KWS SAAT i Monsanto]	Genetski modificirana šećerna repa koja sadrži: cp4 epsps gen insertovan da bi se postigla tolerantnost prema herbicidima na bazi glifosata	Hrana i sastojci hrane proizvedeni od KM-000H71-4 šećerne repe	05/08/2028
		Hrana za životinje proizvedena od KM-000H71-4 šećerne repe	05/08/2028

2.3. Kakvo je aktuelno stanje primjene genetskog inženjeringa u šumarstvu?

Uprkos njihovoj neuporedivoj važnosti, kako ekološki tako i ekonomski, veoma malo se zna o molekularnim mehanizmima na kojima se temelji razvoj genetičkog inženjeringa i njihov uticaj na rast i zdravstveno stanje šumskog drveća. Međutim, posljednjih deset godina pojavio se izuzetan napredak u rasvjetljavanju biohemijskih i genetskih mehanizama koji kontroliraju rast i opstanak jednogodišnjih biljaka. Veliki dio ovog napretka postignut je primjenom onoga što danas nazivamo funkcionalnom genomikom. Funkcionalna genomika podrazumijeva analizu genetskog materijala (genoma) nekog

organizma i složenih odnosa između njegovog sastava i funkcije. Ako se u tom slučaju razmatraju troškovi i koristi, uključujući i neželjene efekte, to će uticati na krajnji izbor ciljanog svojstva. To je posebno važno kada se upoređuju usmjereni ciljevi na neka svojstva, te njihov odnos prema modificiranim svojstvima, kao i pojedini alternativni pristupi (npr. konvencionalnom oplemenjivanju, uzgoju ili plantažnom uzgoju drveća) (Kajba i Ballian, 2007; Ballian, 2008, 2009).

Općenito, postoje tri glavna cilja za uzgoj i poboljšanje genetski modificiranih šumskih biljaka, koji podrazumijevaju: 1) poboljšanu otpornost prema biotičkim faktorima, odnosno prema insektima, uzročnicima bolesti i korovima (herbicidima); 2) prema raznim abiotičkim stresovima i 3) radi dobivanja poboljšanih karakteristika drveta, što će biti elaborirano u nastavku teksta (Ballian, 2009; Ballian i Kajba, 2011).

1) Poboljšana otpornost na razne biotičke faktore.

Štete na dendroflori i perenskom bilju uzrokovane od domaćih i introduciranih patogena i štetočina veoma često su od globalnog značaja. Zbog tih stalnih biotičkih stresova biljke pate, a to značajno utiče na rast i razvoj, odnosno produktivnost šuma, sa značajnim ekonomskim posljedicama. Na primjer, u Kini 1989. godine je zabilježeno veliko oštećivanje hibridnih topola od zajedničkog napada dva insekata defoliatora, i to gubara (*Lymantria dispar*) i topolovog tuljca (*Apochemia cineraria*). Taj zajednički napad rezultirao je značajnim proizvodnim gubitkom prirasta koji se kretao oko 40% (Hu i sar., 2001). Slično tome, kod pojedinih vrsta četinara kao što je teda bor (*Pinus taeda*), česta su oštećenja od insekata *Dendrolimus punctatus* i *Crypyothelea formosicola* (Tang i Tian, 2003), dok bijelu smreku (*Picea glauca*) često oštećuje insekt defoliator smrekova pupa (*Choristoneura fumiferana*) (Lachance i sar., 2007). Osim insekata defoliatora, tu su i fitopatogene gljive, bakterije i virusi koji također mogu uticati na zdravstveno stanje šuma i značajno umanjiti njihovu produktivnost. Stoga će u nastavku biti riječ o nekim rezultatima koji su postignuti genetskim modifikacijama s ciljem poboljšanja otpornosti drveća protiv raznih vrsta štetnih organizama.

1.1) Genetski modificirano drveće koje sadrži Bt toksine. Štetni insekti su veliki problem za dendrofloru i

perensko bilje, kako u prirodnim šumama tako i na plantažama. Stoga se intenzivno radi na genetskim modifikacijama topola koje se sade na plantažama širom svijeta. Postoje dvije glavne grupe topolovih štetočina, pri čemu su u prvoj grupi insekti iz familije *Chrysomelidae* (bube listare), a u drugoj insekti iz reda *Lepidoptera* (leptiri) koji su štetni u fazi gusjenica, a koji su postali rezistentni na insekticide. Pri tome oni ipak pokazuju osjetljivost na određene biološke pesticide koji nastaju iz različitih sojeva *Bacillus thuringiensis* (Bt) (James, 1997). Ova bakterija sintetizira bjelančevine koje se aktiviraju u crijevima nekih insekata, što uzrokuje lezije i na kraju smrt insekata. Insekticidne bjelančevine, koje su poznate kao *Bt toksini*, u praksi se uspješno koriste kao biološki pesticidi za zaštitu mnogih biljnih vrsta već dugi niz godina, kako egzogeno tako i endogeno (Thompson *i sar.*, 1995, James *i sar.*, 1999). Ti *Bt toksini* su relativno selektivni insekticidi koji imaju vrlo malo učinaka na neciljane insekte i patogene. Tako je dosada identificirano nekoliko sojeva *Bt toksina*, a svaki od njih utiče samo na odabrane grupe insekata koji su obično vrlo usko filogenetski povezani (Grace *i sar.*, 2005). Uvođenjem Bt genetskih modifikacija drveća se nudi atraktivna alternativa za podizanje plantaža GM drveća koje je otporno na širi krug štetnih insekata (DiCosty *i Whalon*, 1997, James, 1997; Roush *i Shelton*, 1997).

Za genetski modificirano drveće koje ima Bt transgen može biti poželjno da se ne koristi tretiranje insekticidima, što može imati više prednosti. Prvo, vegetacija, zemljište i voda oko plantaže u tom slučaju nisu izloženi tretmanu insekticidima. Osjetljivi, korisni neciljani insekti u područjima oko transgenih plantaža neće biti izloženi hemikalijama iz insekticida, čime se smanjuje potencijal za razvoj otpornosti na Bt toksine koje imamo u biljkama (Luttrell *i Caprio*, 1996; Roush, 1997; Gould, 1998; McGaughey *i sar.*, 1998). Drugo, insekticidi sa kojima se vrši hemijsko tretiranje se brzo razgrađuju, te ostaju na lišću tretiranih stabala drveća u najboljem slučaju nekoliko dana. Za razliku od toga genetski modificirana stabla mogu proizvoditi Bt toksin kontinuirano, čime se izbjegava osjetljivost na vremenske prilike i troškove povezane s ponovljenim tretmanima (Nwanze *i sar.*, 1995; Maredia, 1997; Roush, 1997). Konačno, zbog genetske

promjene drveće proizvodi toksin u biljnim tkivima, te je moguće uticati na insekte koji žive u deblu ili unutrašnjem biljnom tkivu, kao što su insekti drvotočci i lisni mineri. Protiv nekih od tih štetnih insekata insekticidi koji su nam trenutno na raspolaganju nisu u mogućnosti da pomognu ili da ciljano djeluju, te su ovi insekti česti uzročnici većih ekoloških poremećaja zbog šteta koje izazivaju na drveću u plantažama i okolini. Još na samom početku razvoja transgenog drveća prvi rezultati govorili su o tome da topole imaju stabilno modificiranje s Bt genom, uz kontinuiranu produkciju toksina. Jedna od dobivenih transgenih linija je pokazala visok nivo otpornosti prema pojedinim štetočinama, posebno prema gubaru i još nekim štetnim gusjenicama insekata iz reda *Lepidoptera*. Međutim, neke transgene biljke kod četinara, kao što je npr. transgeni Monterejski bor (*Pinus radiata*), ekspresija gena za Bt toksin je pokazala varijabilnost u otpornosti na oštećenja koja uzrokuje larva vrste *Teia anartoides*, u zavisnosti od dospijeca mladih iglica. Ova istraživanja pokazuju posebnu važnost nivoa ekspresije transgena i specifičnosti tkiva u koje su ugrađeni.

1.2) Otpornost bez Bt transgena. Uprkos pomoći koju nude Bt toksini protiv štetnih insekata koji napadaju različito drveće, vrše se i druga istraživanja koja su usmjerena na iznalaženje otpornosti kod biljaka na napade insekata uz korištenje različitih jedinjenja koja se mogu dobiti genetskim modifikacijama (Confalonieri *i sar.*, 1998). Kao primjer može poslužiti generirana ekspresija inhibitora tripsin proteinaze kod soje (inhibitor Kunitz proteinaze, KTi3) i kod crnih topola. Iako genetski modificirane Kunitz bjelančevine inhibiraju probavne proteinaze kod gubara (*Lymantria dispar*), i topolinog čupavcog prelca (*Clostera anastomoze*) u uslovima *in vitro*, u uslovima testiranja *in vivo* oni nisu pokazali porast mortaliteta larvi kao rezultat transgene ekspresije (Delledonne *i sar.*, 2001).

1.3) Otpornost na fitopatogene gljive. Bolesti koje uzrokuju fitopatogene gljive mogu biti jako štetne za šumsko drveće. U borbi protiv njih, između ostalog, korištene su i različite genetske modifikacije uz unošenje raznih gena porijeklom iz različitih bakterija, biljaka ili životinja s ciljem stvaranja otpornosti na fitopatogene gljive, pri čemu je ostvaren promjenjivi uspjeh (Mittler *i sar.*, 1995). Tako je npr. ugradnjom *bacterio-*

opsin (bO) gena porijeklom iz bakterije *Halobacterium halobium* u transgeni duhan utvrđeno da se u njemu mogu indukovati određeni odbrambeni mehanizmi, te da se ugradnjom ovog gena može dobiti ekspresija koja daje otpornost na neke biljne patogene (Rizhsky i Mittler, 2001). Međutim, ekspresija sintetskog bacterio-opsin (bO) gena koji je primjenjen kod crnih hibridnih topola nije prouzrokovala značajno povećanje odbrambenog mehanizma protiv raznih fitopatogenih gljiva, kao što su *Melampsora* spp. – prouzrokovajući lisne hrđe topola i *Dothichiza populea* – uzročnik rak-rana i nekroze kore topole (Mohamed i sar., 2001). Sličnu situaciju imamo i kod genetski modificirane bijele topole (*Populus alba*) kod koje je unesen *stilben sintaze (StSy) gen* porijeklom iz vinove loze, koji u njoj proizvodi antioksidante resveratrol glukozide, ali oni ipak nisu značajno uticali na povećanje otpornosti prema *Melampsora pulcherrima* – prouzrokovajući lisne hrđe topole (Giorcelli i sar.,). Nasuprot tome, utvrđeno je da ugradnja *defensin (NP-1) gena* porijeklom iz kunića (Zhao i sar., 1999) ili *hitinaza 5B (CH5B) gena* porijeklom iz graha u transgene topole (Meng i sar., 2004) može da poveća njihovu otpornost na širok spektar fitopatogenih gljiva.

1.4) Otpornost na fitopatogene bakterije. Brojni izvještaji o genetskim modifikacijama biljaka ukazuju na to da su one rezultirale povećanom otpornošću prema fitopatogenim bakterijama prouzrokovateljima biljnih bolesti (Haworth i Spiers, 1988; De Kam, 1984). Iako su različite bakterioze kod drveća prilično rijetke, neke su ipak ekonomski značajne, a posebno infekcije bakterijama iz roda *Xanthomonas* (Mentag i sar., 2003). Tako transgena topola koja ima ekspresiju antimikrobnih bjelančevina, poznatih kao *D4E1*, pokazuje mješovitu ili nepotpunu otpornost prema fitopatogenim bakterijama iz rodova *Agrobacterium* i *Xanthomonas*. Konkretno, ovakva transgena topola ispoljava značajno povećanje otpornosti prema ovim bakterijama, a što se manifestira manjim formiranjem i smanjenom veličinom tumora nakon inokulacije sa *Agrobacterium* sp., odnosno razvojem manjih rak-rana nakon inokulacije sa *Xanthomonas* sp. Međutim, kod transgenih topola u koje je unesena *D4E1* bjelančevina nije se pojavila poboljšana otpornost prema fitopatogenim gljivama (Mentag i sar., 2003). Pri tome treba napomenuti da otpornost prema jednom soju *Agrobacterium*

sp., poznatom kao C58, također nije poboljšana, te je stoga moguća primjena bjelančevine D4E1 samo u ograničenim i specifičnim uslovima.

1.5) Rezultati terenskih ogleda. Praktična vrijednost genetski modificiranih vrsta drveća se može utvrditi tek nakon završetka brojnih i opsežnih terenskih ispitivanja. Pri ispitivanju otpornosti na štetočine i patogene postoje brojni terenski ogledi u visoko razvijenim zemljama, pri čemu su neki dobiveni rezultati pokazali izvjesnu kontradiktornost. Tako *u jednom slučaju*, otpornost je bila nešto niža pri terenskim nego u laboratorijskim ogledima, pri čemu nivo otpornosti može varirati u zavisnosti od tkiva koje je ispitivano. Na primjer, pri terenskom testiranju transgene breze tokom tri godine utvrđeno je da su GM biljke pokazale veću otpornost u uslovima staklenika, dok su pri otvorenom poljskom testiranju pokazale jednaku, ako ne i višu osjetljivost prema fitopatogenoj gljivi *Pyrenopeziza betulicola* – uzročniku pjegastog lista breze (Pasonen *i sar.*, 2004). *U drugom slučaju* gdje su testirane Bt-transgene crne topole (*Populus nigra*) to se nije pokazalo, jer je i pri terenskim ispitivanjima utvrđeno značajno smanjenje šteta od insekata defoliatora: 10% oštećenja lišća u odnosu na 80 do 90% oštećenja na kontrolnim biljkama (Hu *i sar.*, 2001). Ovo istraživanje je imalo i druge značajne implikacije, jer se pokazalo da je došlo do istodobnog pada brojnosti kokona insekata u zemljištu na parcelama gdje su uzgajane ogledne biljke, a da nisu transgene, odnosno divlji tip je bio više zaštićen kada se uzgaja u blizini ili između transgenih biljaka. *U trećem slučaju* kod Bt transgene smreke nivo Bt bjelančevina *Cry1Ab* u iglicama drveća u terenskim ogledima je porastao, što je poboljšalo otpornost na pojavu štetočina (Lachance *i sar.*, 2007). Pri tome je smrtnost larvi koje su se hranile biljnim tkivima iglica smreke u terenskim ogledima bila u rasponu od 44 do 100% kod transgenih biljaka, u poređenju sa približno 37% kod kontrolnih biljaka.

Navedena istraživanja su pokazala svojstvenu varijabilnost kod genetski modificiranog drveća, što naglašava sistemsku potrebu za dugoročnim terenskim ispitivanjima. Također, potrebno je da se razumiju sve promjene koje su uzrokovane genetskim modifikacijama kod drveća, kao što je to npr. učinak Bt

gena na hemijski sastav, kvalitet i strukturu drveta kod GM hibridnih topola (Davis *i sar.*, 2006).

1.6) Otpornost na herbicide. Poboljšanje otpornosti drveća na pojedine herbicide bi omogućilo smanjenje ukupnog korištenja herbicida, kao i primjenu ekološki i toksikološki prihvatljivijih aktivnih materija, a da se ne spominje veća fleksibilnost s obzirom na vrijeme njihove primjene (Chupeau *i sar.*1994).

1.6.1) **Glifosat.** Još krajem osamdesetih godina se izvještava o prvim uspješnim umetanjima gena kod drveća kako bi ono postalo rezistentno na totalni herbicid glifosat koji izaziva inhibiciju enzima enol-piruvil-šikimat-fosfatne sintaze (EPSPS) kod nemodificiranih biljaka, odnosno spriječava sintezu aromatičnih aminokiselina neophodnih za proizvodnju ćelijskih bjelančevina. Prva takva GM drvenasta biljka je bila transgena hibridna topola (*P. alba* x *P. grandidentata*) u koju je ugrađen gen *aroA* porijeklom iz bakterije *Salmonella typhimurium*, kako bi ona postala otporna na inhibiciju enzima EPSP sintaze od strane glifosata (Comai *i sar.*, 1983; Riemenschneider *i Haissig*, 1991; Donahue *i sar.*1994).

1.6.2) **Hlorosulfuron.** Hlorosulfuron je herbicid iz grupe sulfonilurea koji djeluje na enzim acetolaktat sintazu (ALS) i blokira biosintezu aminokiselina valina i izoleucina (Ray, 1984). Prva GM drvenasta biljka u koju je unesen gen mutant acetolaktat sintaze (*crs1-1*), porijeklom iz biljke *Arabidopsis thaliana*, koji prenosi otpornost na hlorosulfuron, je hibridna transgena topola (*Populus tremula* x *P. alba*). Pri terenskim ogleđima kontrolne individue topola koje su tretirane hlorosulfuronom su odumirale u roku od dvije do tri sedmice od tretiranja, dok su transgene linije preživjele. Iako su malo kasnile u rastu i razvoju korijena, GM biljkama topole bi se vremenom vratio normalni rast nakon završetka tretmana (Brasileiro *i sar.*, 1992).

1.6.3) **Hloracetanilidi.** Acetohlor i metolahlor su aktivne materije herbicida iz grupe hloracetanilida. Glutation (GSH) i enzimi iz grupe glutacion S-transferaza (GST) imaju vrlo bitnu ulogu u razgradnji ovih herbicida. Prva GM drvenasta biljka tolerantna prema ovim herbicidima je transgena hibridna topola

(*Populus tremula* × *Populus alba*) u koju je unesen *gshI* gen porijeklom iz bakterije *Escherichia coli* koji kodira enzim γ -glutamilstein sintetaza (γ -ECS) koji razlaže ove herbicide. Prilikom terenskih ispitivanja različitih linija topole na zemljištu tretiranom sa herbicidima acetohlor i metolahlor rast i biomasa svih ispitivanih linija bila je izrazito smanjena, ali je smanjenje bilo manje dramatično kod transgenih linija u odnosu na stabla topola koja nisu bila transgena (Gullner *i sar.*, 2001). Također, utvrđeno je da je sadržaj glutaciona i enzima γ -ECS bio povećan u listovima svih ispitivanih linija topola, ali ipak znatno više kod transgenih topola (Edwards *i sar.*, 2000).

1.6.4) Glufosinat amonijum. Glufosinat amonijum je aktivna materija herbicida koji je na tržištu najpoznatiji pod trgovačkim nazivom Basta. Ovaj totalni herbicid inhibira enzim glutamin sintetazu (GS), producirajući amonijak koji se akumulira, a koji je pri povišenim koncentracijama smrtonosan za biljku (Bishop-Hurley *i sar.*, 2001). Kao primjeri genetskih modifikacija kod drveća u koje je ugrađen *pat* gen, porijeklom iz *Streptomyces viridochromogenes*, koji mu daje otpornost na totalni herbicid glufosinat amonijum, mogu se navesti Monterejski bor (*Pinus radiata*), smrča (*Picea abies*) i transgena hibridna topola (*Populus tremula* × *P. alba*) (Pascual *i sar.*, 2008).

2) Poboljšana otpornost na razne abiotičke faktore.

Uticaj i interakcija okoliša može značajno uticati na produktivnost drveća. Niske temperature i visoke koncentracije soli u zemljištu tokom vegetacije mogu značajno oštetiti sadnice, izazvati slabljenje rasta ili čak smrt biljaka (Ballian i Kajba, 2011; Cushman i Bohnert, 2000). Poznato je da su biljke i bakterije u mogućnosti da opstanu u nepovoljnim životnim uslovima. Uz pomoć genomskih alata mogu se identificirati pozicije ciljanih gena koje im omogućavaju da prežive, kao i izvršiti njihova transformacija. Na osnovu tih saznanja na taj način može se osigurati zaštita od stresa, odnosno tolerancija koja može nastati pomoću genetskih modifikacija (Cushman i Bohnert, 2000). Tako je povećana otpornost na mnoge vrste stresa već postignuta kod nekoliko biljnih vrsta. Kao primjer korištenja ove tehnologije kod drveća može se navesti transgena topola u koju su unesena dva gena protiv smrzavanja, i to: gen *PsG6PDH* koji kodira enzim glukoza-6-fosfat dehidrogenazu i gen *PsAFP* koji kodira

bjelančevinu protiv smrzavanja (Georges *i sar.*, 1990; Baertlein *i sar.*, 1992; Murata *i sar.*, 1992).

2.1) Ozonski stres. Ozon nastaje kao fotohemijska reakcija između azotnih oksida, ugljikovodonika i ugljen monoksida, te je veoma fitotoksičan (Lelieveld *i Crutzen*, 1990). Pri povišenim koncentracijama izaziva promjene u biljnim biohemijskim i fiziološkim procesima, što kod biljaka rezultira pojavom nekroza na listu, ubrzanim starenjem biljke, manjom stopom rasta i razvoja, te povećanom proizvodnjom reaktivnog kiseonika (ROS) (Foyer *i sar.*, 1994). U tom slučaju glutation (GSH) i enzim askorbat-glutation esteraza imaju važnu ulogu u zaštiti biljke. Smanjenje glutationa odmah održava aktivnost enzima glutation reduktaze (GR), te mnoge biljne vrste imaju poboljšanje otpornosti na foto-oksidativni stres, herbicide ili sušu, odnosno kroz njihovu kombinaciju dolazi do regulacije enzima glutation reduktaze ili superoksid dismutaze (Foyer *i sar.*, 1994).

2.2) Stres na zaslanjenost zemljišta. Zaslanjenost zemljišta je veoma važno pitanje u cijelom svijetu, a nametnuto je zbog nedostatka vode i osmotskog stresa i akumulacije jona koji negativno utiču na biohemijske procese u biljkama (Tang *i sar.*, 2005). Brojni geni su testirani u pokušaju da se poveća tolerantnost drveća na so u zemljištu i vodi. Tako je topola transformirana genom *mt1D* porijeklom iz *Escherichia coli* rasla brže i imala višu stopu preživljivanja od divljeg tipa (Hu *i sar.*, 2005). Međutim, pod uslovima kada biljka nije pod stresom zaslanjenosti, transgena topola je imala rast koji je bio za oko 50% manji od kontrolne. Također, i neke druge vrste drveća na kojima je provedena transformacija u cilju tolerantnosti na zaslanjenost zemljišta su također pokazale veću tolerantnost na soli kada su bile transformirane s genom *mt1D* (Hu *i sar.*, 2005).

2.3) Stres usljed suše. Suša predstavlja stres prije svega jer djeluje na osmotsku aktivnost biljke, a izaziva prekid u distribuciji jona homeostaze u ćeliji (Serrano *i sar.*, 1999; Zhu, 2001). Topola transformirana s genom *GS1* porijeklom iz bora odgovornim za citoplazmatsku glutamin sintetazu (GS) pokazala je da posjeduje određenu tolerantnost na stres usljed suše u odnosu na nedomificiranu topolu (El-Khatib *i sar.*, 2004). Na svim nivoima dostupnosti vode, genetski modificirana stabla

topole su imala veću stopu asimilacije, fotosintetsku aktivnost i provodljivost stoma od odgovarajućih kontrola. Dobri rezultati otpornosti na sušu, odnosno sušni stres su dobiveni i kod GM hibrida eukaliptusa (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) koji su transformirani genom *DREB1A* (Kawazu, 2004).

2.4) Fitoremedijacija. Upotreba biljaka za uklanjanje zagađenja okoliša je poznata kao fitoremedijacija (Schnoor *i sar.*, 1995). Ova tehnologija koja je nedavno bila primijenjena u praksi pokazala je određene slabosti, te ukazala na nekoliko ekoloških problema, uključujući odlaganje otpadnih voda iz komunalnog sistema, te na problematiku biofiltracije i doticanje industrijskih voda, kao i još neriješene probleme sanacije zemljišta nakon industrijskih procesa, kao što su npr. površinski rudokopi i deponije (Che *i sar.*, 2003, 2006; Lee *i sar.*, 2003; Strand *i sar.*, 2005). Budući da je tehnologija fitoremedijacije pomoću biljaka jeftinija, te manje estetski invazivna na okoliš, a i često daje upotrebljiv produkt (npr. biomasu), ona ima mnoge prednosti u odnosu na tradicionalne metode, odnosno podizanje industrijskih prečistača (Rockwood *i sar.*, 2004). Također, fitoremedijacija pomoću biljaka može pružiti dodatne pogodnosti za okoliš, kao što je vezivanje atmosferskog ugljika, kontrolu erozije, održavanje biljnog i životinjskog svijeta na vodenim staništima i stvaranja zaštite protiv buke, smeća i štetne prašine (Rockwood *i sar.*, 2004). Tako je dobiven transgeni duhan u koji je unesen novi gen iz genetski modificirane vrste *Arabidopsis thaliana* koja je otporna na živina isparavanja, te koja živin jon veže zahvaljujući *mer* genu koji su u nju uneseni iz bakterije *Escherichia coli*, zbog čega ove biljke mogu opstati na živom kontaminiranim mjestima. Tako gen *mer* kodira enzim reduktazu koji katalizira pretvaranje jonske žive Hg (II), odnosno njenog hlapljivog derivata u Hg (0). Također i tulipanovac ili žuta topola (*Liriodendron tulipifera*) je transformiran sa genom *merA18* iz *E. coli*, i rezultira snažnim rastom biljaka na podlozi koja sadrži određenu količinu žive, a koja je oko deset puta toksičnija za normalne biljke iz kontrole. Također je u transgenim biljkama registrirana i elementarna živa u deset puta većoj količini nego kod divljeg tipa, a što je bilo bez vidljivog uticaja na rast ovakvih biljaka (Bizily *i sar.*, 2000; Meagher, 2000).

Još jedan od teških metala je interesantan, a to je *cin*k, jer kod raznih vrsta drveća može uzrokovati smanjenje mase lišća, kao i suhe mase (Di Baccio *i sar.*, 2003). Kada se siva topola (*Populus canescens*) modificira sa genom *gsh1*, porijeklom iz *E. coli*, koji kodira enzim γ -glutamilcistein sintetaza (γ -ECS), dobivene individue sadrže povišeni nivo glutationa (GSH). Očekuje se da će veći nivo GSH rezultirati pojačanom proizvodnjom fitoželatina. Međutim, kada se ove genetski modificirane individue i divlji tip podvrgnu različitim nivoima cinka, dobiju se slični rezultati. Tako se npr. pri 10^{-1} M Zn na njima ispoljavaju simptomi u vidu pojave nekroza i teške fitotoksičnosti, dok je na individuama pri 10^{-2} M Zn lišće bjelje, ali i dalje raste. Za razliku od prethodnog, pri nižim nivoima Zn (10^{-3} do 10^{-5} M), nije bilo toksičnih učinaka cinka (Di Baccio *i sar.*, 2003).

2.5) Hormoni. Veći broj istraživanja je proveden u cilju izmjene koncentracije lignina kod cvjetnica, te dobivanja otpornosti na abiotske i biotske faktore (Akiyoshi *i sar.*, 1984). Geni koji kontrolišu sintezu hormona su potencijalni kandidati za dobivanje drveća koje će biti genetski modificirano u odnosu na ta svojstva, ali i druga poželjna svojstva. To uključuje smanjenje terminalnog pupa, visoku gustoću dugih vlakana, te bolje ukorjenjivanje i poboljšanje rasta, jer su ta svojstva pod uticajem hormona. Biljni hormon *citokinin* je veoma važan jer utiče na rast i diferencijaciju kod biljaka. Gen za isopenteniltransferase (IPT) iz *Agrobacterium tumefaciens* katalizira konverziju adenzin-5'-monofosfata i isopentenilpirofosfata isopenteniladenosina-5'-monofosfata, koji se potom pretvara u isopentenil-izeatinom tipa citokinina. Tako topole sa povećanom ekspresijom IPT pokazuju povećano stvaranje grana, s kratkim internodijama koje se nisu mogle isključiti (Von Schwartzenberg *i sar.*, 1994).

3) Genetske modifikacije radi dobivanja poboljšanih karakteristika drveta. Kao posljedica brzo rastućeg broja ljudi na našoj planeti pojavljuje sve veći pritisak na svjetske šume kako bi zadovoljili sve veće zahtjeve za proizvodnjom dovoljnih količina drveta za preradu i gorivo. Kao poseban problem izdvaja se i sve veće krčenje šuma u cilju dobivanja poljoprivrednog zemljišta. Osim toga, treba napomenuti da se trebaju zadovoljiti i sve stroži

ekološki propisi i sve veći interes za održivost (Ballian, 2005, 2008, 2009; Boerjan, 2005).

3.1) Sadržaj lignina. Sadržaj lignina je bio među prvim svojstvima koje je pokazalo potencijal u genetskom inženjeringu za modificiranje lignina kod drveta namijenjenog za hemijsku preradu. Tako je npr. topola (*Populus tremuloides*) transformirana sa *genom 4CL*, koji kodira koenzim A ligazu, a što ima za posljedicu smanjenje sadržaja lignina za 45% (Hu *i sar.*, 1999). Ovo veliko smanjenje u ukupnoj količini lignina, bez istovremenih promjena u sastavu monomera lignina, se povoljno odrazilo na industrijsku preradu drveta, uključujući proizvodnju celuloze i papira, jer uklanjanje lignina zahtijeva velike količine energije i reagensa. Tako su provedena terenska istraživanja tokom četiri godine s transgenom hibridnom topolom (*P. tremula* × *P. alba*) koja je genetski modificirana da sadrži manje enzima cafeat-5-hidroksiferulat-O-metiltransferase (COMT) i cinamil alkohol dehidrogenaze (CAD) (Pilate *i sar.*, 2002). Smanjenje CAD enzima kod drveća pokazuje veću jednostavnost u delignifikaciji i vrhunski prinos, dok je kod drveća sa izmijenjenim COMT enzimom potrebno više energije za uklanjanje lignina. Nasuprot tome, u sličnim aktivnostima kod transgenih vrsta drveća iz roda *Eukaliptus*, smanjena ekspresija CAD enzima (antisense) rezultirala je bez promjene u kvalitetu lignina i sastavu pulpe (Tournier *i sar.*, 2003).

3.2) Hemijski sastav lignina. Veoma je važno da se u drvetu smanji udio lignina za lakšu hemijsku obradu, jer se mijenjanjem sastava monomera lignina poboljšava ukupni delignifikacioni postupak u proizvodnji celuloze (Chang *i Sarkanen*, 1973; Stewart *i sar.*, 2006; Mansfield *i Weiniesen*, 2007). Inače u strukturi drveta se ne povećava lignin, odnosno omjer S:G monomera, a to jasno pokazuje da se na ovaj način poboljšava i efikasnost pripreme drvene pulpe. Tokom posljednje dvije decenije ulaže se znatan napor u izmjeni sastava monomera. Tu je značajno smanjenje ukupnog sadržaja lignina uz istovremeno smanjenje S monomera koje je postignuto kroz lako suzbijanje COMT enzima pod regulacijom 35S promotora (Jouanin *i sar.*, 2000).

3.3) Mijenjanje strukture ćelijskog zida i polisaharida.

Korištenje genetskih modifikacija kod raznih vrsta drveća je često imalo za cilj povećanje sadržaja celuloze, bilo direktno ili indirektno. Tako je genetskim inženjeringom kod drveća promijenjena struktura lignina, što je pokazalo dodatnu prednost u indirektnom poboljšanju količine celuloze po jedinici proizvedene drvne mase (Hu *i sar.*, 1999; Park *i sar.*, 2004). Kao primjer se može navesti uspješno povećanje količine celuloze i smanjenje sadržaja ksilogluktana kod genetski modificirane bijele topole (*Populus alba*) kroz ekspresiju unesenih gena iz gljive koji su odgovorni za enzim ksiloglukanazu. Slično je i kod jasike (*Populus tremula*) koja je transformirana genom *Cell1*, porijeklom iz *Arabidopsis thaliana*, odgovornim za enzim endoglukanazu, a što je rezultiralo sa 10 % povećanja sadržaja celuloze. U novije vrijeme su transgeni hibridi topole (*P. alba* × *P. grandidentata*), u koje su ugrađeni geni iz bakterije odgovorni za enzim pirofosforilaza UDP glukazu, čime je u njima značajno povećan sadržaj celuloze uz istovremeno smanjenje lignina. Međutim, to drveće je raslo znatno sporije od kontrolnih individua koje nisu modificirane (Coleman *i sar.*, 2007).

4) **Buduće aktivnosti.** Iako nisu svi naponi doveli do poboljšanja na drvetu namijenjenom za industrijsku preradu, oni su značajno doprinijeli našem razumijevanju osnovnih mehanizama sinteze i formiranja ćelijskih zidova. Tako je, npr., smanjenje od 90% u aktivnosti enzima CCoAOMT kod transgenih topola dovelo do smanjenja u sadržaju lignina od 11% (Anterola *et Lewis*, 2002). To upućuje da enzim CCoAOMT ima mali nadzor nad protokom ugljika kroz ligninska vlakna. Također, otkriven je i gen za funkcionalni hidroksicinamoil-CoA, te enzim šikimat hidroksicinamoiltransferazu (HCT) kod *Pinus radiata* koje nalazimo u elementima traheja (Wagner *i sar.*, 2007). Za ovaj gen ranije nije bilo poznato da je uključen i u biosintezu lignina kod četinarara, zbog čega on može predstavljati novi cilj za dobivanje individua koje su genetski modificirane za manju količinu lignina pri proizvodnji drveta i biogoriva.

3.

PROCJENA RIZIKA OD GENETSKI MODIFICIRANIH ORGANIZAMA

POGLAVLJE

3.1. Šta je procjena rizika od GMO-a, kada i kako se ona vrši?

Procjena rizika od GMO-a obuhvata niz analiza na osnovu kojih se procjenjuje zdravstvena ispravnost i ekološka prihvatljivost svake pojedinačne sorte ili hibrida GM biljaka. Procjena rizika obavlja se prije nego što se dopusti ograničena upotreba GMO-a ili komercijalni uzgoj svake pojedine sorte ili hibrida GM biljaka i/ili dozvoli unošenje na tržište proizvoda od određene sorte ili hibrida GM biljaka. Osnovni princip pri izradi procjene rizika je „da se ocjenjuje individualni GMO, a ne tehnologija”, zbog čega je neophodno da nučna procjena rizika bude izvedena prema principu „slučaj po slučaj“, što znači da se uvijek ispituje pojedinačni GMO. Također, prilikom izrade procjene rizika neophodno je da se slijedi pristup „korak po korak“, što znači da se svaki GMO uvijek prvo ispituje od faze ograničene upotrebe koja podrazumijeva testove u zatvorenim sistemima, laboratorijama i staklenicima, nakon čega u slučajevima pozitivne procjene rizika u zatvorenim sistemima slijedi faza ispitivanja u okolišu koja obuhvata poljske oglede. Ako ispitivani GMO dobije pozitivnu procjenu rizika i dođe do njegovog odobravanja, zakonom se propisuje i obaveza stalnog monitoringa mogućih štetnih učinaka na okolinu i na zdravlje ljudi poslije njegovog unošenje na tržište ili namjernog uvođenja u okoliš (Trkulja *i sar.*, 2015).

Pri utvrđivanju, analizi i ocjeni mogućih štetnih uticaja na okolinu i na zdravlje ljudi, potrebno je uzeti u obzir četiri vrste uticaja i to: 1) direktni uticaji koji se odnose na primarne uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji su posljedica samog GMO-a i ne nastaju uzročno-posljedičnim lancem događaja, 2) indirektni uticaji, koji se odnose na uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš a koji nastaju uzročno-posljedičnim lancem događaja, mehanizama

poput međudjelovanja s drugim organizmima, prijenos genetskog materijala ili promjena u upotrebi ili upravljanju, 3) trenutne uticaji, koji se odnose na uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji se uoče tokom perioda unošenja GMO-a, koji mogu biti direktni ili indirektni, kao i 4) odgođene (naknadne) uticaje koji se odnose na uticaje na zdravlje ljudi ili okoliš koji ne moraju biti uočeni za vrijeme unošenja GMO-a, već kad direktni ili indirektni učinci postanu vidljivi u kasnijoj fazi ili nakon završetka unošenja. Također, mora se provesti i analiza kumulativnih dugoročnih uticaja bitnih za unošenje i stavljanje na tržište određenog GMO-a. Kumulativni dugoročni učinci odnose se na akumulirane uticaje na zdravlje ljudi i okoliš, uključujući, između ostalog, floru i faunu, plodnost zemljišta, razgradnju organskih sastojaka u zemljištu, prehrambenu vrijednost hrane za životinje, biološku raznolikost, zdravlje životinja i otpornost organizama na antibiotike. Osim svega navedenog, u obzir treba uzeti i socijalnu komponentu, koja također utiče na procjenu rizika a obuhvata mišljenje javnosti, nedostatak pouzdanih informacija, negativan stav medija, protivljenje aktivističkih grupa, nepovjerenje u industriju kao i ekonomsku komponentu rizika (Trkulja i sar.,2015).

Istraživanja u „procjeni rizika“ uključuju: analizu stabilnosti genetske promjene, analizu potencijalne toksičnosti i alergenosti novog proteina/metabolita, analizu nutricionističkog sastava, analizu uticaja na biohemijske procese, analizu promjene poljoprivredne prakse i njene potencijalne posljedice, analizu uticaja na ciljane i druge organizme, analizu širenja u okolini, analizu mogućnosti prijenosa genetske promjene u genom srodnih divljih vrsta, potencijalne štetne posljedice i dr.

3.2. Koje su faze pri izradi procjene rizika?

Procjena rizika od GMO-a odvija se u pet faza (Trkulja i sar., 2008a). **U prvoj fazi procjene rizika** za pojedine genetski modificirane organizme utvrđuju se i analiziraju specifične osobine tog GMO-a. Tako se procjenom rizika moraju uzeti u obzir relevantne tehničke i naučne pojedinosti u pogledu karakteristika:

- primateljskog ili roditeljskog organizma (organizama);

- genetskih modifikacija, bilo ugradnje ili izrezivanja genetskog materijala i relevantnih podataka o vektoru i donoru GMO-a;
- planiranog unošenja ili korištenja, uključujući njegov obim;
- potencijalni okoliš koji ga prima, i
- njihova međudjelovanja.

Prema Trkulji i sar. (2008a), u okviru **druge faze procjene rizika** u šest koraka utvrđuju se i vrednuju mogući štetni uticaji namjernog uvođenja GMO-a u okoliš i procjena opasnosti za biološku raznovrsnost i zdravlje ljudi, pri čemu je *prvi korak*: uočavanje karakteristika koje mogu izazvati štetne efekte; *drugi korak*: procjena mogućih posljedica svakog štetnog efekta, ako do njega dođe; *treći korak*: procjena vjerovatnoće pojave svakog uočenog pojedinačnog štetnog efekta; *četvrti korak*: procjena rizika koji predstavlja svaka od određenih karakteristika GMO-a; *peti korak*: primjena strategija upravljanja rizikom pri namjernom unošenju ili stavljanju GMO-a na tržište, i *šesti korak*: određivanje sveukupnog rizika određenog GMO-a.

Moraju se identificirati sve karakteristike GMO-a povezane s genetskom modifikacijom koje bi mogle uzrokovati štetne efekte na zdravlje ljudi i na okoliš. Upoređivanje karakteristika GMO-a s karakteristikama nemodificiranih organizama, u odgovarajućim uslovima unošenja ili korištenja, pomoći će pri određivanju mogućih štetnih efekata i posljedica genetske modifikacije u GMO-u. Važno je da se ne zanemari nijedan mogući štetni efekat zato što je vjerovatnoća njegovog pojavljivanja mala.

Mogući štetni efekti GMO-a razlikuju se od slučaja do slučaja, a mogu uključivati:

- bolest opasnu za ljude, uključujući alergijske ili toksične efekte;
- bolest opasnu za životinje i biljke, uključujući toksične i, ponekad, alergijske efekte;
- efekte na dinamiku populacija vrsta u okolišu primaoca te na genetsku raznolikost svake od tih populacija;
- izmijenjene efekte na patogene i/ili vektore koji olakšavaju širenje zaraznih bolesti i/ili stvaranje novih primaoca ili vektora;
- ometanje profilaktičkih ili terapijskih medicinskih, veterinarskih ili postupaka u zaštiti bilja, npr. prijenosom

gena otpornih na antibiotike koji se koriste u medicini za ljude ili životinje, i

- efekte na biogeohemiju (biogeohemijske cikluse), posebno reciklažu ugljika i azota putem promjena pri razlaganju organskih materija u zemljištu.

U trećoj fazi procjene rizika navodi se zaključak procjene rizika, koji se prvenstveno zasniva na utvrđenim i vrednovanim mogućim štetnim uticajima namjernog uvođenja GMO-a u okolinu i procjeni opasnosti za biološku raznovrsnost i zdravlje ljudi iz druge faze procjene rizika.

U četvrtoj fazi procjene rizika opisuje se postupak izrade procjene te se navode izvori podataka i informacija korištenih za izradu procjene, upozorava se na moguće nedostatke procjene i utvrđuje se vjerovatnoća pojave štetnih efekata ako je tokom izvođenja postupka procjene bilo objektivnih poteškoća.

U završnoj, **petoj fazi procjene rizika** navode se podaci o izrađivaču procjene i svim osobama koje su učestvovala u izradi procjene rizika.

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

Evropska agencija za sigurnost hrane (European Food Safety Authority - EFSA) propisuje odgovarajuću proceduru za izradu procjene rizika od GMO-a (Waigmann i sar., 2012), dok naučni Panel o genetski modificiranim organizmima Evropske agencije za sigurnost hrane (EFSA GMO Panel, 2010) preporučuje sedam specifičnih oblasti koje je neophodno analizirati prilikom izrade procjene rizika za okoliš od GM biljaka, i to: (1) perzistentnost i invazivnost GM biljaka, ili njihovih kompatibilnih srodnika, uključujući transfer gena s biljke na biljku; (2) transfer gena biljka-mikroorganizam; (3) interakcija GM biljaka s ciljanim organizmima i (4) interakcija

GM biljaka s neciljanim organizmima, uključujući kriterije za selekciju odgovarajuće vrste i relevantnih funkcionalnih grupa za procjenu rizika; (5) uticaj specifičnog uzgoja, tehnika upravljanja i žetve, uključujući razmatranje proizvodnih sistema i primanje okruženja; (6) uticaji na biogeohemijske procese, i (7) uticaji na zdravlje ljudi i životinja.

Postupak za odobrenje uvođenja GMO-a u okoliš ili pak korištenje u ishrani ljudi ili domaćih životinja je u EU izuzetno složen i zahtijeva veoma opsežna i složena prethodna ispitivanja za izradu procjene rizika. Ako se testiranjem introduciranih gena i njihovih proizvoda ne utvrdi pojava bilo kakvih štetnih efekata, kao i ako genetski modificirani proizvod pokaže ekvivalent u odnosu na nemodificirani proizvod, te uz ispunjavanje svih ostalih uslova iz procjene rizika od GMO-a, nova sorta ili hibrid GM biljke može od nadležnog organa dobiti odobrenje za korištenje u ishrani ljudi i/ili domaćih životinja, ili za komercijalni uzgoj i proizvodnju (Trkulja *i sar.*, 2015).

3.3. Da li je GM hrana opasna po zdravlje ljudi?

Ako je konzumiranje „strane“ DNK ili proteina opasno po zdravlje ljudi, onda tokom čitave evolucije živimo opasnim životima. Sve što konzumiramo sadrži „stranu“ DNK i proteine. To naravno ne znači da je svaki GMO siguran, kao što nije siguran ni svaki prirodni protein. Za GMO ne možemo izdati generalnu licencu, ali osuđivati tehnologiju u startu ne bi imalo nikakvog smisla.

Genetski modificirana hrana dostupna je potrošačima od 1996. godine. Širom svijeta, a naročito u SAD-u, ljudi je konzumiraju bez vidljivog uticaja na zdravlje, što je evidentirano u brojnim recenziranim naučnim časopisima, dokumentima i izvještajima regulatornih tijela i agencija. Međutim, o teoretski mogućim hroničnim uticajima GM hrane na zdravlje ljudi za sada se ne može govoriti, jer je proteklo premalo vremena od početka komercijalizacije GM usjeva do danas. Osnovni princip procjene rizika i neškodljivosti GM proizvoda je „**da se ocjenjuje individualni proizvod, a ne tehnologija**“. Strategija procjene rizika za GM hranu uključuje: informacije o karakteristikama modifikacije, uključujući funkciju i osobine novog gena;

neškodljivost, alergenost i prehrambenu vrijednost novih supstanci/produkata ekspresije unesenog gena; identifikaciju i evaluaciju svih promjena u sastavu GM proizvoda, ispitivanje neželjenih pojava; uticaj modifikacije na toksikološka svojstva nove hrane; ulogu nove hrane u ishrani; potencijalne uticaje prerade i kvarenja GM proizvoda itd. (Trkulja *i sar.*, 2014a).

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) razvila je, u saradnji s drugim agencijama, poseban pristup ocjeni neškodljivosti genetski modificiranih i drugih novih namirnica (namirnice koje su dobivene novim tehnologijama). Poseban pristup zasniva se na dokazivanju “*ekvivalentnosti u bitnoj mjeri*”, odnosno da se za svaku novu namirnicu utvrdi jednakost s njenim konvencionalnim pandanom, poslije čega se, ako jednakost postoji, nova namirnica tretira kao i njen “original”, a ako ne, onda nova hrana treba biti podvrgnuta rigoroznim ispitivanjima neškodljivosti (toksikološka, alergološka, prehrambena i druga ispitivanja). Pri ocjeni neškodljivosti svakog GMO-a važno je zadržati ***individualni pristup***, odnosno ocjenjivati neškodljivost svakog GMO-a ili proizvoda za sebe. Princip ekvivalentnosti u bitnoj mjeri je predmet kritika jednog dijela naučnih krugova u kojima se smatra da bi genetski modificirane namirnice trebalo testirati dugotrajnim eksperimentima hranjenja životinja i dvostruko slijepim ispitivanjima na dobrovoljcima.

3.4. Procjenjuju li se namirnice dobivene od GMO-a različito od tradicionalnih namirnica?

Potrošači smatraju da su namirnice dobivene tradicionalnom proizvodnjom (slika 2), koje se jedu već hiljadama godina, zdravstveno ispravne. Međutim, poznato je da se i prilikom kreiranja novih sorti i hibrida raznih poljoprivrednih biljaka pomoću tradicionalnih metoda oplemenjivanja, neke od postojećih karakteristika namirnica mogu promijeniti. Premda se od nadležnih institucija zaduženih za kontrolu namirnica može zatražiti da istraže tradicionalne namirnice, to nije uvijek uobičajeno pa se često dešava da se proizvodi dobiveni od novih sorti i hibrida raznih biljaka razvijenih pomoću tradicionalnih metoda selekcije ne istražuju dovoljno detaljno metodama procjene rizika.



Slika 2. Plodovi različitih biljaka proizvedeni na tradicionalni način (foto: www.cameroncowan.net).

Za razliku od njih, kod genetski modificiranih organizama neophodne su posebne procjene, zbog čega su uspostavljeni posebni sistemi za detaljno analiziranje, vrednovanje i provjeravanje GM organizama i od njih dobivenih namirnica s obzirom na rizik za ljudsko zdravlje i okoliš.

Tradicionalne namirnice ne prolaze slične provjere. Upravo zato za te dvije grupe namirnica nastaje značajna razlika u postupku provjere i procjene zdravstvene ispravnosti prije njihove prodaje (Trkulja *i sar.*, 2014a).

3.5. Kako se utvrđuju potencijalne opasnosti takvih namirnica po zdravlje ljudi?

Procjena zdravstvene ispravnosti namirnica dobivenih od GMO-a uključuje istraživanje:

- a) mogućih direktnih negativnih učinaka novog proteina na zdravlje (toksičnost);
- b) mogućnosti izazivanja alergijske reakcije (alergenost);
- c) mogućih promjena u prehrambenim svojstvima, uključujući promijenjenu koncentraciju postojećih toksina i alergena;

- d) stabilnosti ugrađenih ili promijenjenih gena, i
- e) mogućnosti svih ostalih nenamjernih promjena koje bi mogle proizaći iz genetske modifikacije.



Slika 3. Nova sorta GM ananasa kompanije Del Monte s roza bojom unutrašnjosti ploda (foto: C. S. Prakash).

Prije nego što se dopusti komercijalni uzgoj svake pojedine sorte ili hibrida GM biljaka i/ili dozvoli stavljanje na tržište proizvoda od određene sorte ili hibrida GM biljaka (slika 3), po zakonu je obavezno izvršiti tzv. procjenu rizika (engl. risk assesment), odnosno niz analiza na osnovu kojih se procjenjuje zdravstvena ispravnost i ekološka prihvatljivost svake pojedinačne sorte ili hibrida GM biljaka. Prema Jeleniću (2004b), a ta istraživanja redovno uključuju:

- analizu stabilnosti genetske promjene,
- analizu potencijalne toksičnosti i alergnosti novog proteina/metabolita,
- analizu nutricionističkog sastava,
- analizu uticaja na biogehemijske procese,
- analizu promjene poljoprivredne prakse i njene potencijalne posljedice,
- analizu uticaja na ciljane i druge organizme (direktan i indirektan),
- analizu širenja u okolini,
- analizu mogućnosti prijenosa genetske promjene u genom srodnih divljih vrsta,
- potencijalne posljedice i dr.

3.6. *Koje karakteristike GMO-a izazivaju najviše zabrinutosti u javnosti?*

Iako procjene zdravstvene ispravnosti obuhvataju vrlo široki spektar analiza, najviše pažnje posvećuje se: alergnosti, toksičnosti, mogućnosti nepoželjnog prijenosa određenih gena i ukrštanju GM usjeva s konvencionalnim usjevima ili srodnim divljim vrstama, pošto ove potencijalne karakteristike GMO-a i izazivaju najviše zabrinutosti u javnosti.

Alergenost. Nastoji se izbjegavati prijenos gena iz organizma za koje se zna da su alergeni, osim ako se ne dokaže da proteinski proizvod prenesenog gena nije alergen. Iako se alergenost plodova i drugih jestivih dijelova različitih biljaka koje su proizvedene na tradicionalni način (slika 4) ne istražuje, Organizacija za hranu i poljoprivredu UN-a (FAO) i Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) razradile su protokole za testiranje namirnica dobivenih iz GMO-a. Prema njihovim izvještajima, za sada nisu utvrđene alergijske reakcije na GM namirnice koje su trenutno na tržištu. Međutim, neke namirnice koje su dobivene od GMO-a, a za koje je utvrđeno da imaju alergeni učinak, povučene su s tržišta. Primjer za to je povlačenje s tržišta hibrida kukuruza „*Star Link*” u SAD-u 2000. godine, za koji je utvrđeno da je kod izvjesnog broja osjetljivih osoba prouzrokovao pojavu alergijskih reakcija.



Slika 4. Plodovi i drugi jestivi dijelovi različitih biljaka koje su proizvedene na tradicionalni način (foto: www.ebrookosteopathy.co.uk).

Toksičnost. Genetskim modifikacijama dolazi do izmjena određenih biohemijskih procesa u domaćinu. Zbog toga postoji mogućnost da neki od produkata metabolizma postanu toksični ili pak da se nekontrolirano poveća proizvodnja postojećeg toksina, zbog čega se pri procjeni zdravstvene ispravnosti svakog pojedinačnog GMO-a ovoj potencijalnoj mogućnosti posvećuje posebna pažnja.

Horizontalni prijenos gena i moguće stvaranje rezistentnosti prema pojedinim antibioticima. Postoji izražena bojazan da bi potencijalni prijenos određenih gena iz GM namirnica u ćelije našeg organizma ili u bakterije u našem probavnom sistemu (tzv. *horizontalni prijenos gena*) mogao nepovoljno uticati na ljudsko zdravlje. U tom kontekstu posebno zabrinjavaju geni za otpornost na pojedine antibiotike, koji se nalaze u nekim GM biljkama, pošto se ti antibiotici istovremeno primjenjuju i u liječenju. Iako je vjerovatnoća prijenosa mala, stručnjaci FAO-a i WHO-a u posljednje vrijeme insistiraju na prihvatanju isključivo GM biljaka bez gena za otpornost na antibiotike.

Ukrštanje GM biljaka s konvencionalnim usjevima ili srodnim divljim vrstama. Ovakva ukrštanja, ako do njih dođe, kao i miješanje sjemenskog materijala, mogu imati indirektan uticaj na okoliš i zdravstvenu ispravnost namirnica.

Ta je opasnost stvarna, jer je u SAD-u dokazano da je došlo do miješanja jednog tipa kukuruza, odobrenog samo za hranu za životinje s kukuruzom namijenjenim ljudskoj ishrani (slučaj pomenutog hibrida kukuruza „*Star Link*”, koji je zbog toga morao biti povučen s tržišta). Neke zemlje usvojile su strategije za smanjenje ove pojave (tzv. koegzistencija), što uključuje propisivanje metoda za sigurno razdvajanje polja na kojima rastu GM usjevi od polja s konvencionalnim usjevima (Trkulja i sar., 2014a).

3.7. Zašto GM namirnice izazivaju zabrinutost među potrošačima?

Prvi put su GM namirnice stavljene na tržište 90-ih godina prošlog stoljeća. Od tada potrošači i neki političari izražavaju zabrinutost zbog takvih namirnica, posebno u Evropi. Potrošači se često pitaju: “*Zašto je to meni potrebno?*“ Međutim, kada je riječ o lijekovima koji su dobiveni od GMO-a, mnogi potrošači lakše prihvataju biotehnologiju kao korisnu za njihovo zdravlje. Također, treba naglasiti da prve GM namirnice uvedene na evropsko tržište nisu pružale nikakvu direktnu korist ili dobit za potrošače, već su bile isključivo ekonomski isplativije za poljoprivrednike, njihove proizvođače. Ovom treba dodati da se povjerenje potrošača u zdravstvenu ispravnost hrane u Evropi znatno smanjilo zbog niza afera u vezi s hranom (kravlje ludilo, dioksini u piletini i sl.). Navedene afere nastale su zbog ekonomskih interesa proizvođača hrane, nedovoljne ili krive informiranosti javnosti i neodgovornog ponašanja odgovornih vladinih tijela. Ovi slučajevi nisu imali veze s GM namirnicama, ali su rezultirali većim nepovjerenjem javnosti prema službenim informacijama. Zabrinutost potrošača u Evropskoj uniji rezultirala je obaveznim označavanjem GM hrane, kao i hrane namijenjene za ishranu stoke.

3.8. Kako je zabrinutost javnosti uticala na prodaju GM namirnica u EU?

Zabrinutost javnosti zbog GMO-a i namirnica dobivenih od GMO-a značajano je uticala na tržište GMO-a u EU. Tako je

1998. godine u EU, usljed ogromnog pritiska javnosti, uvedena privremena zabrana stavljanja GM proizvoda na tržište, odnosno *de facto moratorij*, koji je bio na snazi do 2002. godine. Prodaja takvih namirnica i GMO-a i dalje je predmet precizne i obimne zakonske regulative koje je EU uspostavila još početkom 90-ih godina prošloga stoljeća. Postupak za odobrenje uvođenja GMO-a u okoliš u EU izuzetno je složen i zahtijeva veoma opsežna prethodna ispitivanja, kao i sporazum između zemlje članice EU koja želi da uzgaja GM usjeve i Evropske komisije. Između 1991. i 1998. godine Evropska komisija odobrila je stavljanje na tržište (prodaju) 18 GMO-a, poslije čega je, od ukidanja zabrane 2004. godine do danas, odobreno još nekoliko GM proizvoda, te sjetva 17 hibrida GM kukuruza, koji su se već tokom 2007. godine uzgajali u osam zemalja EU (Španija, Francuska, Češka Republika, Portugal, Njemačka, Slovačka, Rumunija i Poljska). Također, usljed pritiska javnosti u EU je zakonom propisano obavezno označavanje (deklariranje) proizvoda koji sadrže, ili se sastoje ili su proizvedeni od GMO-a. Isto tako, zakonskim propisima uređena je i slučajna kontaminacija konvencionalne hrane GM materijalom, pri čemu je označavanje proizvoda obavezno za namirnice koje sadrže minimalni prag od 0,9% odobrenih GMO-a, dok za količine ispod tog praga označavanje nije obavezno. Identična praksa propisana je i Zakonom o GMO-u u Bosni i Hercegovini (Trkulja *i sar.*, 2014a).

4.

POGLAVLJE

METODE DETEKCIJE GENETSKI MODIFICIRANIH ORGANIZAMA

4.1. Kako prepoznamo i na osnovu kojih metoda pouzdano utvrdjemo prisustvo GMO-a?

U svrhu kontrole prisustva genetskih modifikacija u sjemen-skom materijalu i gotovim proizvodima (hrani za ljude i hrani za domaće životinje) razvijen je čitav spektar metoda za detekciju njihovog različitog kvalitativnog i kvantitativnog prisustva. Ove tehnike odnose se na posmatranje i analizu tri različita parametra, i to: *prisustvo nove osobine (fenotipa)*, prisustva specifičnih *bjelančevina*, i analizu nukleinskih kiselina.

4.1.1. Detekcija GMO-a na bazi fenotipa

Ova metoda je bazirana na analizi ispoljavanja osobina koje daju transgeni i primjenjiva je samo za neke osobine (npr. tolerantnost prema totalnim herbicidima), a zahtijeva određeni porast i razvoj ispitivanog organizma, što je često dugotrajan proces (npr. izrastao usjev se tretira se totalnim herbicidima pri čemu će sve biljke koje nisu GM uginuti).

4.1.2. Detekcija GMO-a na bazi specifičnih proteina

Ove metode detekcije GMO-a uključuju analitičke tehnike koje podrazumijevaju upotrebu antitijela kao test reagensa (tzv. serološke metode). Ove metode zasnivaju se na reakciji koja nastaje nakon injektiranja testne supstance (antigena) u tijelo životinje, kada imuni sistem prepozna stranu supstancu i odgovara proizvodnjom specifičnih antitijela koja se vežu za antigene, što predstavlja osnovu metode koja se koristi u ovim analizama. Najčešće korišteni imunotest je tzv. ELISA test (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) koji se primjenjuje u laboratoriji za testiranje nekih GMO-a (npr. prisustvo *Roundup*

Ready proteina koji je sastavni dio enzima odgovornog za rezistentnost na herbicide na bazi glifosata). Također, razvijeni su i brzi imunotestovi (*Stripe* metode), koji se mogu lako koristiti van laboratorije u polju za detekciju GM usjeva. Tehnike detekcije GMO-a na proteinskom nivou vrlo su osjetljive i često se osim za biljni materijal upotrebljavaju i za analizu životinjskih uzoraka (Trkulja i sar., 2014a).

4.1.3. Detekcija GMO-a na bazi analize nukleinskih kiselina

Za utvrđivanje prisustva genetskih modifikacija u uzorcima biljnog materijala primjenjuje se PCR metoda (Polymerase Chain Reaction - lančana reakcija polimeraze) u čijoj osnovi je biohemijska reakcija koja omogućava *in vitro* umnožavanje (amplifikaciju) određenog fragmenta DNK i koja je u suštini imitacija sinteze DNK koja se normalno odvija u svim živim organizmima.

PCR je metoda kojom se relativno kratki ciljani dio DNK (gen ili dio gena) umnožava u veliki broj identičnih kopija. Osnovni princip PCR metode je selektivno *in vitro* umnožavanje ciljane sekvence DNK molekula u reakcijskoj tubi u i do nekoliko milijardi puta bez prethodnog izoliranja iz mase DNK molekula prisutnih u uzorku. Ciljni dio DNK molekule koju se želi umnožiti (gen ili dio gena) određuje se kratkim oligonukleotidnim sekvencama - prajmerima, koji su komplementarni krajevima segmenta DNK od interesa. Ovi prajmeri su pokretači serije reakcija pomoću enzima DNK polimeraze, koja na osnovu jednog lanca DNK sintetizira novi, komplementarni lanac, pri čemu veličina sintetiziranog dijela DNK molekule odgovara dužini koju omeđuju izabrani prajmeri.

Proces izvođenja PCR-a može se podijeliti u tri faze: izolacija DNK iz uzorka i priprema PCR smjese, zatim PCR reakcija, i na kraju identifikacija PCR produkata.

U prvoj fazi (izolacija DNK iz uzorka) koja se sastoji od većeg broja analitičkih koraka iz pripremljenog uzorka biljnog materijala izolira se (ekstrahuje) DNK. Za ekstrakciju biljne DNK iz analiziranog uzorka koristi se standardni protokol za ekstrakciju DNK iz biljnog materijala. Na kraju prve faze vrši se kvantifikacija, tj. određuje se količina izolirane DNK iz uzorka,

nakon čega se na osnovu utvrđene količine izolirane DNK uzorak DNK razrjeđuje na optimalnu koncentraciju koja se na taj način priprema za drugu fazu - PCR amplifikaciju.

U drugoj fazi (PCR amplifikacija) izoliranoj DNK iz uzorka se u reakcijskoj tubi dodaje uzorak ispitivane DNK (koja će biti kalup za kopiranje komplementarnog DNK lanca), dva odgovarajuća oligonukleotidna prajmera, termostabilna DNK polimeraza, nukleotidi – gradivni elementi DNK (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), joni Mg^{2+} i reakcijski pufer. Nakon miješanja komponenti u reakcijskoj tubi, one se postavljaju u termosajkler (slika 5), odnosno uređaj za PCR amplifikaciju. Osnovna odlika PCR aparata je brza, automatizirana, ciklična i precizna promjena temperature 30 do 50 puta (u zavisnosti od testiranog uzorka i korištenog protokola) pod kontrolom mikroprocesora, koja je neophodna za izvođenje reakcije polimerizacije. U ovom uređaju se na osnovu programiranog temperaturnog režima amplificira ciljanu DNK.

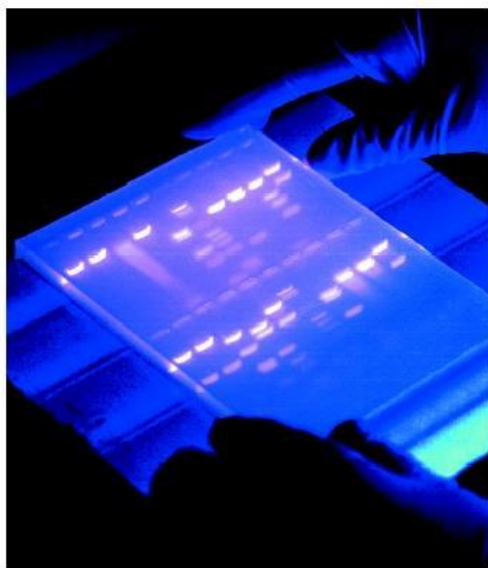


Slika 5. Detalj iz procesa detekcije GMO-a na bazi analize DNK pomoću standardnog PCR

PCR može biti: 1) kvalitativan, i 2) kvantitativan. Kvalitativni PCR može biti standardni, RT-PCR, *in situ* PCR, dok je kvantitativni PCR u realnom vremenu (Real Time PCR), koji također može biti standardni i RT-PCR. *Kvalitativna* detekcija GMO-a koristi standardni PCR (slika 5) kojim se može detektirati manje od 0,1% modificiranog sadržaja u neobrađenom materijalu, pri čemu se ovim metodama može samo potvrditi ili negirati prisustvo GMO-a, odnosno ciljanih DNK sekvenci karakterističnih za GMO. Međutim, za *kvantificiranje GMO-a*, tj. za utvrđivanje tačnog procenta prisustva ciljanih DNK sekvenci karakterističnih za GMO u ukupnom uzorku koristi se kvantitativni Real Time PCR (Trkulja *i sar.*, 2014a)

1) Standardni PCR izvodi se uz korištenje jednog para prajmera koji omogućava amplifikaciju ciljne sekvence DNK i služi samo za detekciju njenog prisustva ili odsustva (kvalitativni PCR). Jedan ciklus PCR reakcije se sastoji od tri koraka, i to: 1) *denaturacija dvolančane DNK matrice* (kidanje vodonikovih veza između komplementarnih lanaca DNK pod dejstvom temperature odvija se na 95°C, pri čemu se zaustavljaju sve enzimske reakcije npr. ekstenzija iz prethodnog PCR ciklusa); 2) *hibridizacija prajmera sa matricom* (formiranje vodonikovih veza između prajmera i odgovarajućih sekvenci na jednolančanoj DNK matrici), koja se odvija pri temperaturi 40-65°C, u zavisnosti od nukleotidne sekvence i dužine prajmera; 3) *elongacija prajmera* (ugradnja nukleotida na 3' kraj prajmera katalizovana enzimom DNK polimeraza), koja se odvija pri temperaturi 72°C, što predstavlja optimalnu temperaturu za rad DNK polimeraze.

U trećoj fazi standardnog PCR (elektroforeza na agaroznom gelu) vrši se vizuelizacija produkata PCR (slika 6) tako da se prethodno pripremljena amplificirana DNK uzorka pomoću sterilnih pipeta nanosi na agarozni gel postavljen u posebne kadice uređaja za horizontalnu elektroforezu. Naneseni uzorak DNK se na agaroznom gelu razdvaja na osnovu dužina baznih parova pod djelovanjem električnog polja. Po završetku elektroforeze agarozni gel se boji etidijumbromidom, materijom koja ima osobinu da emitira svjetlost pod djelovanjem ultravioletnog zračenja. Gel se fotografira u posebnom uređaju za fotografiranje gela, nakon čega se pristupa analizi dobivenih rezultata (Trkulja *i sar.*, 2014a).

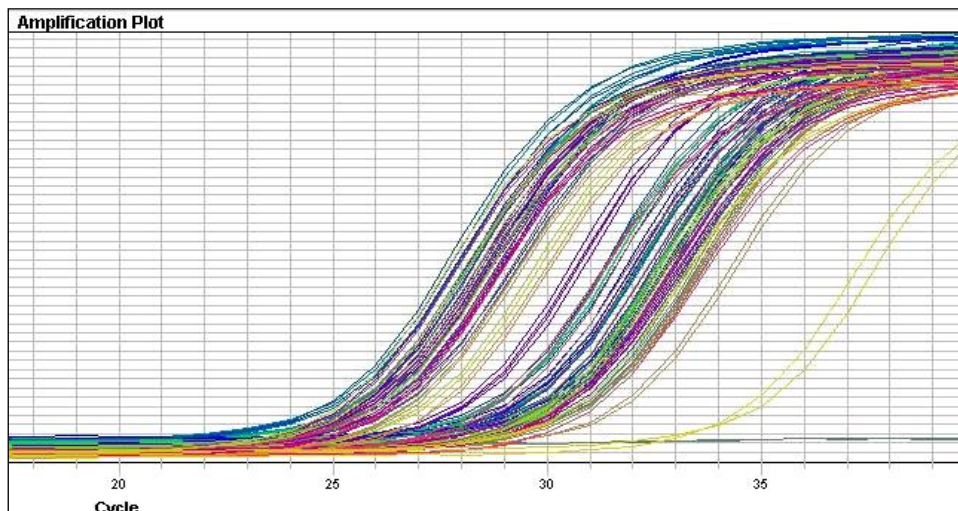


Slika 6. Elektroforetska analiza PCR produkata na agaroznom gelu

2) PCR u realnom vremenu (Real Time PCR) omogućava kvantitativnu analizu dobivenog amplikona u ispitivanom uzorku, npr. broj kopija nekog gena, kao i određivanje nivoa ekspresije određenog gena (kvantitativni PCR). Npr., prilikom analize procenta GMO-a u uzorku, koriste se standardi s već poznatim procentima određenog GMO-a (0,1%, 0,9%, 3%, 5%, 10%). Komparacijom dobivenog amplikona iz uzorka i poznatih standarda utvrđuje se tačan procenat GMO-a u ispitivanom uzorku. Primjenom PCR-a u realnom vremenu može se odrediti i nivo ekspresije određenog gena.

PCR u realnom vremenu je postupak koji se bazira na standardnom PCR-u, jer su i za njega neophodni dobro izolirana DNK, optimalno izabrani prajmeri za reakciju i optimizirane sve faze PCR reakcije (denaturacija, izbor i uslovi vezivanja prajmera, sinteza DNK - elongacija komplementarnog DNK lanca). Osnovna razlika i veliko tehnološko unapređenje PCR-a u realnom vremenu u odnosu na standardni PCR je u tome što PCR u realnom vremenu omogućava detekciju i kvantifikaciju umnoženog ciljanog segmenta DNK u realnom vremenu, odnosno u toku amplifikacije uzorka (slika 7), zbog čega nema potrebe za vizuelizacijom produkata PCR reakcije elektroforezom na agaroznom gelu, kao i u tome što PCR u realnom vremenu ima

sistem za detekciju PCR produkta zasnovan na detektoru fluorescencije (Trkulja *i sar.*, 2014a).



Slika 7. Dinamika PCR reakcije u realnom vremenu (Real Time PCR), odnosno u toku amplifikacije uzorka. Do 22. ciklusa koncentracija PCR produkta je vrlo niska, dok između 22. i 32. ciklusa reakcija poprima linearni, pa logaritamski rast, da bi oko 35. ciklusa došlo do formiranja tzv. platoa. U tom dijelu PCR reakcija više nije efikasna.

U praksi postoje tri varijacije ovog sistema u smislu finalne detekcije količine PCR proizvoda amplifikacije, i to: 1) primjena hemijskog jedinjenja (npr. Syber Green) koje se može ugraditi između nukleotida dvostrukog lanca DNK i pri tome emitirati fluorescenciju čiji se intenzitet prati; 2) primjena prajmera obilježenih fluorescentnim jedinjenjima, tako da se amplifikacija DNK prati preko ugradnje prajmera u PCR produkt, pri čemu se zapravo prati porast intenziteta fluorescencije, 3) primjena standardnih prajmera i specijalnih proba koje su komplementarne ciljanom segmentu DNK, a obilježene su različitim kombinacijama jedinjenja koja emitiraju svjetlosnu energiju i jedinjenja koja blokiraju takvo djelovanje. Tokom PCR reakcije dinamika odnosa ovih jedinjenja se mijenja, tako da se kao krajnji efekt mjeri porast energije zračenja u obliku fluorescentne svjetlosti. Najpoznatiji primjeri za takav pristup su TaqMan probe američke kompanije Applied Biosystems i FRET sistem koji je razvila kompanija Roche Diagnostics (Trkulja *i sar.*, 2014a).

5.

POGLAVLJE

GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI I BIOSIGURNOST

5.1. Šta je biosigurnost?

Biosigurnost je sistem koji se, u kontekstu moderne biotehnologije i genetski modificiranih organizama, odnosi na sigurnost okoliša i biodiverziteta, uključujući i sigurnost i zdravlje ljudi. Sigurnost hrane predstavlja poseban aspekt biosigurnosti. Međunarodne obaveze (*Konvencija o biološkoj raznolikosti, Protokol iz Kartagene*) kao i globalna politika nalažu razmatranje biosigurnosnih problema. U članu 16. poznate „Agende 21“ istaknuto je da „*biotehnologija obećava značajan doprinos savremenoj poljoprivredi, zdravlju ljudi i zaštiti okoliša, ali samo ako postoje definirani adekvatni biosigurnosni mehanizmi*“.

Moderna biotehnologija podrazumijeva sistem alata koji se koriste kako bi se biljke, životinje i mikroorganizmi unaprijedili za dobrobit društva – dakle, riječ je o tehnologiji zasnovanoj na biologiji. U definiciji koja se prvi put pojavila 1982. godine u publikaciji OECD-a *Biotehnologija – međunarodni trendovi i perspektive*, biotehnologija se opisuje kao primjena principa nauke i inženjstva na procesiranje materijala pomoću bioloških posrednika s ciljem dobivanja robe i usluga. Definicija je široka te se odnosi na uzgajanje biljaka i životinja za ishranu, upotrebu mikroorganizama za dobivanje prehrambenih proizvoda poput jogurta ili piva, ili upotrebu mikroorganizama u zdravstvu. U svom cjelokupnom obimu definicija se može odnositi i na upotrebu bioloških entiteta u unapređenju industrijskih procesa. Često se biotehnologija odnosi na genetičko inženjstvo, iako neki u tom slučaju radije koriste termin „moderna“ biotehnologija, određujući je kao disciplinu. Kao praktični početak razvoja biotehnologije možemo označiti epohu kada je postala poznata proizvodnja sira ili aktivnost kvasca.

Savremena biotehnologija obećava poboljšanje proizvodnje hrane (kvaliteta i kvantiteta), redukciju opterećenja okoliša,

prednost u ishrani, medicini i farmaciji, kao i otvaranje alternativnih načina proizvodnje potrebnih sintetičkih materijala.

Osim definiranja biotehnologije, u istom dokumentu OECD-a iz 1982. date su preporuke vladama da su dužne definirati odgovarajuće mehanizme za reguliranje sigurnosti kako bi javnost stekla povjerenje u proizvode moderne biotehnologije. Prvi dokument koji je odgovorio na ove preporuke je *Blue Book* OECD-a. Ovom publikacijom unaprijeđeni su sigurnosni koncepti za razvoj i komercijalizaciju GMO-a, uključujući i procjenu rizika, poljoprivredu i okoliš, te razumijevanje aktivnosti genetski modificiranih biljaka. Međutim, prvo razmatranje mehanizama biološke kontrole i regulacije istraživanja rekombinantne DNK u vezi je sa *Asilomar konferencijom* (Pacific Grove, California) održanom u SAD-u 1974. godine.

Kao rezultat prepoznavanja čovjeka kao glavnog faktora u degradaciji prirodnih ekosistema i redukciji biodiverziteta, te shvatanja da ih je neophodno što prije zaštititi i unaprijediti, u maju 1992. godine nastala je *Konvencija o biološkoj raznolikosti*. Već mjesec dana kasnije, na konferenciji UN-a o okolišu i razvoju „Samit o Zemlji“, održanoj u Rio de Žaneiru, *Konvencija* je otvorena za potpisivanje, što je tokom Samita učinilo 156 zemalja i Evropska unija. *Konvencija o biološkoj raznolikosti* stupila je na snagu 29. novembra 1993. i trenutno predstavlja bazični međunarodni sporazum koji se bavi pitanjima biološke raznolikosti. Ona zemljama članicama osigurava „sveobuhvatan i cjelovit pristup u očuvanju biološke raznolikosti, te održivo korištenje prirodnih dobara i pravednu i ravnomjernu podjelu dobiti proizašlih iz iskorištavanja genetskog bogatstva“ (Trkulja i sar., 2014a).

Pojam biološke sigurnosti ili *biosigurnosti* odnosi se na potrebu zaštite okoliša i zdravlja ljudi od mogućih štetnih posljedica proizvoda moderne biotehnologije. U isto vrijeme priznaje se veliki potencijal moderne biotehnologije u unapređenju ljudskog blagostanja preko poljoprivrede, zaštite zdravlja ljudi i podmirenja potreba za hranom. *Konvencija o biološkoj raznolikosti* jasno prepoznaje ovaj dvostruki aspekt moderne biotehnologije te stoga, s jedne strane, omogućava pristup i prije-

nos tehnologija, uključujući i modernu biotehnologiju, koje su važne za zaštitu i održivo korištenje biološke raznolikosti a, s druge strane, traži razvoj odgovarajućih procedura kojima će se pojačati sigurnost korištenja moderne biotehnologije. *Biosigurnost* je stoga i jedan od glavnih ciljeva Konvencije, a ostvaruje se smanjenjem svih mogućih prijetnji za biološku raznolikost, uzimajući pri tome u obzir i rizik za ljudsko zdravlje.

Gubitak svakog segmenta biološke raznovrsnosti (genetska raznovrsnost, raznovrsnost vrsta, kao i raznovrsnost zajednica i ekosistema koje te vrste čine) umanjuje potencijal živog svijeta, a samim tim i ljudske vrste, da se prilagodi promjenljivoj, odnosno stalno mijenjajućem okolišu (Tarasjev i sar., 2006). Savremena istraživanja pokazala su da čovjek ima koristi od očuvane biološke raznovrsnosti kako kroz kvalitetan estetski i kulturni doživljaj, tako i putem korištenja usluga ekosistema ili direktnom upotrebom vrsta biljaka i životinja u farmaceutskoj, prehrambenoj i građevinskoj industriji (Futuyma, 1998).

Prema Tarasjevu i sar. (2006) postoji rizik da bi širenje genetski modificiranih organizama u autohtone ekosisteme, u slučaju da oni posjeduju modifikacije koje bi ih činile kompetitivno superiornijim, moglo dovesti do negativnih efekata po očuvanje lokalne biološke raznovrsnosti, a i šire. Na primjer, genetski modificirane biljne vrste koje sintetišu Bt bjelančevine sa insekticidnim efektom mogu ugroziti takozvane "neciljne" vrste insekata. Zbog toga ovi autori ističu da sa pojavom novih tehnologija, naš okoliš neminovno postaje laboratorija za širok spektar eksperimenata na i sa genetski modificiranim organizmima što otvara prostor za pravljenje nepopravljivih grešaka i otvara mnoga etička pitanja.

Na principima *Konvencije*, prepoznajući njen puni značaj, 1995. godine formirana je radna grupa koja je izradila Nacrt protokola o biološkoj sigurnosti (Protokol iz Kartagene), koji je usvojen 2000. godine, a stupio je na snagu 8. septembra 2003. godine za sve zemlje potpisnice. Cilj ovog protokola je da doprinese uspostavi odgovarajućih nivoa zaštite u sferi sigurnog prekograničnog prijenosa, provoza, rukovanja i upotrebe *živih modificiranih organizama* (engl. *Live Modified Organisms - LMO*) koji su proizvod moderne biotehnologije, a mogu imati štetne efekte na

konzervaciju i održivu upotrebu biološkog diverziteta, uzimajući u obzir i zdravlje ljudi (Trkulja *i sar.*, 2014a).

5.2. Šta je Protokol iz Kartagene o biološkoj sigurnosti?

Protokol iz Kartagene o biološkoj sigurnosti (CPB) je međunarodni sporazum koji pravno obavezuje svoje potpisnike i regulira međudržavno ili prekogranično kretanje živih modificiranih organizama (*engl. Living modified organism – LMO*). Namirnice dobivene od GMO-a ulaze u okvir Protokola samo ako sadrže LMO-e koji su sposobni prenositi genetski materijal ili se razmnožavati. Osnova Protokola je uslov prema kojem izvoznici moraju od uvoznika zatražiti pristanak prije prve pošiljke LMO-a namijenjenog unošenju u okoliš. Osim navedenog, Protokolom se promovira biološka sigurnost određujući pravila i procedure za siguran prijenos, provoz, rukovanje i korištenje živih modificiranih organizama, s posebnim naglaskom na prekogranični prijenos i provoz LMO-a, a određuju se i vremenski rokovi u kojima se odluke moraju donijeti. Također se određuje niz procedura u zavisnosti od namjene LMO-a, pa tako postoje posebne procedure za LMO-e koji će se namjerno uvoditi u okoliš, posebno za one LMO-e koji se planiraju koristiti direktno za hranu, hranu za životinje ili u proizvodnji, te posebne procedure za LMO-e koji se upotrebljavaju u zatvorenim sistemima. Prema Protokolu, zemlje potpisnice dužne su osiguratisigurno rukovanje, pakovanje i transport LMO-a, te da pošiljka LMO-a preko granice mora biti praćena odgovarajućom dokumentacijom u kojoj se, među ostalim podacima, tačno navodi i vrsta živi modificiranih organizama i daje kontakt osoba od koje se mogu dobiti dodatne potrebne informacije.

Ove procedure i zahtjevi izrađeni su da bi zemljama uvoznicama omogućili dobivanje neophodnih informacija na osnovu kojih mogu donijeti konačnu odluku *o dozvoli ili zabrani uvoza određenog LMO-a zasnovanu na činjenicama*, te sigurno rukovanje tim organizmom. Zemlja uvoznica svoju odluku treba donijeti na osnovu procjene rizika zasnovanog na naučnim podacima, a u Protokolu se određuju i principi i metodologija za izradu procjene rizika. Ako ne postoji dovoljno relevantnih naučnih

podataka i znanja, zemlja uvoznica može primijeniti **princip predostrožnosti** prilikom donošenja odluke o uvozu određenog LMO-a pri čemu se u obzir mogu uzeti i vlastiti socio-ekonomski interesi, ako su oni u skladu s međunarodnim obavezama. Princip predostrožnosti mora se bazirati na detaljnoj analizi opasnosti za svaki pojedinačni LMO, ali on ne odgađa donošenje odluke.

Zemlje potpisnice Protokola moraju također izgraditi kapacitete koji će omogućiti provođenje mjera za uklanjanje štetnih posljedica od utvrđenog mogućeg rizika, kao i mjere koje treba preduzeti u slučaju nekontroliranog širenja određenog LMO-a u okolišu. Da bi se omogućilo lakše provođenje Protokola, osnovan je i *Međunarodni mehanizam za razmjenu obavještenja o biološkoj sigurnosti* (engl. **Biosafety Clearing House - BCH**) za zemlje potpisnice Protokola, preko kojeg se razmjenjuju informacije (Trkulja i sar., 2014a).

Tokom održavanja „Samita o Zemlji“ promovirana je i poznata „*Agenda 21*“ kao program održivog razvoja za 21. stoljeće, kojim su obuhvaćeni svi aspekti moderne nauke, uključujući i biotehnologiju. Osim navedenih, u značajne međunarodne dokumente o biosigurnosti ubraja se i UNEP-ov *Međunarodni tehnički vodič za sigurnost u biotehnologiji*, donesen 1995. godine, kao i dokumenti doneseni na *Svjetskom samitu o održivom razvoju* UN-a (Rio Samit o Zemlji + 10), održanom u Johannesburgu u Južnoj Africi 2002. godine, čiji je glavni cilj bio definiranje nacionalnih, regionalnih i globalnih obaveza sa osvrtom na biosigurnost i principe njihove primjene (Trkulja i sar., 2014a).

Uprkos razlikama između biosigurnosnih sistema različitih država, njihova struktura je slična i obavezno uključuje sljedeće elemente:

- 1) biosigurnosnu politiku;
- 2) biosigurnosne propise;
- 3) sistem postupanja s aplikacijama koji podrazumijeva:
 - a) pregled potpunosti (administrativni i tehnički podaci) i adekvatnosti aplikacije,
 - b) procjenu rizika (*Risk assessment*) – pri kojem obavezno treba uzeti u obzir: donorski i recipientski organizam,

vektore, inserte, LMO, detekciju i identifikaciju LMO-a, planiranu upotrebu, okoliš i dr.

- c) donošenje odluka (zakonito i transparentno);
- 4) monitoring i inspekcije;
- 5) informacije za javnost.

6.

POGLAVLJE

ZAKONODAVSTVO O GMO-U U SVIJETU, EVROPSKOJ UNIJI I BiH

6.1. Kakvo je zakonodavstvo o GMO-u u svijetu?

Da bi se bilo gdje u svijetu različite sorte ili hibridi GM biljaka mogle uzgajati ili stavljati na tržište kao hrana za ljude ili hrana namijenjena za ishranu domaćih životinja, one moraju proći proces odobravanja (autorizacije ili registracije) čija je procedura u svijetu propisana različitim zakonodavstvom. Cilj zakonodavstva u vezi s GMO-om je zaštita života i zdravlja ljudi, zaštita zdravlja i dobrobiti životinja, zaštita okoliša i biodiverziteta, kao i zaštita interesa potrošača (Trkulja, 2015). Međutim, u svijetu ne postoji jedinstveno zakonodavstvo kojim je oblast GMO-a regulirana, već je ova materija u različitim zemljama različito uređena. Kao dobar primjer za ilustraciju različitosti zakonodavstva u pojedinim segmentima u oblasti GMO-a mogu se navesti različiti pristupi u označavanju GMO-a. Tako npr. u SAD-u označavanje GM proizvoda nije obavezno, kao ni u Argentini, Kanadi, Urugvaju, Meksiku, Čileu, Paragvaju i Egiptu, dok u EU proizvodi sa >0,9% odobrenih GMO moraju biti označeni, u Brazilu i Australiji hrana sa >1% GMO mora biti označena, izuzev GM soje u Brazilu, dok u Japanu taj prag iznosi 5%.

Prema (Trkulja *i sar.*, 2015) različiti segmenti iz oblasti GMO-a su regulirani većim brojem različitih međunarodnih konvencija, protokola, sporazuma, uputstava i smjernica, navedenih u nastavku teksta.

- 1) **Konvencija o biološkoj raznolikosti (*The Convention on Biological Diversity - CBD*)**. Kao rezultat prepoznavanja čovjeka kao glavnog faktora u degradaciji prirodnih ekosistema i redukciji biodiverziteta, te shvatanja da ih je neophodno što prije zaštititi i unaprijediti, u maju 1992. godine donesena je *Konvencija o biološkoj raznolikosti*. Već mjesec dana kasnije, na konferenciji UN-a o okolišu i razvoju

– „Samit o Zemlji“, održanoj u Rio de Žaneiru, *Konvencija* je otvorena za potpisivanje, što je tokom Samita učinilo 156 zemalja i Evropska unija. Konvencija o biološkoj raznolikosti stupila je na snagu 29. novembra 1993. i trenutno predstavlja bazični međunarodni sporazum koji se bavi pitanjima biološke raznolikosti. Pojam biološke sigurnosti ili *biosigurnosti* odnosi se na potrebu zaštite okoliša i zdravlja ljudi od mogućih štetnih posljedica proizvoda moderne biotehnologije. U isto vrijeme priznaje se veliki potencijal moderne biotehnologije u unapređenju ljudskog blagostanja preko poljoprivrede, zaštite zdravlja ljudi i podmirenja potreba za hranom.. *Biosigurnost* je stoga i jedan od glavnih ciljeva Konvencije, a ostvaruje se smanjenjem svih mogućih prijetnji za biološku raznolikost, uzimajući pri tome u obzir i rizik za okoliš i ljudsko zdravlje. Bosna i Hercegovina postala je potpisnica ove *konvencije* u augustu 2002. godine.

- 2) ***Protokol iz Kartagene o biološkoj sigurnosti (The Cartagena Protocol on Biosafety - CPB)***. Na principima *Konvencije*, prepoznajući njen puni značaj, 1995. godine formirana je radna grupa koja je napravila Nacrt protokola o biološkoj sigurnosti (Protokol iz Kartagene), koji je usvojen 2000. godine, a stupio je na snagu 8. septembra 2003. za sve zemlje potpisnice. Do decembra 2018. godine Kartagena protokol o biološkoj sigurnosti je potpisala 171 država. Cilj ovog protokola je da doprinese uspostavi odgovarajućih nivoa zaštite u sferi sigurnog prekograničnog prijenosa, provoza, rukovanja i upotrebe *živih modificiranih organizama* (*engl. Live Modified Organisms, LMO* - termin usvojen umjesto GMO-a, a označava samo sjeme i žive organizme, a ne i hranu od LMO-a), koji su proizvod moderne biotehnologije, a mogu imati štetne efekte na konzervaciju i održivu upotrebu biološkog diverziteta, uzimajući u obzir i zdravlje ljudi. Protokol iz Kartagene o biološkoj sigurnosti je međunarodni sporazum koji pravno obavezuje svoje potpisnike i regulira međudržavno ili prekogranično kretanje živih modificiranih organizama. Osnova Protokola je uslov prema kojem izvoznici moraju od uvoznika zatražiti pristanak prije prve pošiljke LMO-a namijenjenog punošenju u okoliš. Prema Protokolu zemlje potpisnice su dužne osigurati sigurno rukovanje,

pakovanje i transport LMO-a, te da pošiljka LMO-a preko granice mora biti praćena odgovarajućom dokumentacijom. Zbog toga Kartagena protokol o biološkoj sigurnosti ima za cilj da osigura usklađen međunarodni pravni okvir za razumnu i ekološki sigurnu primjenu nove biotehnologije. U tu svrhu Protokol nudi brojne alate:

- a) *Dogovorna procedura prethodnog informiranja (Advanced Informed Agreement procedure, AIA)* – Ova procedura mora biti ispoštovana prije prvog slanja LMO-a koji će biti uneseni u okoliš. Izvoznik mora prije uvoza osigurati detaljan opis LMO-a koji se uvozi, a uvoznik mora u roku od 90 dana potvrditi prijem takvog dokumenta i time ovlastiti pošiljaoca da u narednih 270 dana izvrši isporuku. Svrha ove procedure je da zemlji uvoznici da dovoljno vremena za procjenu rizika koji bi mogao biti u vezi s uvozom takvog LMO-a.
 - b) *Mehanizam za razmjenu obavještenja o biološkoj sigurnosti (Biosafety Clearing House, BCH)* – Ima zadatak da olakša razmjenu naučnih, tehničkih, okolišnih i pravnih informacija u vezi s LMO-om putem interneta (web-stranica). Svaka članica za ovu svrhu je dužna odrediti instituciju i zaduženu osobu (Focal point).
 - c) *Procjena rizika i upravljanje rizikom (Risk assesment and risk management framework)* – Provodi se na naučnoj bazi a na osnovu usvojenih metodaprocjene rizika. U slučaju nedovoljno naučnih spoznaja u vezi s određenim LMO-om, zemlja uvoznica može primijeniti princip predostrožnosti i zabraniti uvoz LMO-a.
 - d) *Izgradnja kapaciteta (Capacity building)* – Protokolom se osigurava finansijska podrška, kao i međunarodna saradnja pri naučnoj i tehničkoj obuci kadra i transferu tehnologije.
 - e) *Javna svijest (Public awarnes)* – Članica Protokola dužna je osigurati javnosti pristup informacijama, te uvažavati odluke javnosti o biološkoj sigurnosti.
- 3) ***Svjetska trgovinska organizacija (World Trade Organization – WTO)*** međunarodna je organizacija koja upravlja multilateralnim sporazumima u oblasti robne

trgovine, trgovine uslugama i trgovinskim aspektima prava intelektualne svojine. Do osnivanja WTO-a 1995. godine *Opći sporazum o carinama i trgovini* bio je jedini multilateralni instrument kojim je regulirana međunarodna trgovina još od 1947. godine, kada je i donesen. Sjedište *WTO-a* je u Ženevi, a on danas ima 159 država članica koje zajedno čine oko 97% svjetske trgovine. Glavni cilj *WTO-a* je osiguravanje uslova za trgovinu bez prepreka, u predvidivim okvirima. U tom smislu, uspostavljen je sistem pravila *WTO-a* koji čine specifični, multilateralno dogovoreni sporazumi, koji su u najvećoj mjeri rezultat Urugvajске runde pregovora vođenih od 1986. do 1994. godine. Prema podacima *WTO-a*, postoji nekoliko sporazuma ove organizacije čije se odredbe mogu primijeniti na genetski modificirane organizme, a to su:

- Sporazum o provođenju sanitarnih i fitosanitarnih mjera (*Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures - SPS Agreement*);
- Sporazum o tehničkim barijerama u trgovini (*The Agreement on Technical Barriers to Trade - TBT*);
- Sporazum o trgovinskim aspektima prava intelektualne svojine (*Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights - TRIPs*);
- Opći sporazum o carinama i trgovini (*The General Agreement on Tariffs and Trade - GATT*). Osim toga, *WTO* prihvata sve standarde, preporuke i smjernice do kojih su u svojim istraživanjima u vezi s GMO-om došle Komisija za Kodeks Alimentarius (*Codex Alimentarius Commission*), Međunarodni ured za zarazne bolesti životinja (*Office International des Epizooties - OIE*) i Međunarodna konvencija o zaštiti bilja (*The International Plant Protection Convention - IPPC*). Standarde ovih organizacija, poznate još pod nazivom „Organizacija tri sestre“, *WTO* tretira kao međunarodne standarde u smislu odredbi Sporazuma o provođenju sanitarnih i fitosanitarnih mjera.

- 4) **FAO-WHO Komisija za Kodeks Alimentarius (Codex Alimentarius Commission)** – Svjetska trgovinska organizacija prihvata sve standarde, preporuke i smjernice za

procjenu sigurnosti hrane do kojih je u svojim istraživanjima u vezi s GMO-om došla ova komisija (FAO/WHO, 1996, 2011).

- 5) **Međunarodni ured za zarazne bolesti životinja (*Office International des Epizooties, OIE*)** – Svjetska trgovinska organizacija prihvata sve standarde, preporuke i smjernice do kojih je u svojim istraživanjima u vezi s GMO-om došao ovaj ured.
- 6) **Međunarodna konvencija o zaštiti bilja (*The International Plant Protection Convention, IPPC*)** – Svjetska trgovinska organizacija prihvata sve standarde, preporuke i smjernice do kojih je u svojim istraživanjima u vezi s GMO-om došla Komisija za fitosanitarne mjere koja funkcionira u okviru ove konvencije i koja donosi međunarodne standarde za fitosanitarne mjere.
- 7) **Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (*Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD*)** – U značajne međunarodne dokumente o biosigurnosti ubrajaju se i Smjernice OECD-a za procjenu biološke sigurnosti transgenih organizama (OECD, 2010).
- 8) **Program Ujedinjenih naroda za okoliš (*United Nations Environment Programme, UNEP*)** – U značajne međunarodne dokumente o biosigurnosti ubraja se i *Međunarodni tehnički vodič za sigurnost u biotehnologiji*, donesen 1995. godine (UNEP, 1995), zamišljen kao doprinos realizaciji Agende 21. Naime, tokom održavanja „Samita o Zemlji“ promovirana je i poznata „*Agenda 21*“ kao program održivog razvoja za 21. stoljeće, kojim su obuhvaćeni svi aspekti moderne nauke, uključujući i biotehnologiju.

6.2. Kakvo je zakonodavstvo o GMO-u u EU?

Zakonodavstvo EU o GMO-u nastajalo je od ranih 90-ih godina prošlog stoljeća. Ovi specifični propisi u osnovi imaju dva glavna cilja:

- 1) da zaštite zdravlje ljudi i okoliš, i
- 2) da osiguraju slobodno kretanje sigurnih i zdravih genetski modificiranih proizvoda u EU.

Danas je zakonodavstvo EU o GMO-u veoma složeno i sastoji se od više različitih direktiva, uredbi, odluka i preporuka, i to:

- Direktiva 98/81/EC od 26. oktobra 1998. godine, kao izmjena i dopuna Direktive 90/219/EEC, o ograničenoj upotrebi genetski modificiranih organizama. Ovom direktivom reguliraju se istraživanja i industrijski okvir aktivnosti uključujući GMO (kao što su npr. genetski modificirani virusi ili bakterije) u zatvorenim okruženjima u kojima je kontakt s populacijom i okolinom izbjegnuto. Ovo uključuje radne aktivnosti u laboratoriji ili drugim zatvorenim sistemima.
- Direktiva 2001/18/EC od 12. marta 2001. godine o namjernom unošenju GMO-a u okoliš, koja se primjenjuje na dva tipa aktivnosti:
 - 1) eksperimentalno oslobađanje GMO-a u okoliš, tj. uvođenje GMO-a u okoliš radi eksperimentalnih svrha (npr. za različite poljske testove) što je regulirano u dijelu B ove Direktive;
 - 2) postavljanje GMO-a na tržište (GMO se pritom definiše kao proizvod koji sadrži GMO ili se sastoji od takvih organizama), npr. transformacija GMO-a u industrijske proizvode, uglavnom je regulirano u dijelu C ove Direktive;
- Uredba (EC) No 1829/2003 od 22. septembra 2003. godine kojom se propisuje stavljanje na tržište GM hrane i hrane za životinje ili hrane i hrane za životinje koja sadrži ili se sastoji od GMO-a.
- Uredba (EC) No 1830/2003 od 22. septembra 2003. godine kojom se propisuje sljedivost i obilježavanje genetski modificiranih organizama i sljedivost prehrambenih proizvoda za ljudsku ishranu i ishranu životinja proizvedenih od GMO-a i koja u tom segmentu mijenja Direktivu 2001/18/EZ.
- Uredba (EC) No 1946/2003 od 15. jula 2003. godine o prekograničnom kretanju GMO-a, kojom se regulira namjerno i nenamjerno kretanje GMO-a između država

članica EU i trećih zemalja sa izuzetkom namjernog kretanja u okviru EU.

- Uredba (EC) No 65/2004 od 14. januara 2004. godine uspostavlja *sistem za razvoj i dodjeljivanje jedinstvenih identifikacionih kodova za GMO.*
- Odluka Komisije 2004/204/EZ od 23. februara 2004. godine kojom se utvrđuju detaljne informacije o vođenju registara odobrenih GMO, predviđenih u Direktivi 2001/18/EZ Evropskog parlamenta i Vijeća EU.
- Uredba (EC) No 641/2004 od 6. aprila 2004. godine o detaljnim pravilima za provođenje Uredbe (EC) No 1829/2003 Evropskog parlamenta i Vijeća EU za *autorizaciju nove genetski modificirane hrane i hrane za životinje, obilježavanje postojećih proizvoda ili tehnički neizbježnog prisustva GM materijala gdje je iskorištena povoljna evaluacija rizika.*
- Uredba (EC) No 882/2004 od 29. aprila 2004. godine o *zvaničnim kontrolama koje se provode radi utvrđivanja usaglašenosti sa zakonom o hrani i hrani za životinje, kao i s propisima iz oblasti zdravlja i dobrobiti životinja.*
- Preporuka Komisije 2004/787/EC od 4. oktobra 2004. godine o tehničkim smjernicama za uzorkovanje i detekciju GMO-a i proizvoda od GMO-a ili proizvoda u kontekstu Uredbe (EC) No 1830/2003.
- Uredba (EC) No 1981/2006 od 22. decembra 2006. godine kojom se propisuju detaljna pravila za provođenje člana 32. Uredbe (EC) No 1829/2003 Evropskog parlamenta i Vijeća EU *u pogledu referentnih laboratorija za genetski modificirane organizme u zemljama članicama EU.*
- Uredba (EC) No 298/2008 od 11. marta 2008. godine o izmjenama i dopunama Uredbe (EC) No 1829/2003 o genetski modificiranoj hrani za ljudsku ishranu i hrani za životinje, a tiče se *izvršnih ovlaštenja dodijeljenih Komisiji.*
- Direktiva 2009/41/EC od 6. maja 2009. godine o *ograničenoj upotrebi genetski modificiranih mikroorganizama.*

- Provedbena uredba Komisije (EU) br. 503/2013 od 3. aprila 2013. godine o prijavama za odobrenje genetski modificirane hrane i hrane za životinje u skladu s Uredbom (EZ) br. 1829/2003 Evropskog parlamenta i Vijeća i o izmjeni uredbi Komisije (EZ) br. 641/2004 i (EZ) br. 1981/2006.
- Direktiva (EU) 2015/412 od 11. marta 2015. godine o izmjeni Direktive 2001/18/EZ u pogledu mogućnosti država članica da ograniče ili zabrane uzgoj genetski modificiranih organizama na svojoj državnoj teritoriji kojom će se državama članicama na principu supsidijarnosti omogućiti više fleksibilnosti pri odlučivanju da li žele uzgajati GMO na svojoj državnoj teritoriji, a da to ne utiče na procjenu rizika predviđenu u EU za odobravanje GMO-a bilo za vrijeme odobravanja ili nakon njega, tj. omogućit će se pravo odlučivanja u vezi sa uzgojem GMO-a na dijelu ili cijeloj teritoriji država članica, kao i sloboda izbora potrošača, poljoprivrednika te privrednih subjekata i svih drugih učesnika u oblasti uzgoja GMO-a. Države članice Evropske unije koje žele ograničiti ili zabraniti uzgoj GMO-a na dijelu ili na cijeloj teritoriji obavezne su najkasnije do 1. oktobra 2015. o tome obavijestiti Evropsku komisiju i s tim u vezi prilagoditi nacionalni pravni okvir kojim će se propisati izuzeće određenog geografskog područja u toj državi članici Evropske unije.

Svi navedeni propisi stvaraju uslove koje npr. kompanija ili bilo koja naučnoistraživačka institucija mora zadovoljiti prije nego što bude dozvoljen razvoj, upotreba ili unošenje na tržište GMO-a ili prehrambenih proizvoda izvedenih iz GMO-a.

Za razliku od zakonodavstva u SAD-u koje se zasniva na pretpostavci da proces biotehnologije sam po sebi ne nosi jedinstven ili poseban rizik zbog čega hrana proizvedena na ovaj način treba da bude podvrgnuta istim propisima kao i hrana dobivena konvencionalnim načinom uzgoja, u zakonodavstvu Evropske unije smatra se da hrana dobivena od genetski modificiranih biljaka može da nosi novi rizik koji mora biti procijenjen i posebno reguliran. Ovo se odnosi na direktan rizik, kao što je potencijalna alergičnost ili toksičnost, ali i na

indirektni dugoročni efekat na okolinu i potrošače, koji se možda danas ne može predvidjeti (princip predostrožnosti). Isto tako, GMO ili prehrambeni proizvodi dobiveni iz GMO-a (hrana i hrana za životinje koja sadrži ili se sastoji od GMO-a) koji se stavljaju na tržište moraju također zadovoljiti uslove **označavanja i sljedivosti**. Ovi uslovi su propisani u Uredbi (EC) No 1829/2003 i Uredbi (EC) No 1830/2003, a koje se tiču sljedivosti (praćenja) i označavanja hrane i hrane za životinje koja je proizvedena i/ili se sastoji i/ili potiče od GMO-a i izmjene Direktive 2001/18/EC (Trkulja *i sar.*, 2014a).

6.3. Kakva je situacija u BiH u vezi s propisima o GMO-u?

Na osnovu člana IV. 4. a) Ustava BiH, na prijedlog Agencije za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine (u daljnjem tekstu: Agencija), Parlamentarna skupština BiH, na 44. sjednici Predstavničkog doma, održanoj 21. januara 2009, i na 25. sjednici Doma naroda, održanoj 26. februara 2009, usvojila je **Zakon o genetski modificiranim organizmima** (u daljnjem tekstu: Zakon o GMO-u) koji je objavljen u “**Službenom glasniku BiH**”, broj 23/09. Zakon o GMO-u usaglašen je sa svim važeći propisima EU iz ove oblasti, odnosno sa uredbama i direktivama koje su donesene do 2009. godine. Zakonom o GMO-u predviđa se sistem jedinstvene kontrole hrane na prisustvo GMO-a od farme do trpeze. U nastavku je dat kratki pregled pojedinih poglavlja Zakona o GMO-u s naglaskom na njegove praktične aspekte, odnosno sa aspekta podnosioca zahtjeva i potrošača, tj. svih građana BiH.

6.4. Koji su principi uvedeni Zakonom o GMO-u u BiH?

Zakonom o GMO-u u Bosni i Hercegovini uvode se:

- princip za procjenu rizika;
- složenu proceduru *obavezne registracije (odobravanja) GMO* prije ograničene upotrebe, namjernog unošenja u okoliš i stavljanja na tržište;
- zahtjevi da se osigura obilježavanje i sljedivost na svim nivoima stavljanja na tržište odobrenih GMO ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje i/ili potiču od GMO;

- zahtjevi za posttržišni monitoring, uključujući i dugoročne efekte povezane s interakcijom s drugim GMO-ima i okolinom;
- mandatno informiranje javnosti;
- obezbjeđivanje informacija koje dozvoljavaju identifikaciju i detekciju GMO-a da se olakša posttržišna inspekcija i kontrola;
- Ograničeno odobravanje pojedinih GMO-a na maksimalno pet godina s mogućnošću da bude prekinuto u slučaju pojave bilo kakve naučnootemeljene informacije o negativnom efektu odobrenog GMO-a;
- obligatornu saglasnost Vijeća za GMO sastavljenog od eksperata iz te oblasti za izdavanje odobrenja za određeni GMO i
- obavezu konsultacija javnosti o odlukama za odobravanje GMO-a.

6.5. Kako je u Zakonu o GMO-u u BiH regulirano unošenje GMO-a u okoliš?

Na osnovu Zakona o GMO moguće je podnijeti zahtjev za unošenje GMO-a u okoliš radi eksperimentalnih razloga ili zbog stavljanja GMO-a na tržište.

Eksperimentalno unošenje GMO-a u okoliš je u potpunosti regulirano ovim zakonom, a ono može biti dozvoljeno zbog izučavanja, istraživanja, demonstracije ili razvoja novih sorti i hibrida GM biljaka, uz precizne mjere ograničenja koje je neophodno preduzeti da se ograniči kontakt između GMO-a i populacije ili okoliša u cjelini, pri čemu se proučava ponašanje GMO-a u otvorenom okruženju i njegova interakcija s drugim organizmima i okolinom.

Ako su rezultati eksperimentalnog unošenja pozitivni, kompanija može odlučiti podnijeti zahtjev za stavljanje **GMO-a na tržište**, tj. omogućiti ga dostupnim trećim stranama bez naknade ili za naknadu. Ovo je kasniji stadij u razvoju i upotrebi GMO-a koji sadrži npr. transfer GMO-a bez nadoknade između komercijalnih partnera ili marketing GMO-a. Dakle, GMO može biti stavljen na tržište iz razloga *namjernog unošenja u okoliš ili kao proizvod koji će se koristiti neposredno kao hrana i/ili hrana*

za životinje ili za preradu u drugi proizvod. Stavljanje na tržište GMO-a je takođe striktno regulisano ovim Zakonom.

6.6. Kako se procjenjuje rizik uslijed unošenja GMO-a u okoliš?

Postupak procjene rizik uslijed unošenja GMO-a u okoliš obuhvata pojedinačnu analizu svakog GMO-a i njegovog potencijalnog uticaja na okoliš, stabilnost u okolišu i mogući uticaj na dotični ekosistem u koji se GMO uvodi, kao i njegov potencijalni uticaj na biodiverzitet i zdravlje ljudi.

6.7. Koji su razlozi za zabrinutost uslijed unošenja GMO-a u okoliš?

Osnovni razlozi za zabrinutost uslijed unošenja GMO-a u okoliš su:

- a) mogućnost direktnog širenja GMO-a u okolišu;
- b) mogućnost ukrštanja GMO-a sa srodnim vrstama;
- c) mogući negativni učinak GMO-a na neciljane organizme, npr. korisne insekte;
- d) mogućnost dugotrajnog prisustva promijenjenih gena u zemljištu nakon žetve GM usjeva;
- e) potencijalni negativni učinak GMO-a na biološku raznolikost;
- f) nepoznate promjene zbog moguće nestabilnosti genetske modifikacije i
- g) moguća povećana upotreba zaštitnih hemijskih sredstava.

Zbog svega navedenog, sadašnja naučna istraživanja posebno se usredsređuju na potencijalno štetni uticaj unesenih GMO-a u okoliš na korisne insekte ili na bržu pojavu rezistentnih insekata, na potencijalno stvaranje novih biljnih patogena, na prijenos gena za otpornost na totalne herbicide na druge biljke, na pojavu korova rezistentnih na totalne herbicide, na smanjenu primjenu plodoređa u određenim lokalnim situacijama, na potencijalno štetne posljedice određenog GMO na biološku raznolikost i druga slična praktična pitanja.

6.8. *Kako se ispravno označava proizvod koji se sastoji, sadrži ili je proizveden od GMO-a?*

Osim zahtjeva za mogućnost praćenja, Zakon o GMO-u u BiH uvodi obavezu označavanja (deklariranja) proizvoda koji se sastoji, sadrži ili je proizveden od GMO-a. Osnovni cilj uvođenja obaveznog označavanja je informiranje potrošača i korisnika o proizvodu, tako da će potrošači moći zaštititi svoje osnovno pravo na izbor, tj. moći će sami donositi odluku da li žele ili ne žele da kupuju i konzumiraju hranu koja sadrži GMO.

Tako će, prema Zakonu o GMO-u, za proizvode koji sadrže ili se sastoje od odobrenog GMO-a subjekti u poslovanju biti dužni osigurati da:

- a) na zapakovanom proizvodu na oznaci (deklaraciji) da piše: „Ovaj proizvod sadrži komponente genetski modificiranih organizama“ ili „Ovaj proizvod sadrži genetski modificiran (naziv organizma)“;
- b) se na nezapakovanom 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.

Ista pravila u vezi s obavezom praćenja i označavanja (deklariranja) odnose se i na hranu za životinje (uključujući i razne vrste koncentrirane hrane za životinje koja sadrži GM soju), kako bi se farmerima osigurale tačne informacije o sastavu i svojstvima hrane za životinje koju oni koriste za ishranu domaćih životinja.

6.9. *Koji su izuzeci od zahtjeva za označavanje proizvoda koji se sastoje, sadrže ili su proizvedeni od GMO-a?*

Konvencionalni proizvodi, tj. proizvodi koji u sebi ne sadrže genetske modifikacije, mogu biti nenamjerno kontaminirani GMO-om tokom berbe, skladištenja, transporta ili prerade. Ovo se ne odnosi na GMO. Uzimajući to u obzir, Zakonom o GMO-u u BiH postavljeno je ograničenje (prag tolerancije) iznad kojeg konvencionalna hrana za ljude, kao i hrana namijenjena za ishranu stoke mora biti označena kao

proizvod koji se sastoji, sadrži ili je proizveden od GMO-a (Trkulja *i sar.*, 2014a).

Tako, prema Zakonu o GMO-u u BiH, konvencionalni proizvodi koji su „kontaminirani” sa GMO-om (ali isključivo GMO-om koji je prethodno odobren) ne podliježu obaveznom praćenju i označavanju *ako sadrže tragove GMO-a ispod granice od 0,9%*, pod uslovom da je prisustvo tragova tog GMO-a tehnički neizbježno.

6.10. Da li će meso ili mlijeko od životinje koja je hranjena hranom za životinje koja se sastoji, sadrži ili je proizvedena od GMO-a također morati biti označeno kao genetski modificirano?

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

6.11. Da li su pravila za označavanje proizvoda koji se sastoje, sadrže ili su proizvedeni od GMO-a koja propisuje Zakon o GMO-u u BiH u skladu s međunarodnim tržišnim pravilima?

Pravila označavanja (deklariranja) proizvoda koji sadrže ili se sastoje od GMO-a koja su utvrđena Zakonom o GMO-u u BiH u potpunosti su u skladu s propisima EU kojima je uređena ova oblast i uzimaju u obzir obaveze BiH 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 u treće zemlje. 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 (Trkulja *i sar.*, 2014a).

6.12. Da li u BiH postoji standard za praćenje proizvodnje, kontrolu i sistem certificiranja i označavanja proizvoda sa oznakom „bez GMO-a“?

Bosna i Hercegovina uspostavila je standard za praćenje proizvodnje, kontrolu i sistem certificiranja i označavanja proizvoda sa oznakom „bez GMO-a“ (GMO-free). Ovaj standard može se primjenjivati na proizvode na bazi biljaka, prerađevina i proizvode životinjskog porijekla, a izrađen je s ciljem da se potrošačima omogući sloboda izbora hrane i hrane za životinje.

Pravila za proizvodnju bez GMO-a za sve faze u lancu ishrane, kao i za korištenje odgovarajućih termina za potrebe označavanja, prezentiranja i oglašavanja definirana su *Smjernicama za utvrđivanje procesa proizvodnje i označavanja hrane proizvedene bez GMO-a*, dok se kontrola usaglašenosti sa oznakom „bez GMO-a“ provodi u skladu s odredbama *Smjernica za kontrolu proizvodnje bez genetski modificiranih organizama (GMO) zasnovanih na riziku*.

Da bi hrana nosila oznaku “bez GMO-a” ili drugu oznaku koja to implicira, za ishranu, aditive ili pomoćna sredstva u preradi hrane ne mogu se koristiti GMO-i i proizvodi koji se sastoje, sadrže ili su proizvedeni od GMO-a.

Rukovodioci i/ili privredni subjekti koji plasiraju na tržište hranu i/ili hranu za životinje u skladu sa Smjernicama trebaju osigurati odgovarajuće dokaze za praćenje poštivanja pravila definiranih Smjernicama. To podrazumijeva dokumentaciju o pripremi, tretiranju, preradi i miješanju hrane ili hrane za životinje kojom se potvrđuje da su u vezi s tim ispoštovani svi zahtjevi propisani u Smjernicama. Kontrolu i certifikaciju usaglašenosti sa smjernicama mogu provoditi samo certifikacijska tijela koja imaju valjanu akreditaciju u skladu sa standardom ISO 17065.

7.

POGLAVLJE

GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI – *Budući trendovi*

7.1. *Kakvi su budući trendovi u oblasti genetski modificiranih organizama?*

Danas se već ubrzano radi na daljnjem istraživanju i postepenom uvođenju tzv. druge i treće generacije genetski modificiranih biljaka s poboljšanim nutricionističkim kvalitetom i novim tehnološkim i drugim osobinama, kao što su: odgođeno zrenje plodova voćaka, te otpornost na stres, kao i tolerantnost na sušu, salinitet i nisku plodnost zemljišta, što sve zajedno otvara nove prilaze i mogućnosti za savladavanje mnogih dobro poznatih ograničenja tropske poljoprivrede, a sve s ciljem proizvodnje većih količina hrane (Trkulja i sar., 2009, 2014a; Trkulja i Mihić Salapura, 2017). Osim toga, intenzivno se istražuju mogućnosti stvaranja novih transgenih biljaka koje bi davale hranu obogaćenu novim hranljivim sastojcima, pa čak koja bi istovremeno bila i lijek. Prema Trkulji i Rajčeviću (2007), genetički inženjering može imati i potencijal za osiguravanje posebnog kapaciteta tolerantnosti ili rezistentnosti na prouzrokovane bolesti biljaka.

Prema zagovornicima biotehnologije, novi pristup kontroiranju biljnih patogena ima potencijal da spriječi gubitke na usjevima i smanji primjenu pesticida, a može biti i veoma koristan za prouzrokovane bolesti biljnih bolesti koji se teško suzbijaju postojećim metodama.

S obzirom na značajan porast površina pod GM biljkama koji je u svijetu zabilježen u prve 22 godine njihove komercijalizacije od 1996. do 2017. godine, očekuje se daljnji porast površina pod GM biljkama u narednom periodu. Evidentno je da biotehnologija nudi i vrlo značajne prednosti za povećanje efikasnosti proizvodnje biogoriva i u industrijskim i u zemljama

u razvoju te da će ona biti glavni faktor razvoja proizvodnje biogoriva u budućnosti.

Međutim, odanost dobrim praksama uzgoja biljaka, kao što su plodored i upravljanje rezistentnošću na insekte i herbicide za GM biljke će i dalje ostati kritična tačka, kao što je bilo i u toku prve dekade. Također, mora se nastaviti praksa dobrog upravljanja uzgojem GM usjeva, posebno s državama na jugu, koje će biti nosioci razvoja GM usjeva u narednoj dekadi.

Također, u narednom periodu sve se više govori o uvođenju biotehnoloških inovacija u stočarstvu pri čemu se kao glavni ciljevi navode: povećanje mliječnosti i prirasta mesa kod životinja, povećanje broja potomaka po jedinki, beskrajno umnožavanje životinja ciljanih osobina, povećanje rezistentnosti životinja na bolesti, isključivanje nepoželjnih osobina (npr. rogovi), povećanje brzine rasta (primjer lososa), proizvodnja lijekova u mlijeku, bolje iskorištavanje hrane, smanjenje masnoće mesa, lakše aklimatiziranje na uslove uzgoja itd. Ovakvi ciljevi bi se u budućnosti mogli postići korištenjem različitih biotehnoloških metoda, kao što su: vještačko osjemenjavanje, embriotransfer, kloniranje, hibridizacija i genetske modifikacije (Veladžić i sar., 2008; ISAAA, 2012).

Međutim, još uvijek postoje brojna otvorena pitanja u vezi s korištenjem genetski modificiranih životinja, pri čemu se navodi da ono nosi brojne rizike, kao što su: uticaj na dobrobit životinja, rizici u vezi s kloniranjem životinja, upotreba hormona rasta, prelaženje granica vrsta, odgovor prirode na smanjenje raznolikosti, prionska bolest (kravlje ludilo) i dr. (Veladžić i sar., 2008), zbog čega korištenje genetski modificiranih životinja još uvijek nije zaživjelo u praksi.

Imajući u vidu sve navedeno, čini nam se da u narednom periodu, budući da smo svjedoci uzbuđljivih i naizgled neograničenih mogućnosti nauke, moramo više nego ikad učestvovati i u raspravi o etici takvih dramatičnih promjena. Naime, čini nam se da je u vremenu koje dolazi više nego ikad neophodno da nas socijalna i etička pravda vode u ispunjenju zadataka obezbjeđivanja dovoljnih količina hrane i energije, te sigurnosti i zdravstvene bezbjednosti hrane, kao i zaštite okoliša i biodiverziteta, te ukupne dobrobiti cjelokupnog čovječanstva, pri čemu *ne bi smjelo biti monopola na gene*, odnosno pri čemu

najfundamentalnije javno dobro - mora ostati javno dobro (Diouf, 2003).

7.2. Umjesto zaključka

U vremenu ispred nas, kada je poljoprivreda na pragu da dosegne još jednu prekretnicu u historiji, nagovještavajući značajne i uzbudljive mogućnosti pokretanja nove zelene revolucije, čemu danas svjedoče stotine miliona ljudi, čini nam se da je posebno važno da transparentna, precizna i objektivna procjena koristi i rizika u vezi s upotrebom GM tehnologije mora biti dostupna najširoj javnosti. Isto tako, etička odgovornost naučnika mora biti mnogo više izražena, kao i komuniciranje o njihovim pronalascima na način koji može biti razumljiv laicima, pri čemu sami naučnici, kao i razne naučne asocijacije moraju odigrati najveću ulogu u oblasti edukacije cjelokupne javnosti o GM tehnologiji i njenim posljedicama, te da se mora osigurati da se ova tehnologija što *sveobuhvatnije i kvalitetnije kontrolira* (Trkulja i sar., 2005). Za naučnike, ali i za cjelokupnu ljudsku populaciju ovo je veliki izazov koji zahtijeva mnogo opsežnija, transparentnija i angažiranija istraživanja uključujući raspodjelu odlučivanja i profita na do sada potpuno nov način. Ovaj veliki izazov od nas zahtijeva da pratimo, razvijamo i povezujemo predjele znanja i veze gdje se nauka, etika, zdravstvena bezbjednost i sigurnost hrane susreću (Trkulja i sar., 2008).

Na kraju, smatramo da bi bilo korisno podsjetiti se citata iz Konvencije o biološkom diverzitetu i Programa UN-a za okoliš (CBD i UNEP, 2003), u kojem se navodi: "Pošto je biotehnologija tako revolucionarna nauka i razvila je veoma moćnu industriju, ona ima veliki potencijal da preoblikuje svijet oko nas, pri čemu ona već uveliko mijenja poljoprivredu i ono što većina nas konzumira. No, bilo koja veća greška može dovesti do tragičnih i možda trajnih promjena u prirodnom svijetu. Iz ovih razloga *buduće generacije će se sigurno vratiti u naše vrijeme i, ili će nam zahvaliti, ili će nas proklinjati zbog ovog što činimo - ili ne činimo - u vezi s GMO-om i biosigurnosti*".

LITERATURA

- Akiyoshi, D. E., Klee, H., Amasino, R. M., Nester, E. W., Gordon, M. P. (1984): T-DNA of *Agrobacterium tumefaciens* encodes an enzyme of cytokinin biosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 81: 5994–5998.
- Annerberg, R. (2003): The Present Status of the Use of Genetically Modified Crops in the EU - the Current Situation and a Vision for the Future. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 53, Supp. 1: 13–17.
- Anterola, A. M., Lewis, N. G. (2002): Trends in lignin modification: a comprehensive analysis of the effects of genetic manipulations/mutations on lignification and vascular integrity. *Phytochemistry*, 61: 221–294.
- Baertlein, D. A., Lindow, S. E., Panopoulos, N. J., Lee, S. P., Mindrinos, M. N., Chen, T. H. H. (1992): Expression of a bacterial ice nucleation gene in plants. *Plant Physiology*, 100: 1730–1736.
- Ballian, D. (2005): Primjena molekularnih istraživanja u šumarstvu. U: “Uvod u genetičko inženjerstvo i biotehnologiju”, (Urednici) K. Bajrović, A. Jevrić-Čaušević, R. Hadžiselimović. INGEB, Sarajevo, 215–231.
- Ballian, D. (2007): Umjetna otpornost šumskog drveća na temelju transgena. *Naše šume, UŠIT Sarajevo*, 10/11: 16–19.
- Ballian, D. (2008): Genetika sa oplemenjivanjem šumskog drveća – priručnik sa teorijskim osnovama. Šumarski fakultet – INGEB Sarajevo. Univerzitetski udžbenik.
- Ballian, D. (2009): Bioetika i genetičko zagađenje šuma. Inegrativna bioetika i interkulturalnost. *Zbornik radova*: 285–296. Bioetičko društvo u BiH, Sarajevo.
- Ballian, D., Kajba, D. (2011): Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti. Univerzitetski – Sveučilišni udžbenik (str. 299).

- Bishop-Hurley, S. L., Zabkiewicz, J. A., Grace, L., Gardner, R. C., Wagner, A., Walter, C. (2001): Conifer GE: transgenic *Pinus radiata* (D. Don) and *Picea abies* (Karst) plants are resistant to the herbicide Buster. *Plant Cell Reports*, 20: 235–243.
- Bizily, S. P., Rugh, C. L., Meagher, R. B. (2000): Phytodetoxification of hazardous organomercurials by genetically engineered plants. *Nature Biotechnology*, 18: 213–217.
- Boerjan, W. (2005): Biotechnology and the domestication of forest trees. *Current Opinion in Biotechnology*, 16: 159–166.
- Brasileiro, A., Tourneur, C., Leple, J.-C., Combes, V. R., Jouanin, L. (1992): Expression of the mutant *Arabidopsis thaliana* acetolactate synthase gene confers chlorsulfuron resistance to transgenic poplar plants. *Transgenic Research*, 1: 133–141.
- CBD and UNEP (2003): Biosafety and the Environment: An introduction to the Cartagena Protocol on Biosafety. Convention on Biological Diversity and the United Nations Environment Programme. <http://www.biodiv.org/doc/press/presskits/bs/cpbs-unep-cbd-en.pdf>.
- Chang, H.-M., Sarkanen, K. V. (1973): Species variation in lignin: effects of species on the rate of Kraft delignification. *TAPPI Journal*, 56: 132–134.
- Che, D. S., Meagher, R. B., Heaton, A. C. P., Lima, A., Rugh, C. L., Merkle, S. A. (2003): Expression of mercuric ion reductase in eastern cottonwood (*Populus deltoides*) confers mercuric ion reduction and resistance. *Plant Biotechnology Journal*, 1: 311–319.
- Che, D. S., Meagher, R. B., Rugh, C. L., Kim, T., Heaton, A. C. P., Merkle, S. A. (2006): Expression of organomercurial lyase in eastern cottonwood enhances organomercury resistance *in vitro*. *Cellular & Developmental Biology-Plant*, 42: 228–234.

- Chupeau, M. C., Pautot, V., Chupeau, Y. (1994): Recovery of transgenic trees after electroporation of poplar protoplasts. *Transgenic Research*, 3 (1): 13–19.
- Clive, J. (2013): Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) in Briefs.
- Coleman, H. D., Canam, T., Kang, K. Y., Ellis, D. D., Mansfield, S. D. (2007): Overexpression of UDP-glucose pyrophosphorylase in hybrid poplar affects carbon allocation. *Journal of Experimental Botany*, 58: 4257–4268.
- Comai, L., Sen, L. C., Stalker, D. M. (1983): An altered *aroA* gene product confers resistance to the herbicide glyphosate. *Science*, 221: 370–371.
- Confalonieri, M., Alegro, G., Balestrazzi, A., Fogher, C., Delledonne, M. (1998): Regeneration of *Populus nigra* transgenic plants expressing a Kunitz proteinase inhibitor (KTi3) gene. *Molecular Breeding*, 4: 137–145.
- Cushman, J. C., Bohnert, H. J. (2000): Genomic approaches to plant stress tolerance. *Current Opinion in Plant Biology*, 3: 117–124.
- Davis, M. F., Tuskan, G. A., Payne, P., Tschaplinski, T. J., Meilan, R. (2006): Assessment of populus wood chemistry following the introduction of a Bt toxin gene. *Tree Physiology*, 26: 557–564.
- De Kam, M. (1984): *Xanthomonas campestris* pv. *populi*, the causal agent of bark necrosis in poplar. *European Journal of Plant Pathology*, 90: 13–22.
- Delledonne, M., Alegro, G., Belenghi, B., Balestrazzi, A., Picco, F., Levine, A., Zelasco, S., Caligari, P., Confalonieri, M. (2001): Transformation of white poplar (*Populus alba* L.) with a novel *Arabidopsis thaliana* cysteine proteinase inhibitor and analysis of insect pest resistance. *Molecular Breeding*, 7: 35–42.
- Di Baccio, D., Tognetti, R., Sebastiani, L., Vitagliano, C. (2003): Responses of *Populus deltoids* × *Populus nigra* (*Populus* ×

- euramericana*) clone I-214 to high zinc concentrations. *New Phytologist*, 159: 443–452.
- DiCosty, U. R., Whalon, M. E. (1997): Selection of Colorado potato beetle resistant to CryIIIa on transgenic potato plants. *Resistant Pest Management Newsletter*, 9: 33–34.
- Dimitrijević, M., Petrović, S. (2004): Genetički modifikovani organizmi – pitanja i dileme. Zelena mreža Vojvodine, Novi Sad.
- Diouf, J. (2003): Genetically Modified Crops - Why? Why not? *Acta Agriculturae Scandinavica*, 53, Supp. 1: 3–7.
- Donahue, R. A., Davis, T. D., Michler, C. H., Riemenschneider, D. E., Carter, D. R., Marquardt, P. E., Sankhla, N., Sankhla, D., Haissig, B.E., Isebrands, J.G. (1994): Growth, photosynthesis, and herbicide tolerance of genetically modified hybrid poplar. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 2377–2383.
- Edwards, R., Dixon, D. P., Walbot, V. (2000): Plant glutathione S-transferases: enzymes with multiple functions in sickness and in health. *Trends in Plant Science*, 5: 193–198.
- Egziabher, T. B. G. (2001): The inappropriateness of the patent system for life forms and processes. Third World Network.
- El-Khatib, R. T., Hamerlynck, E. P., Galardo, F., Kirby, E. G. (2004): Transgenic poplar characterized by ectopic expression of a pine cytosolic glutamine synthetase gene exhibits enhanced tolerance to water stress. *Tree Physiology*, 24: 729–736.
- EFSA Panel on GMO (2010): Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. *EFSA Journal*, 8 (11): 1879 [111 pp.].
- European Commission (2018): EU Register of authorised GMOs. http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en_new.cfm
- Foyer, C. H., Noctor, G., Lelandais, M., Lescure, J. C., Valadier, M. H., Boutin, J. P., Horton, P. (1994): Short-term effects of nitrate, nitrite and ammonium assimilation on photosynthesis, carbon partitioning and protein-phosphorylation in maize. *Planta*, 192: 211–220.

- FAO/WHO (1996): Biotechnology and food safety. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. FAO Food and Nutrition Paper No. 61. FAO, Rome.
- FAO/WHO (2011): Codex Alimentarius Commission, Procedural Manual (Twentieth edition). Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome.
- Futuyma, D. J. (1998): Evolutionary Biology (3rd ed.). Sinauer Associates, Massachusetts, USA.
- Georges, F., Saleem, M., Cutler, A. J. (1990): Design and cloning of a synthetic gene for the flounder antifreeze protein and its expression in plant cells. *Gene*, 91: 159–165.
- Giorcelli, A., Sparvoli, F., Mattivi, F., Tava, A., Balestrazzi, A., Vrhovsek, U., Caligari, P., Bollini, R., Confalonieri, M. (2004): Expression of the stilbene synthase (StSy) gene from grapevine in transgenic white poplar results in high accumulation of the antioxidant resveratrol glucosides. *Transgenic Research*, 13: 203–214.
- Gould, F. (1998): Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. *Annual Review of Entomology*, 43: 701–726.
- Grace, L. J., Charity, J. A., Gresham, B., Kay, N., Walter, C. (2005): Insect-resistant transgenic *Pinus radiata*. *Plant Cell Reports*, 24: 103–111.
- Gullner, G., Komives, T., Rennenberg, H. (2001): Enhanced tolerance of transgenic poplar plants overexpressing gamma-glutamylcysteine synthetase towards chloroacetanilide herbicides. *Journal of Experimental Botany*, 52: 971–979.
- Haworth, R. H., Spiers, A. G. (1988): Characterisation of bacteria from poplars and willows exhibiting leaf spotting and stem cankering in New Zealand. *Forest Pathology*, 18: 426–436.
- Hu, J. J., Tian, Y. C., Han, Y. F., Li, L., Zhang, B. E. (2001): Field evaluation of insect-resistant transgenic *Populus nigra* trees. *Euphytica*, 121: 123–127.

- Hu, L., Lu, H., Liu, Q., Chen, X., Jiang, X. (2005): Overexpression of mtID gene in transgenic *Populus tomentosa* improves salt tolerance through accumulation of mannitol. *Tree Physiology*, 25: 1273–1281.
- Hu, W.-J., Harding, S. A., Lung, J., Popko, J. L., Ralph, J., Stokke, D. D., Tsai, C.-J., Chiang, V. L. (1999): Repression of lignin biosynthesis promotes cellulose accumulation and growth in transgenic trees. *Nature Biotechnology*, 17: 808–815.
- ISAAA (2012): Pocket K No 40: Biotechnology for the livestock industry. <http://www.isaaa.org/kc>.
- ISAAA (2017a): Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017: Biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Brief No. 53. ISAAA, Ithaca, NY, USA, pp. 1–143.
- ISAAA (2017b): Executive summary: Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Brief No. 53. ISAAA, Ithaca, NY, USA, pp. 1–16.
- James, R. R. (1997): Utilizing a social ethics toward the environment in assessing genetically engineered insect-resistance in trees. *Agriculture Human Values*, 14: 237–249.
- James, R. R., Croft, B. A., Strauss, S. H. (1999): Susceptibility of the cottonwood leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to different strains and transgenic toxins of *Bacillus thuringiensis*. *Environmental Entomology*, 28: 108–109.
- Jelenić, S. (2004a): Biljke oplemenjene genetičkim inženjersvom u komercijalnoj uporabi. Zavod za molekularnu biologiju, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Jelenić, S. (2004b): GMO – Teorija, praksa i procjena rizika. Zavod za molekularnu biologiju, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Jouanin, L., Goujon, T., de Nadai, V., Martin, M.-T., Mila, I., Valet, C., Pollet, B., Yoshinaga, A., Chabbert, B., Petit-

- Conil, M., Lapiere, C. (2000): Lignification in transgenic poplars with extremely reduced caffeic acid O-methyltransferase activity. *Plant Physiology*, 123: 1363–1374.
- Kajba, D., Ballian, D. (2007): Šumarska genetika. Šumarski fakultet Zagreb-Šumarski fakultet Sarajevo. Sveučilišni- Univerzitetski udžbenik (str. 283).
- Kawazu, T. (2004): Development of environmental-stress-tolerant eucalyptus and forest plantations. *Japan TAPPI Journal*, 58: 55–61.
- Lachance, D., Hamel, L.-P., Pelletier, F., Valero, J., Bernier-Cardou, M., Chapman, K., van Frankenhuyzen, K., Seguin, A. (2007): Expression of a *Bacillus thuringiensis* cry1Ab gene in transgenic white spruce and its efficacy against the spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*). *Tree Genetics & Genomes*, 3: 153–167.
- Lee, K. H., Isenhardt, T. M., Schultz, R. C. (2003): Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. *Journal of Soil and Water Conservation*, 58: 1–8.
- Lelieveld, J., Crutzen, P. J. (1990): Influences of cloud photochemical processes on tropospheric ozone. *Nature*, 343: 227–232.
- Luttrell, R. G., Caprio, M. (1996): Implementing resistance management. In: “Proceedings of Beltwide Cotton Production Research Conference (vol. 1), Nashville, Tennessee, USA, 9–12 January 1996, pp. 161–163. National Cotton Council, Memphis, Tennessee, USA.
- Mansfield, S. D., Weineisen, H. (2007): Wood fibre quality and Kraft pulping efficiencies of trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx) clones. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 27: 35–151.
- Maredia, K. M. (1997): Sustaining host plant resistance derived through conventional and biotechnological means. In: “Insect resistant maize: recent advances and utilization”. Mihm, J. A. (ed.). Proceedings of an International Symposium held at the International Maize and Wheat

- Improvement Center (CIMMYT) 27 November–3 December, 1994, pp. 175–179. CIMMYT, Mexico City, Mexico.
- McGaughey, W. H., Gould, F., Gelernter, W. (1998): Bt resistance management. *Nature Biotechnology*, 16: 144–146.
- Meagher, R. B. (2000): Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. *Current Opinions in Plant Biology*, 3: 153–162.
- Meng, L., Li, H. S., Jin, D. M., Cui, D. C., Wang, B. (2004): Transformation of *Populus deltoids* with CH5B gene. *Biotechnology Bulletin*, 3: 48–51.
- Mentag, R., Luckevich, M., Morency, M.-J., Seguin, A. (2003): Bacterial disease resistance of transgenic hybrid poplar expressing the synthetic antimicrobial peptide D4E1. *Tree Physiology*, 23: 405–411.
- Mittler, R., Shulaev, V., Lam, E. (1995): Coordinated activation of programmed cell death and defense mechanisms in transgenic tobacco plants expressing a bacterial proton pump. *Plant Cell*, 7: 29–42.
- Mohamed, R., Meilan, R., Ostry, M. E., Michler, C. S., Strauss, S. H. (2001): Bacterio-opsin gene overexpression fails to elevate fungal disease resistance in transgenic poplar (*Populus*). *Canadian Journal of Forest Research*, 31: 1–8.
- Murata, N., Ishizaki-Nishizawa, O., Higashi, S., Hayashi, H., Tasaka, Y., Nishida, I. (1992): Genetically engineered alteration in the chilling sensitivity of plants. *Nature*, 365: 710–713.
- Nwanze, K. F., Seetharama, N., Sharma, H. C., Stenhouse, J. W. (1995): Biotechnology in pest management: improving resistance in sorghum to insect pests. *African Crop Science Journal*, 3 (2): 209–215.
- OECD (2010): Safety Assessment of Transgenic Organisms: OECD Consensus Documents. Volume 4, 1–335. OECD Publishing.

- Ostojić, N. (1995): Genetsko inženjerstvo – značajna pomoć u rešavanju aktuelnih problema savremene poljoprivrede i u borbi čovečanstva protiv rastuće opasnosti od gladi. *Biljni lekar* 6: 648–650, Novi Sad.
- Park, Y. W., Baba, K., Furuta, Y., Iida, I., Sameshima, K., Arai, M., Hayashi, T. (2004): Enhancement of growth and cellulose accumulation by overexpression of xyloglucanase in poplar. *FEBS Letters*, 564: 183–187.
- Pascual, M. B., Jing, Z. P., Kirby, E. G. Canovas, F. M., Galardo, F. (2008): Response of transgenic poplar overexpressing cytosolic glutamine synthetase to phosphinothricin. *Phytochemistry*, 69 (2): 382–389.
- Pasonen, H. -L., Seppenen, S. -K., Degefu, Y., Rytkenen, A., von Weissenberg, K., Pappinen, A. (2004): Field performance of chitinase transgenic silver birches (*Betula pendula*): resistance to fungal diseases. *Theoretical and Applied Genetics*, 109: 562–570.
- Pilate, G., Guiney, E., Holt, K., Petit-Conil, M., Lapierre, C., Leplé, J. -C., Pollet, B., Mila, I., Webster, E. A., Marstorp, H. G., Hopkins, D. W., Jouanin, L., Boerjan, W., Schuch, W., Cornu, D., Halpin, C. (2002): Field and pulping performances of transgenic trees with altered lignification. *Nature Biotechnology*, 20: 607–612.
- Ray, T. B. (1984): Site of action of chlorsulfuron: inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. *Plant Physiology*, 75: 827–831.
- Rizhsky, L., Mittler, R. (2001): Inducible expression of bacterio-opsin in transgenic tobacco and tomato plants. *Plant Molecular Biology*, 46 (3): 313–323.
- Riemenschneider, D. E., Haissig, B. E. (1991): Producing herbicide-tolerant *Populus* using genetic transformation mediated by *Agrobacterium tumefaciens* C58: a summary of recent research. In: “Woody plant biotechnology”. M. R. Ahuja (ed.), pp. 247–263. Plenum Press, New York, USA.
- Rockwood, D. L., Naidu, C. V., Carter, D. R., Rahmani, M., Spriggs, T. A., Lin, C., Alker, G. R., Isebrands, J. G.,

- Segrest, S. A. (2004): Short-rotation woody crops and phytoremediation: Opportunities for agroforestry? *Agroforest Systems*, 61: 51–63.
- Roush, R. T. (1997): Bt-transgenic crops: just another pretty insecticide or a chance for a new start in resistance management? *Pesticide Science*, 51: 328–334.
- Roush, R. T., Shelton, A. M. (1997): Assessing the odds: The emergence of resistance to Bt transgenic plants. *Nature Biotechnology*, 15: 816–817.
- Sanvido, O., Stark, M., Romeis, J., Bigler, F. (2006): Ecological impacts of genetically modified crops - experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. *Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART*, Zurich.
- Schnoor, J. L., Licht, L. A., McCutcheon, S. C., Wolfe, N. L., Carreira, L. H. (1995): Phytoremediation of contaminated soils and sediments. *Environmental Science Technology*, 29: 318–323.
- Serrano, R., Mulet, J. M., Rios, G., Marquez, J. A., de Larrinoa, I. F., Leube, M. P., Mendizabal, I., Pascual-Ahuir, A., Proft, M., Ros, R., Montesinos, C. (1999): A glimpse of the mechanisms of ion homeostasis during salt stress. *Journal of Experimental Botany*, 50: 1023–1036.
- Stewart, J. J., Kadla, J. F., Mansfield, S. D. (2006): The influence of lignin chemistry and ultrastructure on the pulping efficiency of clonal aspen (*Populus tremuloides* Michx.). *Holzforschung*, 60: 111–122.
- Strand, S. E., Dossett, M., Harris, C., Wang, X. P., Doty, S. L. (2005): Mass balance studies of volatile chlorinated hydrocarbon phytoremediation. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 60: 325–330.
- Tang W., Charles T. M., Newton R. J. (2005): Overexpression of the pepper transcription factor CaPF1 in transgenic Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.) confers multiple stress tolerance and enhances organ growth. *Plant Molecular Biology*, 59: 603–617.

- Tang, W., Tian, Y. (2003): Transgenic loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plants expressing a modified delta-endotoxin gene of *Bacillus thuringiensis* with enhanced resistance to *Dendrolimus punctatus* Walker and *Crypyothelea formosicola* Staud. *Journal of Experimental Botany*, 54: 835–844.
- Tarasjev, A., Stojković, O., Crnobrnja-Isailović, J. (2006): Etički aspekti rada nacionalnog saveta za biološku sigurnost. U: “Bioetika kod nas i u svetu”, Zbornik radova sa naučnog skupa održanog u SANU 20.10.2006. godine, str. 131–140. Društvo genetičara Srbije, Beograd i Srpska akademija nauka i umetnosti.
- Thompson, M. A., Schnepf, H. E., Feitelson, J. S. (1995): Structure, function and engineering of *Bacillus thuringiensis* toxins. In: “Genetic Engineering” Vol. 17. J.K. Setlow (ed.), pp. 99–117. Plenum Press, New York, USA.
- Tournier, V., Grat, S., Marque, C., El Kayal, W., Penchel, R., de Andrade, G., Boudet, A.-M., Teulières, C. (2003): An efficient procedure to stably introduce genes into an economically important pulp tree (*Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*). *Transgenic Research*, 12: 403–411.
- Trkulja, V. (2015): Genetički modificirani organizmi (GMO) – aktuelno stanje i metode detekcije. *Časopis Vještak iz oblasti teorije i prakse vještačenja*, 1 (2): 175–180.
- Trkulja, V., Mihić Salapura Jelena (2017): Genetički modificirani organizmi – aktuelno stanje u svijetu, Evropskoj uniji i BiH. XIV Simpozijum o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, Zbornik rezimea: 45–47, Mostar.
- Trkulja, V., Mihić-Salapura Jelena, (2018): Genetički modificirani organizmi – aktuelno stanje u svijetu, Evropskoj uniji i Bosni i Hercegovini. The Sixth International Academic Conference “Science and Practice of Business Studies” Banja Luka, Collection of Papers, 1: 372–379.
- Trkulja, V., Mihić-Salapura Jelena, Kovačić-Jošić Dragana, Ćurković Bojana, Vuković Bojana, Vasić Jelena, Babić Gordana (2017): Rezultati analiza uzoraka hrane i hrane za

- životinje na prisustvo genetički modificiranih organizama (GMO) tokom 2015. i 2016. godine. The Fifth International Academic Conference “Science and Practice of Business Studies” Banja Luka, Collection of Papers, 1: 442–449.
- Trkulja, V., Radanović, S., Mihić Salapura, J. (2015): Procjena rizika od genetički modificiranih organizama. Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Odeljenje prirodno-matematičkih i tehničkih nauka. Naučni skup: „Genetički modificirani organizmi (GMO) – naučni i etički aspekti, proizvodnja i korišćenje“. Knjiga 26: 185–201.
- Trkulja, V., Rajčević, B. (2007): Korišćenje biotehnologije u zaštiti biljka od prouzročivača bolesti. IV Simpozijum o zaštiti bilja u BiH. Zbornik rezimea: 43–45, Teslić.
- Trkulja, V., Stojčić, J., Radanović, S., Rajčević, B. (2006): Korišćenje biotehnologije u zaštiti bilja: zašto da, zašto ne? III Simpozijum o zaštiti bilja u BiH. Zbornik rezimea: 44–46, Neum.
- Trkulja, V., Stojčić, J., Rajčević, B., Peljto Amela, Ostojić, I. (2009): Genetički modificirane biljke – aktuelno stanje u svijetu i Bosni i Hercegovini. VI Simpozijum o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, Tuzla. Zbornik rezimea: 16–18.
- Trkulja, V., Stojčić, J., Zavišić, Nada (2008): Genetički modificirane biljke: juče, danas, sutra. Genetically modified plants: yesterday, today, tomorrow. II Međunarodni kongres “Ekologija, zdravlje, rad, sport”. Zbornik radova: 347–350, Banja Luka.
- Trkulja, V., Vidović, S., Stojčić, J., Rajčević, B. (2005): Rezultati prvih istraživanja prisustva GMO u hrani biljnog porijekla u Republici Srpskoj. I savetovanje biologa Republike Srpske. Zbornik rezimea: 11–12, Banja Luka.
- Trkulja, V., Bajrović, K., Vidović, S., Ostojić, I., Terzić, R., Ballian, D., Subašić, Đ., Mačkić, S., Radović, R., Čolaković, A. (2014a): Genetički modificirani organizmi (GMO) i biosigurnost. Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja i Agencija za bezbjednost hrane Bosne i Hercegovine.

- Trkulja, V., Bajrović, K., Vidović, S., Ostojić, I., Terzić, R., Ballian, D., Subašić, Đ., Mačkić, S., Radović, R., Čolaković, A. (2014b): Priručnik za uzorkovanje reproduktionog materijala bilja i proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potiču od genetički modifikovanih organizama (GMO). Agencija za bezbjednost hrane Bosne i Hercegovine i Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja.
- UNEP (1995): UNEP International Technical Guidelines for Safety in Biotechnology. Division of Biosafety and Biotechnology United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya.
- Veladžić, M., Čaklović, F., Fejzić, N., Kadrić, M., Smajlović, M. (2008): Genetski modificirani organizmi. Naučna i univerzitetska knjiga, Univerzitet u Sarajevu.
- Von Schwartzenberg, K., Doumas, P., Jouanin, L., Pilate, G. (1994): Enhancement of the endogenous cytokinin concentration in poplar by transformation with *Agrobacterium* T-DNA gene *ipt*. *Tree Physiology*, 14: 27–35.
- Wagner, A., Ralph, J., Akiyama, T., Flint, H., Phillips, L., Torr K., Nanayakkara, B., Te Kiri, L. (2007): Exploring lignification in conifers by silencing hydroxycinnamoyl-CoA: shikimate hydroxycinnamoyltransferase in *Pinus radiata*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104: 11856–11861.
- Waigmann, E., Paoletti, C., Davies, H., Perry, J., Kärenlampi, S., Kuiper, H. (2012). Special issue: Risk assessment of Genetically Modified Organisms (GMOs). *EFSA Journal*, 10 (10): s1008.
- Zhao, S. M., Zu, G. C., Liu, G. Q., Huang, M. R., Xu, J. X., Sun, Y. R. (1999): Introduction of rabbit defensin NP-1 gene into poplar (*P. tomentosa*) by *Agrobacterium* - mediated transformation. *Acta Genetica Sinica*, 26 (6): 711–714.
- Zhu, J. K. (2001): Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6: 66–71.

ANEKS 1

Vijeće za genetski modificirane organizme

Na osnovu čl. 55. i 56. Zakona o GMO-u („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09), Vijeće ministara Bosne i Hercegovine je na prijedlog Agencije, na 99. sjednici održanoj 24. 9. 2009, donijelo **Odluku o imenovanju članova Vijeća za genetski modificirane organizme** (u daljnjem tekstu: Vijeće za GMO), objavljenu u „**Službenom glasniku BiH**“, broj 92/09 od 30.10.2009. Ovom odlukom imenuju se članovi Vijeća za GMO, definiraju zadaci i obaveze Vijeća za GMO, način rada, uslovi za rad, naknade te pravovremeno izvještavanje o godišnjem radu koje se podnosi Agenciji, a koja o tome informira Vijeće ministara BiH. Imenovani članovi Vijeća za GMO su:

- prof. dr. Vojslav Trkulja;
- prof. dr. Rifet Terzić;
- prof. dr. Ivan Ostojić;
- prof. dr. Kasim Bajrović;
- prof. dr. Dalibor Ballian;
- prof. dr. Stojko Vidović;
- prof. dr. Demo Subašić.

Prva konstituirajuća sjednica Vijeća za GMO održana je 22.10.2009. u službenim prostorijama Agencije za sigurnost hrane BiH u Mostaru. Pored izabranih članova Vijeća za GMO, sjednici su prisustvovali i predstavnici Agencije za sigurnost hrane BiH predvođeni doc. dr. Sejadom Mačkićem, direktorom Agencije.

Na kontituirajućoj sjednici usvojen je Poslovnik o radu Vijeća za GMO koji je precizno i detaljno urađen u skladu s Zakonom o GMO-u („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09).

Za predsjednika Vijeća za GMO izabran je prof. dr. Vojslav Trkulja, za prvog zamjenika prof. dr. Rifet Terzić, a za drugog zamjenika prof. dr. Ivan Ostojić.

Svi prisutni na prvoj sjednici Vijeća za GMO saglasili su se da je ovo vrlo bitan dan kada je u pitanju razvoj i unapređenje nauke, sigurnost hrane i niz drugih pitanja koja se otvaraju i koja će tražiti odgovore u čitavoj Bosni i Hercegovini, ujedno vrlo

važan dan za državu Bosnu i Hercegovinu koja teži ka evropskim i svjetskim integracijama.

Mandat navedenim članovima Vijeća za GMO istekao je u oktobru 2013. godine, ali su oni nastavili raditi u tehničkom mandatu do 6. 8. 2015. godine.

Na osnovu čl. 55. i 56. Zakona o GMO-u („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09), Vijeće ministara BiH je, na prijedlog Agencije, na 17. sjednici, održanoj 30.7.2015, donijelo **Odluku o imenovanju članova Vijeća za genetski modificirane organizme**, objavljenoj u „**Službenom glasniku BiH**“, broj **67/15**, od 25. 8. 2015. Ovom odlukom imenovani članovi Vijeća za GMO su:

- prof. dr. Vojislav Trkulja;
- prof. dr. Rifet Terzić;
- prof. dr. Ivan Ostojić;
- prof. dr. Faruk Čaklović;
- prof. dr. Dalibor Ballian;
- prof. dr. Stojko Vidović;
- prof. dr. Ahmed Džubur.

Konstituirajuća sjednica Vijeća za GMO održana je 6. 8. 2015. godine u službenim prostorijama Agencije u Mostaru. Osim izabranih članova Vijeća za GMO, sjednici su prisustvovali i predstavnici Agencije. Za predsjednika Vijeća za GMO izabran je prof. dr. Vojislav Trkulja, za prvog zamjenika prof. dr. Rifet Terzić, a za drugog zamjenika prof. dr. Ivan Ostojić.

Podzakonski akti

Agencija za sigurnost hrane BiH je, u saradnji s Vijećem za genetski modificirane organizme, pripremila set pravilnika koji su prošli svu zakonsku proceduru izrade te ih je donijelo Vijeće ministara BiH. U "Službenom glasniku BiH" objavljeni su sljedeći pravilnici:

- Pravilnik o načinu vođenja jedinstvenog registra genetski modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 17/12);
- Pravilnik o uspostavljanju sistema za razvoj i dodjeljivanje jedinstvenih kodova za genetski modificirane organizme („Službeni glasnik BiH“, broj 68/12);

- Pravilnik o uslovima 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“, br. 78/12 i 62/15);
- Pravilnik o sadržaju prijave i tehničke dokumentacije za stavljanje na tržište, uslova označavanja i pakovanja genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potiču od genetski modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 78/12);
- Pravilnik o sadržaju i obimu procjene rizika za stavljanje na tržište genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potiču od genetski modificiranih organizama i metodologija za izradu procjene rizika („Službeni glasnik BiH“, broj 79/12);
- Pravilnik o uslovima plana praćenja (monitoringa) uticaja genetski modificiranih organizama ili proizvoda koji sadrže i/ili se sastoje ili potiču od genetski modificiranih organizama i njihove upotrebe („Službeni glasnik BiH“, broj 64/14);
- Pravilnik o postupku ocjenjivanja i ovlaštenja laboratorija za ispitivanje, kontrolu i praćenje genetski modificiranih organizama i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potiču od genetski modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH“, broj 73/17).

Navedenim pravilnicima se, uz ostalo, utvrđuje procedura za podnošenje zahtjeva za stavljanje na tržište GM hrane i hrane za životinje te izdavanje rješenja o odobrenju za stavljanje na tržište GM hrane i hrane za životinje uzimajući u obzir mišljenje Vijeća za GMO, sve važeće propise i druge činjenice važne za donošenje rješenja o odobrenju.

Cjelokupni proces izdavanja rješenja o odobrenju za stavljanje na tržište GM hrane i hrane za životinje bit će vođen uz stroge mjere kontrole i transparentnosti, te stalni stručni nadzor Vijeća za GMO.

Protokol o saradnji

Dana 20. 4. 2011. godine potpisan je **Protokol o saradnji za razvoj ovlaštenih ispitnih laboratorija za genetski modificirane organizme u BiH** između Agencije za sigurnost hrane BiH i Italijanskog instituta „Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana“ (IZSLT) iz Rima, u sklopu kojeg se nalazi Referentna laboratorija za GMO.

Prema Protokolu o saradnji, IZSLT će pružiti podršku BiH za uspostavu referentnih laboratorija u BiH i služiti će kao potvrдна laboratorija za analize GMO-a, kada je to potrebno. IZSLT će omogućiti i obuke za donosiocе odluka, obuke za inspektore i za laboratorijsko osoblje, kratkoročnu misiju laboratorijskog stručnjaka iz zemlje članice u laboratoriju za GMO u BiH, podršku u pripremi službenih laboratorija u BiH da učestvuju u usporednim shemama testiranja kao i podršku u izradi nacionalnog plana kontrole za GMO. Protokolom se osigurava da Institut kao referentna laboratorija EU za genetski modificirane organizme služi kao referentna/potvrдна laboratorija za Bosnu i Hercegovinu dok jedna od laboratorija u BiH ne dostigne nivo referentnosti.

Sve dogovorene aktivnosti bit će realizirane putem projekta Svjetske banke ARDP u tri projektna zadatka koja pokrivaju većinu neophodnih obuka za sve učesnike sistema kontrole GMO-a u BiH koji su definirani članom 3. Zakona o GMO-u („Službeni glasnik BiH“, broj 23/09), a također i uključuju i neophodne obuke za stručno osoblje sve četiri ovlaštene ispitne laboratorije u BiH.

Vijeće ministara BiH je na 155. sjednici, održanoj 13. 7. 2011. godine, **razmotrilo i usvojilo Izvještaj Agencije o potpisanom Protokolu o saradnji** za razvoj ovlaštenih ispitnih laboratorija za genetski modificirane organizme i aktivnostima na uspostavi sistema za kontrolu genetski modificiranih organizama u hrani i hrani za životinje u BiH.

ANEKS 2

Ovlaštene ispitne laboratorije za kontrolu GMO-a u BiH

Na osnovu odredbi Pravilnika o postupku ocjenjivanja i ovlašćivanja laboratorija za ispitivanje, kontrolu i praćenje genetski modificiranih organizama i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potiču od genetski modificiranih organizama („Službeni glasnik BiH”, broj 73/17), nadležna entitetska ministarstva poljoprivrede i Odjeljenje za poljoprivredu Brčko Distrikta BiH provode proceduru i izdaju rješenja o ovlašćivanju laboratorija za GMO. Agencija za sigurnost hrane BiH vodi Jedinственu listu ispitnih laboratorija u BiH za ispitivanje, kontrolu i praćenje GMO-a i proizvoda koji se sastoje, sadrže ili potiču od GMO-a koju objavljuje u "Službenom glasniku BiH" i na službenoj web-stranici www.fsa.gov.ba.

Adrese autora

Prof. dr. Vojislav Trkulja

JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka
Knjaza Miloša 17, 78000 Banja Luka
e-mail: vtrkulja@blic.net

Prof. dr. Dalibor Ballian

Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo
e-mail: balliand@bih.net.ba

Prof. dr. Stojko Vidović

Medicinski fakultet Univerziteta u Banja Luci
Save Mrkalja 14, 78000 Banja Luka
e-mail: vstojko@gmail.com

Prof. dr. Rifet Terzić

Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Tuzli
Univerzitetska 4, Tuzla 75000
e-mail: rifet.terzic@untz.ba

Prof. dr. Ivan Ostojić

Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru
Biskupa Čule bb, 88000 Mostar
e-mail: ivano.sjemenarna@gmail.com

Prof. dr. Faruk Čaklovića

Veterinarski fakultet Univerziteta u Sarajevu
Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo
e-mail: faruk.caklovica@vfs.unsa.ba

Prof. dr. Ahmed Džubur

Agromediterranski fakultet, Univerziteta „Džemal Bijedić“, Mostar
Univerzitetski kampus, 88104 Mostar
e-mail: ahmed.dzubur@unmo.ba

Dr. sci. Džemil Hajrić

Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine
Kneza Višeslava bb, 88000 Mostar
e-mail: hajric@fsa.gov.ba

Prof. dr. Goran Perković

Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja
Maršala Tita 9a, Sarajevo 71000
e-mail: goran.perkovic@uzzb.gov.ba

Mr. sci. Dragan Brenjo

Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine
Kneza Višeslava bb, 88000 Mostar
e-mail: brenjo@fsa.gov.ba

Armin Čolaković dr.vet.med.

Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine
Kneza Višeslava bb, 88000 Mostar
e-mail: colakovic@fsa.gov.ba