

## PREGLED PROBLEMATIKE GENETSKI MODIFICIRANIH ORGANIZAMA U EUROPSKOJ UNIJI I REPUBLICI HRVATSKOJ

### SURVEY OF GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS IN THE EUROPEAN UNION AND THE REPUBLIC OF CROATIA

Zorica Jurković, Sanja Miloš, V. Mrša, D. Knežević

Stručni članak  
Primljeno: 24. veljače 2010.

#### SAŽETAK

Prema definiciji *Codex Alimentarius Commission* (CAC 2001), usvojenoj «Kartagenskim protokolom o biološkoj sigurnosti», moderna se biotehnologija definira kao primjena *in vitro* tehnike modifikacija nukleinskih kiselina uključujući i rekombinantnu deoksiribonukleinsku kiselinu (DNA). Primjena moderne biotehnologije u proizvodnji hrane postavlja nove mogućnosti i izazove za zdravlje ljudi kao i za razvoj gospodarstva.

Ključne riječi: *Codex Alimentarius*, biotehnologija, proizvodnja hrane

#### UVOD

Prema definiciji *Codex Alimentarius Commission* (CAC 2001), usvojenoj «Kartagenskim protokolom o biološkoj sigurnosti», moderna se biotehnologija definira kao primjena *in vitro* tehnike modifikacija nukleinskih kiselina uključujući i rekombinantnu deoksiribonukleinsku kiselinu (DNA). U tu kategoriju pripada i izravno uvođenje nukleinske kiseline u stanicu ili organelu, kao i fuzije stanica izvan taksonomske porodice što prelazi prirodne fiziološke ili rekombinantne granice. Ove se tehnike ne koriste u tradicionalnom uzgoju i selekciji.

Primjena moderne biotehnologije u proizvodnji hrane postavlja nove mogućnosti i izazove za zdravlje ljudi kao i za razvoj gospodarstva. Uključivanje primjene tehnika rekombinantne DNA potencijalno pruža mogućnosti povećanja poljoprivredne proizvodnje uz smanjenu primjenu kemijskih sredstava, povećanje uzgojnih prihoda, održivost usjeva, kao i

poboljšanje kvalitativnih, prehrambenih te prerađivačkih karakteristika hrane.

Hrana proizvedena modernom biotehnologijom može se kategorizirati na sljedeći način (WHO):

1. Hrana koja se sastoji ili sadrži žive/viabilne organizme, npr. kukuruz
2. Hrana koja je izvedena ili sadržava sastojke izvedene iz GMO-a, npr. brašno, proteinski dodaci hrani, ulje dobiveno od GM soje
3. Hrana koja sadrži pojedinačne sastojke ili aditive proizvedene od genetski modificiranih mikroorganizama (GMM), npr. boje, vitamini, esencijalne aminokiseline

Zorica Jurković, Sanja Miloš, Dražen Knežević, Hrvatska Agencija za hranu, I. Gundulića 36b, HR-31 000 Osijek; Vladimir Mrša, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, HR-10 000 Zagreb, Hrvatska.

4. Hrana koja sadrži sastojke dobivene pomoću enzima proizvedenih putem GMM-a, npr. visoko fruktozni kukuruzni sirup proizveden od škroba koristeći enzim glukoza-izomeraza (proizvod GMM-a)

Razvoj i primjena tehnike rekombinantne DNA u sedamdesetima i osamdesetima, u to vrijeme korištene prvenstveno kao alat za savladavanje genetičkih ograničenja između vrsta, rezultiralo je 1983. godine prvom uspješno genetski modificiranom biljkom; duhanom u čiji je genom umetnut strani gen, što je rezultiralo fenotipom otpornim na antibiotike. Prva GM hrana pojavila se na tržištu SAD-a 1994. godine. Bila je to poznata rajčica Flavr Savr koja je modificirana u svrhu poboljšanja okusa i produženja mogućnosti čuvanja i svježine.

Moderna biotehnologija koristi molekularne tehnike za modifikaciju ciljanog proizvodnog organizma na dva moguća načina. Posebne tehnike omogućuju isključivanje ili potpuno uklanjanje gena u genomu nekog organizma koji u tom slučaju ne može više sintetizirati neki od svojih proteina. Primjer takve modifikacije upravo je prije spomenuta rajčica u kojoj je genetičkom modifikacijom isključen gen koji kodira enzim poligalakturonidazu koji je u najvećoj mjeri odgovoran za degradaciju opni unutar usplođa rajčice što dovodi do mekšanja ploda. Modificirana rajčica na taj način duže zadržava čvrstoću ploda pa se može kasnije brati odnosno dulje zadržati na stabljici prije branja. Drugi način modifikacije ciljnog organizma sastoji se u uvođenju gena nekog drugog organizma u genom. Takve modifikacije rezultiraju kultivarima koji proizvode protein koji nije prisutan u ishodnom organizmu. Ova vrsta modifikacija je češća u današnjoj proizvodnoj praksi, a primjeri su GM biljke koje su stekle povećanu razinu zaštite putem uvođenja otpornosti na različita oboljenja uzrokovana insektima, bakterijama, virusima ili povećanom tolerancijom na pesticide. Otpornost na kukce postiže se ugrađivanjem gena za proizvodnju toksina iz bakterije *Bacillus thuringiensis* (BT) kao što je slučaj kod Bt kukuruza. Ovaj se toksin koristi u uobičajenoj poljoprivrednoj praksi kao konvencionalni insekticid i proglašen je sigurnim za ljudsku

uporabu. GM usjevi koji neprestano proizvode ovaj toksin manje su zahtjevni obzirom na količinu insekticida. Otpornost na virusne infekcije postiže se uvođenjem gena iz određenih virusa što čini biljku manje podložnom virusnim oboljenjima. Dozvolu za stavljanje na međunarodno tržište za sada imaju kukuruz otporan na herbicide i insekte; soja, uljana repica otporna na herbicide i insekte te herbicidno otporan pamuk (prvenstveno za proizvodnju tekstilnih vlakana ali i za proizvodnju ulja od sjemenki koje se koristi u prehrani). Dodatno, neke su zemlje izdale dopuštenja za korištenje i puštanje u okoliš sorte papaje, krumpira, riže, dinje, šećerne repe i rajčice.

Općenito prednosti koje se postižu pri genetičkim modifikacijama biljaka možemo podijeliti na:

- a) poboljšanje svojstava cijele biljke ili nekog njenog dijela (npr. plod rajčice)
- b) poboljšanje nekog proizvoda od GM biljke (npr. ulje uljane repice s povećanim postotkom polinezasićenih masnih kiselina)
- c) stjecanje otpornosti na bolesti, viruse ili nametnike (npr. Bt kukuruz ili krumpir otporan na zlaticu)
- d) stjecanje otpornosti na pojedine pesticide ili herbicide (npr. glifosat ili glufosinat amonijum u soji kukuruza ili cikoriji)
- e) stjecanje otpornosti na nepovoljne uvjete rasta (rast u sušnim predjelima, na niskim temperaturama ili u tlima bogatim metalnim ionima)

Treba naglasiti da je protivno mišljenju ukorijenjenom u dijelu javnosti, relativno mali broj od ukupno 19 genetički modificiranih biljaka danas prisutan na svjetskom tržištu među kojima se 13 prvenstveno koristi za prehranu ljudi. Pregled komercijalno dostupnih GM biljaka dan je na tablici 1.

U 2004. godini je procijenjeno globalno područje od 81 milijuna hektara pod komercijalnim uzgojem GM biljaka, a uzgaja ih 7 milijuna uzgajivača u 18 razvijenih i zemalja u razvoju. No svega pet zemalja (SAD, Kanada, Kina, Argentina i Brazil) uzgaja više od 95% ukupnih GM usjeva.

**Tablica 1. Komercijalno dostupne genetički modificirane biljke****Table 1. Commercially available genetically modified plants**

Biljka - Plant	Namjena - Use	Svrha genetičke modifikacije - Purpose of genetical modification
Troskot	ukrasna	otpornost na herbicid glifosat
Lucerna	stočna hrana	otpornost na herbicid glifosat
Šećerna repa	stočna hrana prehrana	otpornost na glifosat i fosfinotricin
Uljana repica	stočna hrana prehrana	povećana razina laurinske i miristinske kiseline, otpornost na glifosat, otpornost na glufosinat amonijum, otpornost na oksinil, ioksinil i bromoksinil
Bijela repa	prehrana	otpornost na glufosinat amonijum i glifosat
Karanfil	ukrasna	ljubičasti pigment delphinidin, smanjena sinteza etilena
Cikorija	prehrana	otpornost na herbicid glufosinat amonijum
Dinja	prehrana	odgođeno sazrijevanje redukcijom akumulacije S-adenozil metionina
Bundeve	stočna hrana prehrana	otpornost na virusnu infekciju
Soja	stočna hrana prehrana	otpornost na herbicid fosfinotricin, otpornost na glifosat, povećana koncentracija oleinske kiseline
Kukuruz	stočna hrana prehrana	otpornost na kukce, otpornost na glufosinat, povećana količina lizina,
Lan	stočna hrana tekstil	otpornost na herbicide sulfonil uree
Rajčica	prehrana	odgođeno sazrijevanje redukcijom koncentracije etilena, odgođeno mekšanje redukcijom koncentracije poligalakturonidaze, otpornost na nametnike
Duhan	duhanska industrija	otpornost na herbicid oksinil, smanjena koncentracija nikotina
Riža	prehrana	otpornost na fosfinotricin
Pamuk	stočna hrana tekstil	otpornost na kukce, otpornost na sulfonil ureu, fosfinotricin i glifosat
Papaja	prehrana	otpornost na virusnu infekciju
Krumpir	stočna hrana prehrana	otpornost na krumpirovu zlaticu
Pšenica	stočna hrana prehrana	otpornost na glifosat

**Trendovi razvoja GM biljaka u svijetu (WHO):**

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) redovito prati dostignuća u području genetički modificirane hrane i po mišljenju stručnjaka te organizacije trendovi razvoja tehnologije GMO kretat će se u smjeru razvoja agronomskih obilježja biljaka,

poboljšanja nutritivnih karakteristika, u smjeru razvoja stočarske i ribarske proizvodnje i proizvodnje genetički modificiranih mikroorganizama.

**Agronomska obilježja**

*Otpornost na pesticide i oboljenja* – uvođenje značajki otpornosti na herbicide u širem opsegu

vrsta kukuruza, soje i uljane repice; povećanje vrste herbicida koji se mogu koristiti u kombinaciji s transgeno herbicidno otpornim usjevima kao što je uvođenje tolerancije na bromoksinil, oksinil i sulfonilureu; uvođenje mnoštva novih gena za otpornost biljaka na insekte kao što su nove *Bt* inačice koje sadržavaju različite toksine.

*Otpornost na viruse* - trenutno, u različitim se dijelovima svijeta provode poljski pokusi na slatkom krumpiru (feathery mottle virus), kukuruzu (maize streak virus) i afričkoj manioki (mosaik virus). Očekuje se da će ove biljke biti komercijalizirane za 3-5 godina. Za sada je, zbog složenosti genoma, napredak na pšenici otpornoj na barley yellow dwarf virus još uvijek samo u laboratorijskim pokusima. Očekuje se i vrlo brza komercijalizacija GM krumpira otpornog na nematode.

#### Preinačen sastav i hranjivost

*Riža poboljšana vitaminom A*, «zlatna riža» - prisutna u zemljama u razvoju a trenutno su naponi usmjereni k osiguranju da vitamin A bude što bolje iskorišten u ljudskoj probavi.

*Riža s visokim sadržajem željeza* – služi prevalenciji manjka željeza u dijelovima svijeta gdje je riža osnova prehrane stanovništva. Ovakva je riža transformirana s tri gena koji doprinose povećanoj pohrani željeza u jezgri (protein feritin iz soje, prijenosnik željeza) te poboljšanoj apsorpciji iz probavnog trakta.

*Poboljšan udio proteina* – manioka, banane koje se peku, krumpir

*Uklanjanje alergena i antinutrienata* – primjenom moderne biotehnologije smanjena je količina cijanida u korijenu manioke (važna prehrambena biljka u tropskoj Africi); umetanjem gena invertaze iz kvasca smanjena je prirodna razina glikoalkaloidnog toksina; alergeni proteini iz riže smanjeni su modifikacijom puta biosinteze (za sada nije znanstveno dokazana veća važnost po zdravlje ljudi); u tijeku su istraživanja na smanjenju alergene iz pšenice putem unošenja tioredoksin-biosintetičkog gena u svrhu prekida disulfidnih veza u spornom proteinu ali bez ometanja njegove funkcionalnosti.

*Preinačen profil škroba i masnih kiselina* – u smislu osiguranja zdravije hrane u tijeku su istraživanja na povećanju sadržaja škroba u krumpiru kako bi se tijekom pečenja apsorbiralo što manje masti; na tržištu SAD-a, Australije i Kanade dozvolu za uzgoj te korištenje za hranu ljudi i životinja imaju soja s visokim sadržajem oleinske kiseline te uljana repica sa visokim sadržajem laurinske kiseline, u ranoj su fazi i istraživanja u svrhu poboljšanja nutritivne vrijednosti ovih ulja.

*Povećan sadržaj antioksidanata* – iako su saznanja o djelovanju fitosterola još uvijek nepotpuna u ranoj su fazi istraživanja usmjerena povećanom sadržaju izoflavona likopena i luteina (iz rajčice) u soji.

*Stres uzrokovan okolišem* – vremenski okvir za komercijalizaciju biljaka (papaja, duhan, riža, kukuruz) otpornih na salinitet, sušu, te aluminij (limitirajući čimbenik rasta na kiselim tlima) nije poznat zbog kompleksnosti gena koji sudjeluju u međudjelovanju okoliša i biljke.

#### Stočarska proizvodnja i ribarstvo

*Ribe* – Atlantski losos s genom za hormon rasta iz Chinook lososa vjerojatno će biti prva GM životinja na tržištu hrane (pojačan rast ribe, 3-5 puta brže u odnosu na ne transgene životinje, smanjenje vremena proizvodnje, povećanje raspoloživosti hrane); provode se istraživanja u svrhu poboljšanja otpornosti na bolesti (pomoću „lysozyme cDNA“, antimikrobna svojstva na pojedine patogene riba kao što su *Vibrio*, *Aeromonas*, *Yersinia*); iako je proizvedena stabilna vrsta atlantskog lososa otpornog na niske temperature razina izlučivanja proteina protiv smrzavanja nije bila dostatna za značajniji utjecaj na točku smrzavanja krvi.

*Stočarstvo i peradarstvo* – hrana proizvedena od GM stoke i peradi prilično je daleko od komercijalne uporabe; vrše se istraživanja na svinjama u svrhu poboljšanja kvalitete mesa; istraživači na Novom Zelandu razvili su pomoću biotehnologije kravu koja proizvodi mlijeko s povećanom razinom kazeina; istraživanja na proizvodnji mlijeka sa smanjenom količinom laktoze kako bi ovo mlijeko bilo dostupno i osobama koje ne podnose ovaj ugljikohidrat, u ranoj

su fazi i istraživanja koja uključuju poboljšanja otpornosti na bolesti stoke, povećanja učestalosti janjenja, proizvodnje jaja te poboljšanja konverzije hrane kod tzv. «enviropig» (svinje koje izlučuju manje fosfora te tako smanjuju negativan utjecaj na okoliš).

### Područje mikroorganizama

*Mikroorganizmi kao hrana* – zasada nema komercijalnih proizvoda na tržištu koji sadrže žive GM mikroorganizme no provode se istraživanja na mikroorganizmima preživača u smislu zaštite stoke od otrovnih komponenata hrane za životinje.

*Sastojci hrane, pomoćna sredstva u preradi, dodatci prehrani i veterinarske tvari dobivene iz GM mikroorganizama (GMM)* – GM kvasci, fungi i bakterije, odnosno njihovi enzimi, u komercijalnoj su upotrebi već desetljećima. Primjeri su: alfa-amilaza koja se koristi pri pravljenju kruha, glukoza-izomeraza za proizvodnju fruktoze, cimozin za proizvodnju sira. Glavna im je karakteristika da su mikroorganizmi inaktivirani, razgrađeni ili uklonjeni iz finalnog proizvoda. GMM su također dozvoljeni u velikom broju zemalja za proizvodnju mikronutrienata kao što su vitamini i aminokiseline. Primjer je proizvodnja karotenoida (koji se koriste kao dodaci prehrani, bojila ili aditivi) u GM bakterijskom sustavu. Također se na tržištu pojedinih zemalja duži niz godina mogu pronaći veterinarski proizvodi s goveđim hormonom somatotropinom u svrhu povećanja proizvodnje mlijeka.

### Percepcija javnosti i važnost procjene rizika GMO

Na FAO sastanku na vrhu održanom 1996. godine usvojena je službena definicija sigurnosti hrane prema kojoj: «Sigurnost hrane postoji kada svi ljudi, u svako vrijeme imaju fizički i ekonomski pristup dostatnoj, sigurnoj i nutritivno dovoljnoj količini hrane u suglasju s njihovim prehrambenim potrebama i sklonostima za aktivan i zdrav život.»

Širom svijeta, pa tako i u nas, hrana je dio kulturološkog i sociološkog identiteta pa proizvodnja hrane ima značajno i duboko ukorijenjeno mjesto u

društvenom razvoju zemlje. Stoga, bilo kakva tehnološka modifikacija uključujući i promjene genetske osnove biljaka ili životinja koje se koriste za prehranu vrlo lako može naići na društveno neodobranje.

Usavršavanje u području GM organizama nudi potencijale za povećanje poljoprivredne proizvodnje ili poboljšanje nutritivne vrijednosti te time može direktno utjecati na ljudsko zdravlje i ekonomski razvoj. Pri tome se ne smije zanemariti činjenica da se mnogi geni korišteni u tehnologiji rekombinantne DNA nisu nalazili u lancu hrane prije te stoga uključuju i potencijalni rizik po ljudsko zdravlje direktno, kroz hranu ili indirektno kroz štetan utjecaj na okoliš. Nepovoljan utjecaj može imati i na ekonomske (uključujući i trgovinu), sociološke te etičke čimbenike. Stoga su zemlje Europske unije odavno prepoznale dvostruku važnost biotehnologije i GMO te u svoje nacionalne planove i strategije ugradile mehanizme za administrativnu, zakonodavnu i znanstvenu potporu u svrhu očuvanja biološke sigurnosti i zdravlja ljudi. Pri tome treba naglasiti da se mišljenja i stavovi u pogledu GM problematike značajno razlikuju između SAD i EU. SAD karakterizira potpuno liberalan pristup, koji zakonsko-pravno potpuno izjednačava GM hranu s konvencionalno proizvedenom. S druge strane, EU ima vrlo složenu zakonsku regulativu istraživanja, proizvodnje i tržišta GM proizvoda kako na nadnacionalnoj tako i na nacionalnoj razini zemalja članica. Dok nove vrste konvencionalne hrane obično nisu subjekt procjene sigurnosti prije stavljanja na tržište, procjena GM hrane poduzeta je već u vrijeme prve komercijalizacije. U svrhu osiguranja međunarodne dosljednosti procjene rizika GMO-a, Komisija *Codex Alimentarius* razvila je principe koji pokrivaju područje sigurnosti hrane dok Kartagenski protokol o biosigurnosti (čiji je potpisnik i naša zemlja) obuhvaća područje puštanja GMO-a u okoliš. Mnoge su zemlje pa tako i RH uspostavile karakteristične regulatorne sustave u suglasju sa međunarodnim smjernicama koje zahtijevaju specifičnu, «slučaj po slučaj» procjenu svakog pojedinog GMO-a.

### Principi procjene sigurnosti GM hrane

Pretpostavke principa sigurnosti hrane dobivene biotehnologijom nalažu procjenu izravnih učinaka

umetnutih gena i neželjenih učinaka koji se mogu pojaviti kao posljedica umetanja novih gena. Načela procjene sigurnosti prema *Codex Alimentariusu* zahtijevaju razmatranje:

- a) izravnih učinaka na zdravlje (toksičnost);
- b) sklonosti za izazivanje alergijske reakcije (alergenost);
- c) posebnih komponenti za koje se smatra da imaju nutritivna ili toksična svojstva;
- d) stabilnost unesenih gena;
- e) nutritivni učinak povezan s određenom genetskom modifikacijom;
- f) bilo koji neželjeni učinak koji može biti posljedica unošenja gena

*Codex-ova* načela nemaju obvezujući utjecaj na nacionalne legislative ali upućuju na konkretne odrednice «Sporazuma o primjeni sanitarnih i fito-sanitarnih mjera» Svjetske trgovinske organizacije (WTO, SPS Agreement 1995.) i obično se koriste kao preporuka u trgovinskim sporovima.

Komisija *Codex Alimentarius* 1999. godine u suradnji s FAO/WHO osnovala je i *ad hoc* «Inter-governmental Task Force on Foods Derived from Biotechnology» kako bi se razvili standardi, smjernice i preporuke za provođenje analize rizika koja uključuje tri komponente: procjenu, upravljanje i komunikaciju rizikom. Dva su osnovna dokumenta na razini EU koja reguliraju područje GMO-a: «Principles for the Risk Analysis of Foods Derived from Modern Biotechnology (Principles Document), Guideline for Safety Assessment of Foods Derived from recombinant-DNA Plants (Plant Guideline i Guideline for Safety Assessment of Foods Derived from recombinant-DNA Microbes (CA 2003) kojima se stvorio okvir za provođenje analize rizika sve hrane dobivene pomoću biotehnologije. Pravni okviri za autorizaciju GMO-a su *Council Directive 2001/18/EC* koja obuhvaća načela namjernog puštanja u okoliš, te *Regulation (EC) 1829/2003* Europskog parlamenta i Vijeća koja donosi pravila za procjene sigurnosti GM hrane i hrane za životinje. Neke od glavnih odrednice ove regulative su da hrana ili hrana za životinje ne smije imati negativan učinak na zdravlje ljudi ili životinja te da GM hrana ne smije dovoditi potrošača u zabludu, točnije, navodi

se obaveza označavanja proizvoda koji sadrže razinu slučajne ili tehnički neizbježne kontaminacije veće od 0,9%. Obavezno obilježavanje osigurava informaciju potrošačima i korisnicima te im pruža mogućnost izbora kupnje i korištenja GM hrane. Središnju ulogu procjene rizika i donošenja nezavisnog znanstvenog mišljenja o GMO-u na razini EU ima European Food Safety Agency (EFSA) dok je donošenje odluka u smislu autorizacije, inspekcija i kontrola u nadležnosti Europske komisije te zemalja članica. EFSA savjetuje nacionalna nadležna tijela o svakom zahtjevu za autorizaciju GMO-a i pruža povratne informacije povezane sa znanstvenim činjenicama tijekom procesa procjene rizika. Sva znanstvena mišljenja dostupna su javnosti na njihovim stranicama. Europska komisija prije donošenja konačne odluke o autorizaciji organizira javne konzultacije.

EFSA-in znanstveni odbor (Scientific Panel on GMO) 2006. razvio je dokument o smjernicama koje pokrivaju potpunu procjenu rizika GM biljaka i mikroorganizama te hrane i hrane za životinje dobivene iz njih. Kako je procjena rizika proces koji se sastoji od četiri koraka (identifikacije opasnosti, karakterizacije opasnosti, procjene izloženosti što dovodi do integrativne karakterizacije rizika) pa su smjernice slijedom toga podijeljene u dva logična dijela. (1) identifikacija mogućih razlika između GM i ne-GM organizama i (2) procjena okolišne sigurnosti, sigurnosti hrane i hrane za životinje te nutritivni učinak identificiranih različitosti, ako postoje. Također, točno su navedeni i potrebni podaci te detaljan opis pitanja na koje treba obratiti pažnju pri karakterizaciji rizika. To uključuje molekularnu karakterizaciju genetske modifikacije, procjenu modifikacije s naglaskom na agronomске karakteristike GM biljke, podatke o sastavu, toksičnosti, alergenosti i nutritivnoj vrijednosti. Ključni element okolišne procjene rizika odnosi se na potencijalne promjene i interakciju GM biljaka s biotičkim i abiotičkim čimbenicima prirodnog okruženja. Zakonska je osnova i daljnje praćenje GM hrane i hrane za životinje na tržištu tzv. post-market monitoring ili praćenje GM biljaka u okolišu, što ima za svrhu otkriti bilo kakav potencijalno negativan učinak koji nije bio uočen pri procjeni rizika u svrhu autorizacije.

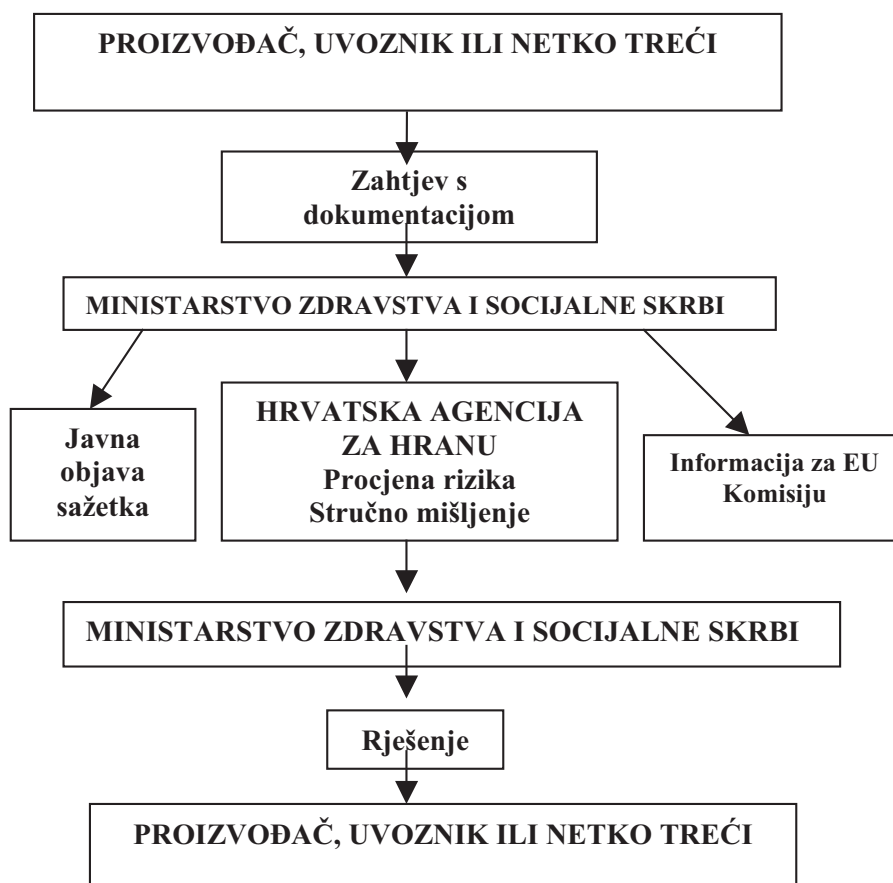
## Stanje u RH

Problematika GMO-a u Hrvatskoj pravno nije bila regulirana sve do 2003. kada se donose dva ključna zakonska akta kojima se uređuje ovo područje. To su «Zakon o zaštiti prirode» (NN, 162/03) koji definira ograničenu upotrebu, odnosno stavljanje GMO-a na tržište, njegov prijevoz, obradu u laboratorijima, sjetvu GM sjemena i sl. te «Zakon o hrani» (NN, 117/03), koji uređuje samu problematiku zdravstvene ispravnosti namirnica, posebne uvjete njihovog stavljanja na tržište, dopuštenja definirana načelom opreza, te obavezno označavanje hrane i hrane za životinje koja je dobivena iz GMO-a ili sadrži GMO. Posebnom uredbom Vlada RH odredila je razinu slučajne ili tehnički neizbježne konta-

minacije namirnice od 0,9% za 15 vrsta GMO-a koji su dopušteni u EU, kao i nultu tolerancija za sjeme odnosno biljno reprodukcijски materijal. Godine 2005. donesen je «Zakon o genetski modificiranim organizmima» (NN, 70/2005) koji je usklađen s odgovarajućom EU legislativom. Pripremljeni su provedbeni propisi koji detaljno uređuju ograničenu uporabu GMO-a u zatvorenom sustavu otvarajući pravnu mogućnost laboratorijskih istraživanja GMO-a u RH, kao i propisi koji uređuju područja namjernog uvođenja GMO-a u okoliš kao i stavljanje na tržište GMO-a i proizvoda koji sadrže i/ili sastoje ili potječu od GMO-a. Put od podnošenja zahtjeva za stavljanje GMO-a na hrvatsko tržište do izdavanja rješenja prikazan je shemom 1.

**Shema 1. Put podnošenja zahtjeva za dobivanje rješenja stavljanja GMO na tržište RH**

**Chart 1. How to submit a request for obtaining a permit for putting the GMO on the market of the Republic of Croatia**



Radi praćenja stanja i razvoja na području rukovanja s GMO-om te pružanja stručne pomoći nadležnim tijelima u provedbi Zakona o GMO, Vlada Republike Hrvatske posebnom je odlukom osnovala Vijeće za GMO koje će pratiti stanje i razvoj na području korištenja genetske tehnologije i uporabe GMO-a, stručno-znanstvena postignuća i davati mišljenja i poticaje u svezi s uporabom genetske tehnologije i uporabom GMO-a i mišljenja u svezi sa socijalnim, etičkim, tehničkim i tehnološkim, znanstvenim i drugim uvjetima korištenja GMO-a. Ovo vijeće će imenovati i odbore za ograničenu uporabu GMO-a i uvođenje GMO-a u okoliš. Osnivanjem Hrvatske agencije za hranu (2005.) uspostavljeno je tijelo koje kontinuirano prati problematiku GMO. To je Znanstveni odbor za novu hranu i hranu za životinje. Ovaj odbor ima sedam članova koji kontinuirano prate sva najvažnija događanja i propise vezane uz GM hranu, uz naglasak na analizu odluka i mišljenja Europske komisije i Europske agencije za sigurnost hrane.

Prema istraživanju (GfK, 2005a) javnost u Hrvatskoj, opća i stručna (mислеći na visokoškolski obrazovane ljude kojih ukupno u prosjeku nema više od 7,5%), slabo je ili nikako informirana o tome što je GM hrana usprkos činjenici da je preko 90% ljudi čulo za GM hranu.

Iako je u svijetu masovna komercijalizacija GM usjeva započela tijekom 90-ih godina prošlog stoljeća, opće je mišljenje da moguće posljedice ovakve proizvodnje nisu dovoljno dobro istražene. U znanstvenim i stručnim krugovima prevladavaju podijeljena mišljenja što prilično zbunjuje širu javnost. U skladu sa svim ovim nedorečenostima su i rezultati istraživanja stanovništva Republike Hrvatske o GM namirnicama (GfK, 2005a): samo 8% ispitanika na spomenutom uzorku izrazilo je spremnost za konzumaciju GM hrane, dok čak 66.8% ne želi takvu hranu konzumirati ni pod kojim uvjetima. Nadalje, 16.4% ispitanika smatra da ne zna, odnosno ne raspolaže s dovoljno informacija da bi se odlučilo, a samo 8.4% ispitanika nije zainteresirano za ovu problematiku. Interesantno je da većina ispitanika koji su *a priori* protiv konzumacije GM hrane, te onih koji smatraju da nemaju dovoljno informacija dolazi iz slabije razvijenih dijelova Hrvatske: Korduna, Like, Slavonije (Leko-Šimić, 2001., Kesići sur., 2001).

## ZAKLJUČAK

Iako su se načela procjene sigurnosti provodila od samog početka komercijalizacije GMO istraživanja, percepcije javnosti upućivala su na veliki skepticizam u pogledu novih tehnologija. Također je uočeno da kritički stavovi nisu nužno povezani s negativnim stavom u smislu korištenja biotehnologije kao takve što dokazuje i činjenica da je javnost imala vrlo pozitivno shvaćanje povezano s korištenjem biotehnologije u modernoj medicini. Jedno od objašnjenja je i da su mnogi nacionalni sustavi sigurnosti hrane imali problema s pravovaljanim obavještavanjem javnosti o ovom kontroverznom području. Kako se na osnovi dosadašnjih spoznaja o GMO-u ne može tvrditi da je nepovjerenje javnosti u potpunosti neopravdano, zemlje članice, a i naša zemlja, zakonski su regulirale obavezno označavanje ovakvih proizvoda. Time se potrošačima daje pravo na informaciju te mogućnost racionalnog izbora između GM i konvencionalnih proizvoda. Da bi to u potpunosti bilo moguće potrebno je osigurati i provesti načelo sljedivosti koje je od 1. siječnja 2005. obavezno na cijelom području EU i to za svu hranu. Načelo omogućava identificiranje izvornog proizvođača i sirovine u bilo kojoj točki lanca hrane („uzvodno praćenje“). Dodatno, prati se i cijeli put od proizvođača do stavljanja na tržište odnosno potrošača („nizvodno praćenje“).

Premda je komparativni pristup međunarodno prepoznat kao temeljni princip procjene rizika, u različitim državama još uvijek postoje razlike u strategijama i početnim mehanizmima za pokretanje procjene. Stoga je nužno daljnje usklađivanje i standardizacija pristupa uz poštivanje specifičnosti pojedinih zemalja u smislu planiranja poljskih pokusa, zahtjeva za podacima uključujući i studije na životinjama te razvoj statističkih metodologija potrebnih za procjenu podataka, itd. Time bi se postiglo veće povjerenje u kvalitetu nadzornog procesa zajedno sa davanjem dopuštenja uz povoljan učinak na međunarodnu trgovinsku razmjenu.

Komunikacija rizikom predstavlja interaktivnu razmjenu informacija i mišljenja kroz proces analize rizika vezanih uz čimbenike i percepciju opasnosti, između svih zainteresiranih strana. Ovo uključuje i objašnjenje glavnih zaključaka procjene rizika koji



služe kao osnova pri donošenju odluka. Dobra komunikacija trebala bi promovirati svjesnost i razumijevanje specifične problematike GMO-a, učinkovitost procesa procjene rizika te transparentnost i dosljednost pri formuliranju opcija i preporuka za menadžere. U proces donošenja odluka svakako bi trebalo uključiti i mišljenje te općeniti stav javnosti, što bi se povoljno odrazilo na povjerenje potrošača u sustav sigurnosti hrane.

## LITERATURA

1. WHO, Food Safety Department (2005): Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study.
2. Paoletti, C., Flamm, E., Yan, W., Meek, S., Renckens, S., Fellous, M., Kuiper, H. (2008): Trends in Food Science & Technology, Volume 19, Supplement 1; GMO risk assessment around the world: Some examples.
3. Schauzu, M.(2000): The concept of substantial equivalence in safety assessment of foods derived from genetically modified organisms, Review Article, *AgBiotechNet 2000, Vol. 2 April, ABN 044*.
4. EFSA: Draft guidance document for the risk assessment of genetically modified microorganisms and their derived products intended for food and feed use Adopted on 5 July 2005.
5. Kuiper, H. A., Noteborn, H. P. J. M., Peijnenburg, A. A. C. M. (1999): Adequacy of methods for testing the safety of genetically modified foods. *The Lancet* 354, 1315-1316.
6. Leko-Šimić, M., Šimić, D., Kovačević, M., Čarapić, H.(2007): Okruženje kao determinanta potražnje za GM hranom, pregledni rad, zbornik radova 42. hrvatskog 12. međunarodnog simpozija agronoma, Opatija, veljača 2007, str. 138-141.
7. Zakon o genetski modificiranim organizmima (NN, 70/2005).
8. Zakon o zaštiti prirode (NN, 162/03).
9. Zakon o hrani (NN, 46/07).

## SUMMARY

According to the definition of the Codex Alimentarius Commission (CAC 2001) adopted by the "Cartagena protocol on biological safety" modern biotechnology is defined as in vitro application of nucleic acids modification technique including recombinant deoxyribonucleic acid (DNA). Application of modern technology in food production poses new possibilities and challenges for the health of people and for economic development as well

Key words: Codex Alimentarius, biotechnology, food production