

Ecological Risk Assessment 10, 121-134.

**Hadžiosmanović, M. (2001):** Ocjena higijenske kakvoće mlijeka. Tečaj: Mastitisi. Hrvatski veterinarski institut, Odjel za mastitise i kakvoću sirovog mlijeka. Zagreb, travanj 2001, str. 13-36.

**Mora A., J. E. Blanco, M. Blanco, M. P. Alonso, G. Dhabi, A. Echeita, E. A. Gonzales, M. I. Bernardez, J. Blanco (2005):** Antimicrobial resistance of Shiga toxin (verotoxin)-producing *Escherichia coli* O157 strains isolated from humans, cattle, sheep and food in Spain. Research in Microbiology. Article in Press.

**Popelka, P., J. Naggy, Pa. Popelka, S. Marcinčák, P. Jevínová, K. Hussein (2003):** A comparison of BSDA and PREMI test sensitivity to penicillin standards in poultry meat and after the administration of Amuril plv. sol. Folia veterinaria 47, 3, 139-141.

**Raccach, M., S. L. Kovac, C. M. Meyer (1985):** Susceptibility of meat lactic acid bacteria to antibiotics. Food Microbiology 2, 271-275.

**Sapunar-Postružnik, J., D. Bažulić (2004):** Dopuštene količine štetnih tvari u namirnicama životinjskog podrijetla u Republici

Hrvatskoj i EU. 3. hrvatski veterinarski kongres, Opatija, 17.-21. studenoga 2004. Zbornik radova, str. 277-282.

\*\*\*Pravilnik o količinama pesticida, toksina, mikotoksina, metala i histamina i sličnih tvari koje se mogu nalaziti u namirnicama te o drugim uvjetima u pogledu zdravstvene ispravnosti namirnica i predmeta opće uporabe, NN RH 46/94, 45/98, 11/01, 39/03.

\*\*\*Pravilnik o načinu obavljanja veterinarsko-sanitarnog pregleda i kontrole životinja prije klanja i proizvoda životinjskog podrijetla, NN RH 53/91.

\*\*\*Pravilnik o mjerama za monitoring određenih tvari i njihovih rezidua u živim životinjama i proizvodima životinjskog podrijetla, NN RH 118/04.

\*\*\*Pravilnik o najvišim dopuštenim količinama ostataka veterinarskih lijekova u hrani, NN RH 29/05.

\*\*\*Pravilnik o toksinima, metaloidima te drugim štetnim tvarima koji se mogu nalaziti u hrani, NN RH 16/05.

\*\*\*Zakon o veterinarstvu, NN RH 70/97, 105/01, 172/03.

\*\*\*Zakon o hrani, NN RH 117/03. ■

# GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI (GMO) U PREHRANI LJUDI

Alagić<sup>1</sup>, D., M. Smajlović<sup>1</sup>, F. Čaklovića<sup>1</sup>

## SAŽETAK

*Autori su u radu prezentirali pregled sadašnje globalne situacije s različitim vidovima primjene genetski modificiranih organizama (GMO). Glavni akcent je dat izvorima i razlozima za široku teoretsku debatu o uključenju GMO-a u lanac prehrane. Glavne sadašnje i buduće prednosti primjene GMO-a u ljudskoj prehrani su također prezentirane. Pored toga, opisane su i osnovne karakteristike principa i smjernica za međunarodnu trgovinu, kontrolu i procjenu rizika GMO-a, naročito hrane bazirane na GMO-ima, kao i neke najznačajnije političke refleksije globalne debate o prihvatljivosti upotrebe GMO-a u prehrani ljudi. Na kraju, pitanje sadašnje međunarodne, regionalne i bosanskohercegovačke legislativne o GMO-ima je ukratko analizirano.*

**Ključne riječi:** genetski modificirana hrana, primjena, procjena rizika, legislativa.

## UVOD

Moderna biotehnologija predstavlja primjenu

molekularno-bioloških tehnika u proizvodnji prvenstveno žitarica i drugih komercijalnih biljnih vrsta, ali i modifikaciju životinjskih vrsta i mikroorganizama. Znanstvena dostignuća u genetici, odnosno genetskom inženjeringu, koja obuhvaćaju tehnike mapiranja, sekvencioniranja i transfera gena, konstruiranje rekombinantnih DNK molekula, kao i tehnike njihove transformacije u biljke i životinje omogućila su proizvodnju transgenih organizama, odnosno tzv. genetski modificiranih organizama (GMO-a ili GM). Inkorporiranje gena odgovornih za rezistenciju na virusna i druga oboljenja biljaka, otpornost na insekte i toleranciju na herbicide u genetski materijal komercijalnih žitarica rezultirale su proizvodnjom GM žitarica i drugih biljaka otpornih na štetočine, virusne i druge uzročnike oboljenja, tolerantnih na herbicide, što je dovelo do povećanja prinosa i direktne ekonomske dobiti. Osim korištenja GM žitarica i drugih

<sup>1</sup> Mr.sc. Davor Alagić, viši asistent; Mr.sc. Muhamed Smajlović, viši asistent, dr.sc. Faruk Čaklovića, redoviti profesor, Zavod za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porijekla, Veterinarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zmaja od Bosne 90, 71000 Sarajevo, BIH

biljnih vrsta za proizvodnju hrane i stočne hrane, što svakako predstavlja do sada najrasprostranjeniju praktičnu primjenu GMO-a, biotehnologija već uveliko nalazi svoju primjenu i u animalnoj proizvodnji i mikrobiologiji u svrhu proizvodnje hrane za ljude i životinje. Ovu sferu biotehnologije karakteriziraju veoma intenzivna istraživanja i eksperimentalna primjena GMO-a.

Pojava i uključenje GMO-a u životnu sredinu, prvenstveno u lanac prehrane, primjena u humanoj medicini, kao i trgovina GM namirnicama rezultirali su debatom globalnih razmjera o opravdanosti primjene ovih proizvoda biotehnologije. Rasprava u pogledu upotrebe GMO-a se diferencira u nekoliko aspekata, prvenstveno potencijalni rizik po ljudsko zdravlje uslijed uključanja GMO-a u lanac ishrane, negativne ekološke posljedice, kao i ekonomsko-političke refleksije ovog problema na međunarodnu trgovinu hranom.

## ASPEKTI PRIMJENE GMO-A

Svakako, najstariju i najobimniju primjenu, proizvodi genetskog inženjeringa su našli na polju poljoprivredne proizvodnje. Inicijalni cilj proizvodnje genetski modificiranih žitarica je bio unapređenje zaštite bilja. GM žitarice, koje se danas plasiraju na tržište, karakterizira otpornost na insekte, postignuta inkorporacijom gena za proizvodnju toksina (insekticida) porijeklom od bakterije *Bacillus thuringiensis* u biljke, a GM biljke koje permanentno proizvode ovaj toksin zahtijevaju upotrebu manjih količina drugih konvencionalnih insekticida; otpornost na viruse postignuta je uvođenjem gena određenih vrsta virusa uzročnika bolesti biljaka, i tolerantnost na herbicide kao rezultat transfera bakterijskih gena odgovornih za otpornost na herbicide, što rezultira smanjenjem potrebne količine herbicida.

Primjena GM biljaka rezultirala je povećanjem prinosa bez uvećanja obradivih površina te globalnim uvećanjem proizvodnje hrane. Svake godine se GM pamuk, soja i kukuruz uzgajaju na preko 100 miliona hektara širom svijeta (James, 2003). Pored toga, genetski inženjering omogućio je proizvodnju mnogih tzv. nutritivno poboljšanih namirnica biljnog porijekla, kao što su sojino ulje s visokim sadržajem oleinske kiseline, kukuruz s povećanim sadržajem

proteina, triptofana i lizina (eng. Quality Protein Maize), riža obogaćena  $\beta$ -karotenom (eng. Golden Rice). Nadalje, intenzivno se radi na proizvodnji i drugih biljnih vrsta s poboljšanim sadržajem makro i mikro nutrijenata: proteina, esencijalnih aminokiselina, mineralnih materija, vitamina, protektivnih sastojaka i fitohemikalija, kao i biljaka modificiranih u smislu eliminacije prirodno prisutnih toksikanata, alergena i anti-nutrijenata (Chassy i sur., 2004., FAO/WHO, 2004).

Genetska modifikacija životinja, koja uključuje ne samo suhozemne, već i vodene životinjske vrste, predstavlja granu genetskog inženjeringa koja danas svakako doživljava najbrži napredak i opsežna istraživanja, s ciljem brojnih zanimljivih i obećavajućih aplikacija. GM životinje mogu biti korištene u različite svrhe (Tabela 1). S druge strane, ovaj vid praktične aplikacije GM organizama izaziva svakako i najžešću polemiku s aspekta sigurnosti hrane i zaštite zdravlja potrošača. Prema dosadašnjim saznanjima, komercijalizacija i prodaja GM životinja još nisu zvanično dozvoljene nigdje u svijetu (Chassy, 2004).

Već duže vrijeme je biotehnologija našla primjenu u sferi mikroorganizama za proizvodnju genetski modificiranih mikroorganizama (GMM-a). Od mnogobrojnih vidova široke primjene GMM-a u oblasti medicine, genetike, farmaceutike, najveću pažnju javnosti svakako plijeni njihova primjena u proizvodnji hrane za ljude i životinje, odnosno njihovo uključenje u lanac prehrane i utjecaj na zdravlje ljudi. Upotreba GMM-a u proizvodnji hrane i stočne hrane uključuje proizvodnju finalnih proizvoda i ingredijenata koji sadrže bilo žive ili inaktivirane GMM-e, kao i produkciju hrane putem fermentacije od strane GMM-a te purificirane derivate od GMM-a kao što su aditivi, enzimi, polisaharidi i sl. (FAO/WHO, 2001b).

## PRETPOSTAVKE NEGATIVNOG UTJECAJA GM HRANE NA ZDRAVLJE POTROŠAČA

Još od devedesetih godina prošlog stoljeća, kada je prva GM hrana (herbicid-rezistentni kukuruz) plasirana na tržište, postoji rastuća zabrinutost o uključanju ovakve hrane u lanac prehrane kako među potrošačima, tako i među političarima, naročito u Europi. Ovaj kompleksni problem uključuje nekoliko

faktora. Rezultati dugotrajnih molekularnih istraživanja postali su opipljiviji i dostupni široj javnosti krajem osamdesetih i početkom devedesetih godina prošlog stoljeća. Sve do tada, potrošači generalno nisu bili svjesni potencijala primjene rezultata ovih istraživanja, naročito u oblasti proizvodnje hrane te interes šire javnosti za proizvodnju GM hrane postaje sve veći, jer je postalo jasno da moderna biotehnologija vodi do stvaranja novih vrsta živih organizama. Istovremeno, povjerenje potrošača u sigurnost hrane, naročito u Europi, znatno je narušena pojavom sve učestalijih afera vezanih za hranu, odnosno pojave različitih rizika po zdravlje potrošača proisteklih iz hrane, kao što su afera dioksina, mikotoksina, antibiotika, bolesti kravljeg ludila i sl. Osim toga, novi prehrambeni proizvodi nisu bili atraktivni potrošačima sa stanovišta direktne personalne koristi (nisu jeftiniji, nemaju duži rok trajanja niti bolja organoleptička svojstva). Kao rezultat spleta svih ovih okolnosti, razvija se široka javna i teoretska debata koja obuhvaća široki spektar aspekata primjene GMO-a u oblasti medicine, farmaceutike, industrije hrane i ekologije.

Najveća pažnja javnosti gotovo je isključivo fokusirana na pretpostavljenu rizičnost hrane porijeklom od GMO-a po zdravlje potrošača. Percepcija zdravstvenog hazarda od uključenja GMO-a u lanac ishrane može se formulirati u tri glavna aspekta (FAO/WHO, 2001a, FAO/WHO, 2001b, FAO/WHO, 2003):

**1. Alergenski potencijal** – rizik od prijenosa postojećeg alergenskog potencijala s konvencionalne hrane na GM namirnicu, ili nastanak istog uslijed rekombinacije gena. Značajno je istaći da se konvencionalno proizvedene namirnice generalno ne testiraju na alergnost, dok su s druge strane, razvijeni detaljni protokoli za ovakva testiranja GM hrane od strane FAO-a i Svjetske Zdravstvene Organizacije (WHO). Prema dosadašnjim zvaničnim izvještajima, niti jedan alergijski efekt nije utvrđen vezano za GM hranu koja se trenutno plasira na tržište;

**2. Transfer gena** – rizik od prijenosa gena sa GM hrane (naročito one porijeklom od GMM-a) na tjelesne ćelije ili mikrofloru gastrointestinalnog trakta konzumenta i posljedičnog razvitka rezistencije na antibiotike. Ovaj rizik bi bio naročito relevantan ukoliko bi se geni odgovorni za antibiotsku rezistenciju

prenosili i inkorporirali u sastav GM organizama;

**3. Izukrštanje (eng. outcrossing)** – rizik od neplanskog i nekontroliranog prijenosa genetskog materijala sa GM biljaka na konvencionalne srodne biljne vrste. Ovaj rizik je realan, s obzirom da su u Sjedinjenim Američkim Državama utvrđeni tragovi kukuruza, čija je upotreba bila isključivo odobrena za ishranu stoke, u kukuruznim prerađevinama namijenjenim za ljudsku ishranu. Iz ovih razloga je nekoliko zemalja usvojilo strategije za redukciju miješanja srodnih žitarica, uključujući i jasnu separaciju agrarnih površina za uzgoj genetski modificiranih i konvencionalnih žitarica (FAO/WHO, 2003).

### PROCJENA ZDRAVSTVENE SIGURNOSTI GM HRANE

U pravnim sistemima većine zemalja, regulativa koja tretira kontrolu, primjenu i plasman na tržište GMO-a i njihovih proizvoda znatno se razlikuje od zakonskog tretmana konvencionalnih vrsta. Za razliku od konvencionalnih vrsta, transgene vrste se ispituju po znatno složenijem pristupu koji uključuje ekološka, poljoprivredna i ispitivanja zdravstvene ispravnosti prije zvaničnog odobravanja njihove komercijalizacije.

Obzirom da konvencionalno proizvedeni prehrambeni proizvodi imaju dugu povijest zdravstveno neškodljive primjene u prehrani, generalno je prihvaćeno da mogu poslužiti kao osnova za usporedbu u procjeni sigurnosti GM hrane. Ovakav pristup kontroli sigurnosti GM proizvoda označava se kao koncept substancijalne jednakosti (eng. substantial equivalence) i zasniva se na ideji da novi GMO-i i njihovi prehrambeni proizvodi trebaju barem biti sigurni kao oni konvencionalni proizvodi koje mogu zamijeniti u ishrani. Ovaj pristup je poslužio kao polazna osnova za model ispitivanja zdravstvene ispravnosti nekog GMO-a ili prehrambenog proizvoda u odnosu na njegov konvencionalni ekvivalent te je razvijen odgovarajući koncept ispitivanja GM proizvoda, tzv. komparativna procjena sigurnosti (eng. Comparative Safety Assessment, CSA) (FAO/WHO, 2003, Kok i Kupier, 2004), koji je podjednako primjenjiv na GM životinje i GM biljke i njihove derivate. CSA pristup je kompleksan i sastoji se od više faza:

**1. Faza inicijalne komparacije** – U ovoj fazi se vrši podrobna komparacija ispitivanog GM proizvo-

da i njemu najpribližnijeg konvencionalnog ekvivalenta u cilju utvrđivanja bilo kojih razlika i odstupanja fenotipskih karakteristika i sastava koje bi mogle imati implikacije na zdravlje potrošača, s akcentom na ključne "sumnjive" supstance kod kojih je, prema postojećim naučnim saznanjima, za očekivati da dođe do promjena.

**2. Evaluacija uočenih razlika** – Druga faza CSA se sastoji od toksikoloških i nutritivnih ispitivanja identificiranih različitosti između GMO-a i njegovog konvencionalnog ekvivalenta, što često iziskuje dodatna testiranja u cilju dobivanja svih relevantnih informacija za finalnu procjenu rizika.

**3. Analiza rizika** – Finalna faza procjene zdravstvene sigurnosti GM proizvoda koja se sastoji iz više koraka:

a) Identifikacija i karakterizacija hazarda koji proističu iz različitosti između GMO-a i njihovih konvencionalnih ekvivalenata uočenih u prethodnim fazama ispitivanja;

b) Procjena unosa hrane u cilju određivanja količine hrane koju jedinka ili populacija može konzumirati, odnosno određivanje ekspozicije potrošača ispitivanom prehrambenom proizvodu;

c) Sveobuhvatna toksikološka i nutritivna evaluacija koja kombiniraju sve postojeće informacije u vezi sa sigurnošću kompleksnog GM proizvoda u cilju identifikacije bilo kojih eventualnih posljedica po zdravlje potrošača koja bi mogla zahtijevati dodatna testiranja;

d) Karakterizacija rizika je finalni korak analize rizika upotrebe GM proizvoda po zdravlje potrošača. Na osnovi rezultata svih prethodnih toksikoloških i nutritivnih analiza GM proizvoda donosi se sveukupni zaključak o sigurnosti, odnosno rizičnosti ispitivanog GM prehrambenog proizvoda. **Da bi ispitivani GM proizvod bio zvanično odobren za upotrebu i plasman na tržište, nivo rizika po zdravlje potrošača koji proizlazi iz njegove konzumacije ne smije biti veći od rizika koji proističe iz konzumacije njegovog konvencionalnog ekvivalenta** (FAO/WHO, 2003).

Kao i u slučaju konvencionalno proizvedenih namirnica, u cilju praćenja GM proizvoda i dobivanja informacija o njegovim različitim dugoročnim ili neočekivanim efektima, nameće se neophodnost postavljanja sistema nadzora i kontrole GM hrane

nakon plasmana na tržište (eng. post-market surveillance). Zbog toga je neophodno osigurati mogućnost praćenja (sljedivost) svakog proizvoda nakon proizvodnje (eng. product tracing system). Osnovne pretpostavke uspostavljanja i funkcioniranja ovakvog sistema su, prije svega, jasno deklariranje svakog prehrambenog proizvoda koji u sebi sadrži ili potiče od GMO-a, kao i pohranjivanje informacije o specifičnom GMO izvoru te osnovne informacije o genetskom materijalu korištenom za proizvodnju GM namirnica, što opet nalaže formiranje obimnih nacionalnih i međunarodnih baza podataka.

## LEGISLATIVA O GM HRANI

Postoje dva osnovna dokumenta kojim se daju smjernice za proizvodnju, kontrolu i promet GM hrane na internacionalnom nivou (FAO/WHO, 2003):

**Codex Alimentarius**, koji predstavlja obimnu zbirku međunarodnih standarda usvojenih od strane Komisije (eng. Codex Alimentarius Commission). Ova zbirka propisuje higijenske i nutritivne generalna načela za sve vrste sirovina, poluproizvoda ili finalnih prehrambenih proizvoda, uključujući i mikrobiološke normative, kao i aditive, rezidue štetnih materija, kontaminanata te normative deklariranja i oglašavanja namirnica, metode uzorkovanja i analize rizika, i

**Cartagena Protocol on Biosafety** – pravno obavezujući međunarodni instrument koji regulira međudržavni promet živih GMO-a sa ciljem zaštite životne sredine. U osnovi, ovaj akt propisuje obavezu da zemlja koja uvozi žive GMO-e potpiše formalni pristanak na uvoz i unošenje GMO-a u svoju životnu sredinu prije samog uvoza, što podrazumijeva osiguranje detaljne dokumentacije o živim GMO-ima koji se uvoze od strane zemlje izvoznice.

Zakonska regulativa proizvodnje i prometa GM hrane se razlikuje u pojedinim državama i državnim zajednicama. Interesantno je, da se generalno, znatno intenzivnija polemika i oštrija politika u pogledu GMO-a javlja na području Europske Unije i ostalih država Europe nego u SAD-u, što se svakako odražava i na zakonske odredbe ovih područja, kao i na ekonomsko-političku debatu između EU i SAD. Prema važećoj legislativi EU (Regulation (EC) No. 1830/2003), svi GMO-i, kao i proizvodi koji u sebi

sadrže GMO-e ili potiču od istih, moraju biti jasno deklarirani te se moraju osigurati svi preduvjeti za njihovo praćenje i kontrolu nakon plasmana na tržište. Prema tome, svi GM proizvodi moraju biti jasno i nedvojbeno deklarirani, a odluka o njihovoj upotrebi i konzumaciji se prepušta potrošaču. S druge strane, na području SAD i Kanade, ne postoji zakonska obaveza deklariranja GM hrane, odnosno ovom problemu se pristupa s aspekta poštivanja principa substancijalne jednakosti – ako je zdravstveni rizik konzumacije neke GM namirnice substancijalno jednak riziku konzumacije odgovarajućeg konvencionalnog ekvivalenta, zašto je onda posebno deklarirati?

Ovako oprečan stav po pitanju GMO-a u ekonomski najrazvijenijim zemljama, svakako rezultira ekonomsko-političkom debatom i taktiziranjem u sferi trgovine, što se u najvećoj mjeri odražava na treće zemlje, a naročito na zemlje koje se pripremaju za priključenje EU. Karakterističan primjer je Republika Hrvatska, koja je, usprkos pritisku SAD-a putem Svjetske Trgovinske Organizacije (WTO), prošle godine donijela nekoliko vrlo restriktivnih zakonskih akata o GMO-ima koji nalažu jasnu deklaraciju GM hrane i stočne hrane (NN 117/2003), regulativu o laboratorijima za kontrolu GMO-a (NN 98/2004), osnivanje državne baze podataka o svojoj GM hrani na domaćem tržištu, kao i vrlo stroge regulative o uključanju GMO-a u okoliš, strogo odvajanje obradivih površina na kojima se uzgajaju GM biljke od površina pod konvencionalnim kulturama i područja ekoturizma i vrlo stroge normative korištenja GM sjemena (NN 46/2002, NN 163/2003).

U Bosni i Hercegovini je na snagu stupio novi Zakon o hrani ("Sl.glasnik BiH" 50/2004), koji između ostalog, predviđa osnivanje državne Agencije za sigurnost hrane u čijoj nadležnosti će biti regulacija prometa GM hrane. Prema odredbama ovog Zakona, uvoz GM hrane će biti moguć ako ga prethodno odobri Agencija za sigurnost hrane na osnovi "suglasnosti nadležnih organa", što predstavlja znatnu nedoumicu oko toga, na osnovi čega će se uvoz nekog GM proizvoda odobriti ili zabraniti, i predviđa li se formiranje referentnog laboratorija za ispitivanje GM proizvoda. Pored toga, prema slovu ovog Zakona, nije propisana obaveza deklariranja GM hrane i sastojaka, što predstavlja osnovni nedostatak ovog

normativnog akta. Ostavljena je mogućnost da se, uslijed nedostatka znanstvenih informacija o mogućim negativnim posljedicama na zdravlje potrošača, može privremeno ili trajno zabraniti uvoz određenog GMO proizvoda.

## ZAKLJUČCI

1. Dobrobit uzgoja GM žitarica i drugih biljnih vrsta se očituje kroz povećanje prinosa i nutritivne vrijednosti proizvoda bez proporcionalnog povećanja obradivih površina i kroz unapređenje otpornosti biljnih kultura, što svakako rezultira većom ekonomskom dobiti i globalnim povećanjem obima proizvodnje hrane.

2. Potencijalne koristi od GM životinja, kao što su unapređenje animalne proizvodnje i kvalitete finalnih proizvoda i pojava novih animalnih proizvoda, mogu biti srednjoročno ili dugoročno realizirane. Druge aplikacije GM životinja koje bi se mogle dugoročno realizirati uključuju korištenje GM životinja kao bioindikatora, za biološku kontrolu i transplantaciju stanica, tkiva i organa u humanoj i veterinarskoj medicini.

3. Iako do sada nisu zabilježeni slučajevi negativnog utjecaja komercijalnih GM prehrambenih proizvoda na zdravlje potrošača, postoji skeptičnost javnosti po pitanju sigurnosti GM hrane po zdravlje potrošača uslijed teoretski mogućih genetskih i imunoloških štetnih posljedica rekombinacije i nestabilnosti genetskog materijala.

4. U cilju rasvjetljenja nedoumica i otklanjanju špekulacija po pitanju sigurnosti GM hrane po zdravlje ljudi te učvršćivanja povjerenja potrošača u ovu vrstu hrane, neophodno je vršiti opsežna znanstvena istraživanja i transparentno prezentirati rezultate te postaviti rigorozne sisteme kontrole i procjene sigurnosti GM hrane isključivo zasnovane na znanstvenim činjenicama i zahtjevima potrošačke populacije.

5. U skladu s općim trendom globalizacije, neophodno je izvršiti harmonizaciju međunarodnih propisa o proizvodnji, prometu i kontroli GMO-a i GM hrane, a naročito u segmentu analize rizika GM hrane po zdravlje potrošača, kao i o ekološkim normativima uključenja živih GMO-a u životnu sredinu.

6. U cilju zaštite zdravlja potrošača i njihovih ekonomskih interesa, svakako je neophodno zakonski

▼ **Tablica 1.** Neki primjeri aplikacije rezultata genetskog inženjeringa na životinjama (FAO/WHO, 2003)

| Primjena                         | Planirana namjena   | Primjer  | Komentar   |
|----------------------------------|---|--|--|
| Unapređenje animalne proizvodnje | Povećanje prinosa ubrzanjem prirasta ili poboljšanjem konverzije hranjiva | Gen za hormon rasta kod atlantskog lososa i šarana   |  |
|                                  | Poboljšanje otpornosti na bolesti   | Laktoferin gen kod šarana, cekropin gen kod soma   |  |
|                                  | Poboljšanje tolerantnosti na uvjete životne sredine (niske temperature)   | Protein protiv smrzavanja kod atlantskog lososa  | Povećanje tolerantnosti nije uspjelo kod atlantskog lososa               |
|                                  | Povećanje probavljivosti biljnih komponenata stočne hrane kod omnivora    | Gen za enzim fitazu kod svinja   | Pristup može biti korišten za adaptaciju riba mesojeda na biljnu ishranu |
| Unapređenje kvalitete proizvoda  | Promjena u nutritivnom profilu proizvoda                                  | Reduciran sadržaj laktoze u mlijeku  |  |
|                                  | Uklanjanje alergena iz namirnica  | Isključenje gena za alergenski protein kod morskih plodova (račića)  |  |
| Stvaranje novih proizvoda        | Farmaceutici za upotrebu u humanoj i veterinarskoj medicini               | Geni za monoklonalna antitijela, lizosome, hormon rasta, inzulin, itd., izraženi u mlijeku ili krvi farmских životinja |  |
|                                  | Industrijski proizvodi (sintetska vlakna)                                 | Vlakna paučine izražena u kozjem mlijeku   |  |
| Zaštita zdravlja ljudi           | Ćelije, tkiva i organi za transplantaciju                                 | Isključenje gena za galaktoza1-transferazu kod svinja  | Može zahtijevati i kloniranje  |
| Zaštita zdravlja životinja       | Preventiva transmisivnih spongiformnih encefalopatija (TSE)               | Isključenje gena za prion protein kod goveda i ovaca   | Preventiva BSE-a i skrepija  |
| Biokontrola bolesti              | Kontrola prijenosa bolesti  | Gen za otpornost na Plasmodium parazite kod Anopheles komaraca   | Eventualna redukcija prijenosa malarije                                  |

nametnuti deklariranje GM hrane u prometu te tako omogućiti slobodnu individualnu odluku potrošača o konzumiranju ove vrste namirnica.

7. Stupanje na snagu Zakona o hrani u BiH te formiranje državne Agencije za sigurnost hrane BiH svakako predstavlja veoma bitan korak naprijed u zaštiti zdravlja bosansko-hercegovačke populacije, kao i tretiranje problema GMO-a u okviru ovog Zakona. Međutim, s obzirom na znatne nejasnoće u pogledu regulacije uvoza GM hrane u našu zemlju, neophodno je dalje raditi na preciziranju ovog

segmenta i otklanjanju svih nejasnoća u cilju efikasnije zaštite zdravlja potrošača.

## SUMMARY GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS (GMOS) IN HUMAN NUTRITION

*In this paper authors presented an overview of current global situation regarding various means of application of genetically modified organisms (GMOs). The major accent was given to sources and reasons for a wide theoretical debate on entrance of GMOs in food chain. Also major*

present and future advantages and assumed disadvantages of application of GMOs in human nutrition were presented. In addition, basic characteristics of principles and guidelines for international trade, control and risk assessment of GMOs, particularly foods derived from GMOs, as well as some major political reflections of global debate on acceptability of use of GMOs for human consumption were described. Finally, current international, regional and Bosnian legislation on GMOs were briefly analyzed.

**Key words:** genetically modified food, application, risk assessment, legislation.

## LITERATURA

**Chassy B.M., J.J. Hlywka, G.A. Kleter, E.J. Kok, H.A. Kupper, M. McGloughlin, I.C. Munro, R.H. Phipps, J.E. Reid (2004):** Nutritional and safety assessments of foods and feeds nutritionally improved through biotechnology. *Comp. Rev. Food Sci. & Food Safety*, 3, 1-70.

**Chassy B.M. (2004):** Insuring the safety of foods derived from nutritionally-enhanced plants and animals. 11<sup>th</sup> AAAP Congress, Kuala Lumpur, Malezija, 19-23, septembar 2004. Zbornik radova (1), 19-23.

**James C. (2003):** Preview: Global status of commercialized transgenic crops: ISAAA Briefs No. 30., 254-265, ISAAA, Ithaca, NY, USA.

**Kok E., H. Kupier (2003):** Comparative safety assessment for biotech crops. *Trends In Biotechnology*, 21, 439-444.

\*\* Zakon o hrani ("Narodne Novine Republike Hrvatske", br. 117/2003)

\*\* Zakon o zaštiti prirode ("Narodne Novine Republike Hrvatske", br. 162/2003)

\*\* Zakon o hrani ("Službeni glasnik BiH", br. 50/2004)

\*\* Nacionalna strategija zaštite okoliša ("Narodne Novine Republike Hrvatske" br. 46/2002)

\*\* Regulation (EC) No. 1830/2003 of the European Parliament and of the Council concerning the traceability and labelling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC. ("Official Journal of the European Union" No. L268/2003)

\*\* Pravilnik o uvjetima koje moraju ispunjavati laboratoriji za ispitivanje, kontrolu i praćenje GMO-a i proizvoda koji sadrže GMO-e ("Narodne Novine Republike Hrvatske" br. 98/2004)

\*\* FAO/WHO (2001a): Evaluation of the allergenicity of genetically modified foods. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology, Geneva, Switzerland, Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations

\*\* FAO/WHO (2001b): Safety assessment of foods derived from genetically modified microorganisms. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology, WHO Headquarters, Geneva, Switzerland, Food and Agriculture Organization of the United Nations

\*\* FAO/WHO (2003): Expert consultation on safety assessment of foods derived from genetically modified animals including fish, Rome, Italy. Report, Food and Agriculture Organization of the United Nations

\*\* FAO/WHO (2004): Nutritional and safety assessments of foods and feeds nutritionally improved through biotechnology: An executive summary – A Task Force report by the International Life Sciences Institute (ILSI). *J. Food Sci.* 69; CHR62-63.

\* Rad je prezentiran na Drugom simpoziju poljoprivrede, veterinarstva i šumarstva, 28 – 30. septembra 2004. godine, Bihać, Bosna i Hercegovina. ■

**Lehner A., T. Tasara, R. Stephan (2005): Relevant aspects of *Arcobacter* spp. as potential foodborne pathogen. *Arcobacter* spp. kao mogući patogen koji se prenosi hranom. *International Journal of Food Microbiology*. 102(2),127-135.**

Bakterije roda *Arcobacter* su Gram-negativni, spiralni mikroorganizmi, pripadnici porodice *Campylobacteriaceae* koji mogu rasti u mikroaerofilnim ili aerobnim uvjetima. Ove bakterije imaju sposobnost rasta na 15°C, što je svojstvo koje ih razlikuje od pripadnika roda *Campylobacter*. Izolacija *Arcobacter* spp. obično se provodi postupkom obogaćenja i traje 4 do 5 dana. Posljednjih godina objavljeno je nekoliko studija koje su uspoređivale protokole za izolaciju *Arcobacter* spp. Nadalje, uvedeni su i testovi bazirani na DNA identifikaciji kako bi se postigla brza i specifična identifikacija *Arcobacter* spp. Neda-

vni dokazi upućuju da su bakterije roda *Arcobacter*, osobito *A. butzleri* povezane sa crijevnim oboljenjima ljudi. Bakterija *A. butzleri* je, također, izolirana i u slučajevima drugih humanih bolesti. Međutim, mehanizmi patogenosti i potencijalni čimbenici virulencije *Arcobacter* spp. malo su poznati. Postoje dokazi da su velike farmske životinje rezervoar ovog mikroorganizma. U zadnjih nekoliko godina veliku pozornost privuklo je prisustvo *Arcobacter* spp. u proizvodima od svježeg mesa, kao i u površinskim i podzemnim vodama. Do danas je evaluirana učinkovitost nekoliko sustava kontrolnih mjera koje se koriste u sprečavanju ili eliminaciji rizika pojave *Arcobacter* spp. u hrani. I dok se uloga *Arcobacter* spp. u nastanku oboljenja ljudi dalje istražuje, savjetuje se oprez te se potiču mjere koje imaju za cilj redukciju ili eradicaciju *Arcobacter* spp. iz prehrambenog lanca.