

GENSKO SPREMENJENI ORGANIZMI V PREHRANI

GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS IN FOOD

Ruža Pandel Mikuš, Mojca Jevšnik

UDK/UDC 613.292:612.392.71.8:575.24

DESKRIPTORJI: organizmi gensko spremenjeni; hrana gensko spremenjena

DESCRIPTORS: organisms genetically modified; food genetically modified

Izvleček – Članek obravnava gensko spremenjene organizme v hrani, ki imajo v prehrani človeka relativno kratko zgodovino. Genski inženiring je gotovo najmočnejše orodje, ki ga je razvil človek za preoblikovanje narave. Zagovorniki gensko spremenjenih živil verjamejo, da bo prinesla pestrejšo, cenejšo in bolj kakovostno hrano, verjamejo v napredek v medicini in farmaciji ter čistejše okoljske tehnologije. Največji optimisti vidijo v njej formulo za odpravo lakote po svetu.

Na drugi strani pa nasprotniki in skeptiki trdijo, da ni nobenega dokaza, da so gensko spremenjena živila dolgoročno povsem varna za uživanje.

Več časa in sredstev bi morali nameniti znanstvenoraziskovalnemu delu. Na ta način bi lažje odgovorili na dvojne: ali je uživanje gensko spremenjenih živil dolgoročno varno za človeka in kako bo gensko spreminjanje rastlin vplivalo na okolje.

Povsod po svetu se vrstijo protesti potrošniških in okoljevarstvenih organizacij. Tudi v Sloveniji postaja tema o gensko spremenjeni hrani predmet strokovnih in političnih razprav. Potrošnik ima nesporno pravico (tudi po zakonu) do izbire in obveščeniosti.

Abstract – The article deals with genetically modified organisms in food which have a rather short history in human diet. Genetic engineering is undoubtedly the strongest weapon developed by man to reshape nature. Advocates of genetically modified food believe this will enable will bring a variegated, cheaper and qualitative diet, believe in progress in medicine and pharmacy and cleaner environment. Greatest optimists see it as a formula to abolish hunger in the world. On the other hand, skeptics maintain that there is no proof that genetically modified food is absolutely safe in the long run.

More time and means should be dedicated to research work which will bring answers to at least two questions: is consumption of genetically modified food safe in the long run and will genetic manipulation of plants influence the environment.

All over the world, protests against genetically modified food are organized. In Slovenia as well, the theme of genetically modified organisms in food is becoming more and more subject of professional and political debates. Consumers have a right (also legal right) to be able to choose and be informed.

Uvod

Znanstveniki lahko danes vzgojijo rastline, kakršnih narava nikoli ni. Te rastline so odporne proti kemičnim snovem, ki uničujejo plevel (herbicidi); lahko vzgojijo rastline, ki proizvajajo kemične snovi, s katerimi lahko ubijajo žuželke (insekticidi), ter rastline, ki ne propadejo še dolgo po žetvi. Te nove oblike gojenih rastlin vzgojijo tako, da vključujejo spremembe v sestavi deoksiribonukleinske kisline (DNK), ki pomeni specifičen zapis vsakega živega bitja. Deli DNK so geni, ki so odgovorni za nastanek določene beljakovine. Zamenjava gena je mogoča prek obroča DNK – plazmida, ki ga najdemo v bakterijah. Plazmidi so naravna oblika prehajanja genov med različnimi organizmi. Če prerežemo obroč ter dodamo vanj del nove DNK-gen – se plazmidna genska informacija spremeni. Plazmid lahko razpremo z encimi. Razcepljena konda plazmida sta lepljiva in ko dodamo nov gen, se ta združi z obema koncema plazmida in obroč DNK je

spet sklenjen. Pri tem nastane rekombinantna DNK (Hawkes, 2001).

O vzgoji gensko spremenjenih živil veliko govorimo. Znanstveniki menijo, da so gensko spremenjene rastline zelo pomembne za prihodnost poljedelstva ter da bodo bolj zdrave ter donosnejše od drugih poljščin. Med potrošniki pa je zaznati nezaupanje in dvom v neoporečnost teh oblik gojenih rastlin, ker niso bile dovolj preizkušene. Vzgoja teh rastlin kvarno vpliva na naravno okolje in življenje v njem, zato so ljudje še bolj nezaupljivi do takih znanstvenih trditev. Veliko ljudi je zaradi vzgoje gensko spremenjenih živil zaskrbljena.

Gensko spremenjeni organizmi

Gensko spremenjeni organizmi (GSO) so med drugimi tudi rastline, ki imajo v svoj dedni material stabilno vgrajen tuj gen. Rastline lahko na ta način spre-

mag. Ruža Pandel Mikuš, prof. soc. ped., Visoka šola za zdravstvo, Ljubljana, Katedra za zdravstveno vzgojo, ruza-pandel@vsz.uni-lj.si

mag. Mojca Jevšnik, dipl. san. inž., Visoka šola za zdravstvo, Ljubljana, Katedra za zdravstvene ekologije in nadzorstva, mojca.jevšnik@vsz.uni-lj.si

minjamo z genskim inženiringom, ki je eno izmed področij rastlinske biotehnologije in kjer z različnimi metodami prenosa ter s pomočjo tehnik rekombinantne DNK vnesemo v rastlino določen zanimiv gen. Bistvo genske tehnologije je poznavanje metod izoliranja genov, njihovega pomnoževanja, usmerjanje delovanja, njihovo vnašanje v rastlino in spremljanje dedovanja teh genov.

Manipulacija genov je konstruiranje novih kombinacij dedne snovi z vstavljanjem molekul nukleinske kisline, ki so na kakršenkoli način izdelane zunaj celice, v katerikoli virus, bakterijski plazmid ali drugačen vektorski sistem na tak način, da to omogoča njegovo inkorporacijo v neki organizem, v katerem jih običajno ni, in nato trajno obnavljanje pri reprodukciji prejemnega organizma (Böhm, 1990).

Metode genske tehnologije so omogočile velik napredek v razumevanju delovanja živih sistemov in v razvoju biotehnoških aplikacij pri izkoriščanju živih organizmov za potrebe človeka. Te metode se pri rastlinah uporabljajo na različnih raziskovalnih področjih. Tako z vnosom genov izboljšamo lastnosti, pomembne za:

- pridelovanje (odpornost na bolezni, škodljivce in stres, toleranca na herbicide),
- skladiščenje (daljša obstojnost, počasnejše zorenje),
- potrošnika (izboljšana hranilna vrednost in aroma),
- pridobivanje zdravilnih substanc in industrijskih olj.

Gensko spremenjene rastline ali transgene rastline so postale del kmetijske pridelave, saj je z njimi zasajenih že več kot 52 milijonov hektarjev polj. Podatki za leto 2001 kažejo, da je največ površin posejanih s sojo, ki je odporna na herbicid, in koruzo, odporno na koruzno veščico. Od celotne svetovne proizvodnje soje na svetu je sedaj gensko spremenjene 46 %, koruze pa 7 %. GSO in proizvodi, narejeni iz njih, se pojavljajo v številnih proizvodih in živilih. Take rastline imajo številne prednosti: zmanjša se uporaba pesticidov, poveča se pridelek, spremeni se sestava nutrientov, kar je pomembno zlasti za predele s pomanjkanjem primerne hrane. Na drugi strani pa se tako kot pri vsaki novi tehnologiji porajajo različna okoljevarstvena in etična vprašanja.

Evropska regulativa določa označevanje živil, ki vsebujejo sestavine iz GSO, vključno z označevanjem hrane, ki vsebuje več kot 1 % gensko spremenjene soje oziroma koruze. Sprejeta je tudi nova direktiva EU (2001), ki opredeljuje zelo natančne in regulirane postopke za vstop GSO v okolje in na tržišče (<http://www.nib.si>).

V Sloveniji nova živila (to so živila ali njihove sestavine, proizvedene s pomočjo modernih biotehnoških postopkov ali pridobljena iz rastlin oziroma od živali, ki se doslej niso uporabljale za prehrano ljudi) in gensko spremenjena živila opredeljuje zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki

prihajajo v stik z živili, (Ur. l. RS, št. 52/2000, Ur. l. RS, št. 42/2002) ter ustrezni pravilniki (Ur. l. RS, št. 105, 5. 12. 2002). določajo označevanje le-teh, kot je zapisano v Evropski regulativi. GSO upoštevata tudi Zakon o krmi (Ur. l. RS, št. 13/2002) in Zakon o semenskem materialu kmetijskih rastlin (Ur. l. RS, št. 58/2002). Krovni zakon na področju GSO je Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi (Ur. l. RS, št. 67/2002).

Razvoj področja genskih transformacij pri rastlinah

Prva genska transformacija pri rastlinah je uspela leta 1983. To je bil vnos bakterijskega gena za odpornost na antibiotik v tobak. Leta 1990 pa so na Kitajskem začeli pridelovati tobak, odporen na viruse. V ZDA so bile leta 1996 v pridelavi že različne sorte transgene koruze, paradižnika, bombaža, krompirja, soje in buč. V tem času je bil v Evropi pridelan le transgeni tobak.

Transformacije, ki so bile do zdaj uspešne, so: odpornost rastlin na viruse, odpornost na insekte, toleranca na herbicide, proizvodnja hibridnega semena, upočasnjeno mehčanje paradižnika, spreminjanje sestave rastlinskih olj in škroba ter spreminjanje okrasnih rastlin. Do zdaj je bilo transformiranih že več kot devetdeset rastlinskih vrst, in sicer med njimi tobak, krompir, paradižnik, bombaž, koruza, soja in oljna ogrščica.

Prva gensko spremenjena gojena rastlina v prodaji je bil paradižnik, ki se je mehčal zelo počasi zaradi zavrtja delovanja encima za mehčanje, ki ga sicer izloča gensko nespremenjen paradižnik. Tak paradižnik je dalj časa trd in tako dalj časa uporaben.

Danes sta najbolj razširjena gensko spremenjeni soja in koruza, nekoliko manj pa oljna ogrščica, krompir in bombaž.

Daleč najpomembnejše gensko spremenjene rastline so tiste, ki so odporne proti herbicidom. Sledijo jim tiste, ki proizvajajo snovi za uničevanje žuželk, nekatere gojene rastline pa imajo obe lastnosti. V manjšem številu so rastline, ki imajo izboljšan okus (Hawkes, 2001).

Pri gojenih rastlinah, odpornih proti herbicidom, kmetovalci lahko uporabljajo škropiva, ki pa rastlin ne uničijo. Pri tem pa odmrejo druge rastline in vsi pleveli kar omogoča večji pridelek. Bakterija *Bacillus thuringiensis* (Bt) živi v prsti in s svojim toksinom uničuje žuželke, medtem ko za ljudi ni nevarna. Če vgradimo gen za Bt toksin v rastlino koruze, ta sama proizvaja toksin, ki uniči žuželko – koruznega zavijača. Polj, kjer rastejo gojene rastline, ki so odporne proti žuželkam, kmetom ni potrebno tako pogosto škropiti (Hawkes, 2001).

Leta 2000 je bilo v štirih državah 99 % vseh svetovnih površin, ki so bile zasajene s transgenimi rastlinami: ZDA (68 %), Kanada (7 %), Argentina (27 %) in Kitajska (1 %).

Dve najpogostejši transgeni rastlini, ki jih pridelujejo v svetu, sta:

- gensko spremenjena soja, ki je v letu 2000 zavzemala 58 % površin, obdelanih s transgenimi rastlinami;
- gensko spremenjena koruza, ki je v letu 2000 zavzemala 23 % površin, obdelanih s transgenimi rastlinami (Kruszewska, 2001).

Najpogosteje so v ti dve rastlini vnesli dve lastnosti:

- odpornost na herbicide: leta 2000 so soja, koruza in bombaž, tolerantni na herbicide, zavzemali 74 % od 44,2 milijonov hektarov;
- odpornost na insekte vnesena z bakterijo *Bacillus thuringiensis* (Bt): leta 2000 so Bt-rastline zavzele 19 % vseh površin, na katerih so gojili transgene rastline.

Prevladujoča transgena rastlina, ki so jo leta 2000 gojili v komercialne namene, je bila soja, odporna na herbicid. Gojili so jo predvsem v ZDA, Argentini in Kanadi. Druga najpomembnejša poljščina pa je bila Bt-koruza, odporna na insekte, ki je zavzemala 15 % svetovnih površin, zasejanih s transgenimi rastlinami in so jo prav tako gojili predvsem v ZDA, Kanadi in Argentini (Kruszewska, 2001).

V Sloveniji uvažamo največ semenske koruze (90 %) iz Avstrije, Hrvaške, Madžarske in Romunije, ostalih 10 % pa iz ZDA in Kanade. V podjetju Pioneer, ki seme prodaja, zatrjujejo, da le-ta niso gensko spremenjena in da so že zavrnilo pošiljko semen, ker je bila onesnaženost z gensko spremenjenimi organizmi (GSO) v prek 1 %. To daje slutiti, da Slovenija uvažata semena, v katerih je prisotnost GSO pod 1 %, kar predstavlja zahteve Evropske zveze za označevanje (Kruszewska, 2001).

Prednosti in slabosti genskega manipuliranja

Genski inženirji upajo, da bodo lahko prišli hitreje do takih rezultatov, s katerimi bo izboljššan prenos kombinacije na genih v rastlinske izdelke. Genskim spremembam pogosto pripisujejo izboljšanje produktivnosti in izdatnosti poljščin, kar naj bi omogočilo pridelavo dovoljšnjih količin hrane za vse ljudi in pomagalo obleči naraščajočo svetovno populacijo. V prihodnosti bodo lahko gensko spremenjene rastline uspevale v revni, suhi ali slani zemlji. Obdelane bodo lahko večje površine, kar bo v veliko pomoč mnogim revnim deželam.

Poleg navdušenja nad uporabo teh metod obstaja tudi veliko strahu in dvomov. Mnogo ljudi je zaskrbljenih zaradi možnih negativnih vplivov gensko spremenjenih rastlin na okolje. Ta vpliv se lahko kaže kot sprememba v ravnotežju ekosistema. Kritiki menijo, da se zaradi gensko spremenjenih rastlin lahko pojavi

sterilno naravno okolje, kjer ne bodo več mogle uspevati divje rastline.

Ogromna polja z eno samo poljščino ogrožajo naravne ekosisteme. Posledice polj z gensko spremenjenimi rastlinami pa bodo imela še hujše. Pelod gensko spremenjenih gojenih rastlin veter raznaša zelo daleč, kjer oprahuje rastline v naravnem okolju ali pa druge gojene rastline. Tako nastajajo nove vrste, kar bega pridelovalce z biokmetij.

Laboratorijske raziskave v ZDA so pokazale, da Bt toksin, ki ubija žuželke, lahko ubije tudi metulje monarhe. Ali bi se to dogajalo tudi v naravnem okolju, ni znano. Zadnje raziskave kažejo, da gensko spremenjene rastline, tako kot številne druge prepuščajo toksine iz korenin v zemljo. To pa lahko vpliva tudi na njeno kakovost (Hawkes, 2001).

Današnjim družbenim zahtevam po varni in kakovostni hrani, pridelani v dovolj velikih količinah in brez negativnih posledic za okolje in zdravje ljudi, je težko zadostiti. To bo možno le z novimi tehnologijami, ki se še razvijajo.

Odzivi javnosti oziroma potrošnikov na GSO

Biotehnologija vzbuja pri ljudeh mešane občutke glede vpliva na zdravje ljudi in na okolje. V primerjavi s kmetijsko medicinsko biotehnologijo javnost bolj sprejema, ker ljudje upajo, da bo prinesla razvoj novih zdravil, čemur so seveda naklonjeni. Za kmetijstvo samo že velja, da je vir onesnaženja in izgub zaradi presežkov pridelave, zato je pridelovanje hrane izgubilo tisto pravo zaupanje pri ljudeh. Potrošnik postaja vedno bolj previden in želi vedeti, kaj je v hrani ter kakšna je njena pridelava. Na splošno je razširjeno mnenje, da je bolj »naraven« produkt bolj varen in tako je genski inženiring še posebej »nenaraven« proces. Kaj je »naravno« in kaj »nenaravno«, pa je stvar dojemanja pojmov, njihovega razumevanja in sprejemanja.

Med potrošniki prevladuje mišljenje, da bi morali ovrednotiti tveganje uporabe gensko spremenjenih organizmov na zdravje človeka in negativne vplive na okolje. Prav tako javnost ni zadovoljna z dostopnimi informacijami, saj so dokumenti, dostopni v javnosti za nekoga brez naravoslovne izobrazbe popolnoma nerazumljivi. Poudarek je torej na informiranosti oziroma obveščeni. Tisti, ki so odgovorni za informiranje, bi se morali naučiti osnov biotehnologije in tega, kako te informacije sporočiti ljudem na razumljiv način.

Če se osredičimo na same objave v različnih medijih, ugotovimo, da so mnenja kritikov zelo različna, od pozitivnih do negativnih. Na vprašanje, kdo bi jedel gensko spremenjeno hrano, je v Nemčiji v letu 1993 pritrdilno odgovorilo 58 % vzhodnih Nemcev, pri zahodnih Nemcih pa je bil pritrdilni odgovor le 35 %. Nemci na zahodu so bili tega leta že obveščeni o nevarnostih in posledicah take hrane prek stranke Zelenih, ki je v letu 1993 zahtevala oznake »brez genske

tehnike«, da bi uporabnik lahko ločil med gensko pridelano in običajno hrano.

Toda že v letu 1996 so v Nemčiji začeli drugače gledati na razvoj genskega inženiringa. Nemški minister za kmetijstvo je naznanil, da podpira vse biotehnološke raziskave rastlin, pri čemer je tudi priznal, da so potrošniki trenutno manj pripravljeni sprejeti gensko spremenjeno hrano kot biotehnološko pridelana zdravila. Menil je, da bi dobra informiranost ljudi in jasno označevanje takih izdelkov pomagala pomiriti potrošnikove dvome in strahove. Taki pogledi na gensko manipuliranje so verjetno naredili dober vtis na potrošnike in javno mnenje. Javnost je to leto dobro sprejela transfer dela gena iz krompirja v riž za povečanje odpornosti riža proti škodljivcem (Gspan, 1998).

V začetku leta 1996 so se začele bitke za patent, ki so zajele vsa večja društva za zaščito novih produktov, predvsem družbo Monsanto. Tega leta so začeli v ZDA vzgajati transgeni češnjev paradižnik, kar je omogočilo kasnejše pobiranje paradižnikov in ob tem zmanjšane stroške dela. Največ sprememb so to leto povzročili geni za odpornost na plevel, insekte in patogene mikroorganizme, ki so bili predstavljeni javnosti jasno in dovolj uspešno. Potrošnik se je ob tem začel zavedati, da nekatere genske spremembe lahko izboljšajo kakovost ter splošno privlačnost sadja in zelenjave.

Velik vpliv na odziv javnosti je zagotovo imel predsednik Bill Clinton, ko je avgusta 1996 podpisal zakonodajo, ki je obljubila popolno spremembo načina reguliranja pesticidov. Ta zakonodaja v obliki Zakona o zaščiti kakovosti hrane je povečala novo kmetijsko biotehnološko industrijo biopesticidov in tako nadomestila kemične pesticide. S tem so zagotovili manjše tveganje potrošnikov hrane za kontaminacijo s pesticidi.

Velika družba Monsanto je v Evropi odprla svojo podružnico za proizvodnjo gensko spremenjene soje. Temu dogodku so nasprotovali številni protestniki v Nemčiji, Švici, Avstriji in Italiji. Ob tem so tudi zahtevali ločevanje gensko spremenjene hrane od nespremenjene in označitev teh proizvodov (Robinson, 1997).

Avtorja Mellon in Rissler (1996) sta predlagala ustanovitev raziskovalne agencije za zaščito okolja, ki bi zmanjšala tveganje uporabe transgenih rastlin. Nedoločnost procesov, kot sta genetsko dedovanje in razvoj odpornosti v rastlinah, je povzročala veliko odpora do biotehnologije, ki so ga na primer izražali pripadniki organizacije Greenpeace in kritik Jeremy Rifkin, ki so zasejali strah in dvom med evropske potrošnike. Rifkin je celo zahteval posebno označevanje in testiranje vseh gensko spremenjenih živil pred prodajo v trgovini (Robinson, prav tam).

Kritike genskega manipuliranja so bile v naslednjem letu (1997) bistveno manjše. Transgene rastline so bile prikazane kot nujen pristop do nadzora nad

škodljivci, ki predstavlja največji vzrok za škodo med komercialno pomembnimi kmetijskimi pridelki. Ugotovili so, da je bolj koristno in manj nevarno uporabiti genski inženiring kot pa kemične pesticide.

Prehrambena industrija je tudi spoznala, da je bistvenega pomena za potrošnika ohranitev določene stopnje izbire živil.

Kot vidimo, je prvotna skrb za večino potrošnikov varnost novih pridelkov. Gensko spremenjena soja, ki je glede varnosti in prehranske vrednosti povsem enakovredna naravni soji, je doživela zelo dober sprejem pri potrošnikih. V letu 1997 je bil pomemben enotedenski protest z imenom »Univerzalni dnevi proti biotehnologiji«, ki je bil odmeven tudi v Evropi. Vseboval je sporočila o nevarnosti substanc v transgenih rastlinah in o negativnem vplivu teh pridelkov na okolje. Ob tem so v Evropi predlagali kmetom uporabo ločenega skladiščenja, kulture, prevoza in delovne opreme pri novih ter pri konvencionalnih pridelkih. Od 1. novembra 1997 morajo biti vsi proizvodi, ki so vsebovali gensko modificirano sojo ali koruzo, posebej označeni.

Taka zahteva zagotovo pomeni izboljššan odnos potrošnikov do novih pridelkov. To so izboljšali tudi tisoči testov za hrano in njene sestavine.

Največ težav okrog nezaupanja številnih potrošnikov je v Evropi povzročala slaba informiranost in panika ob pojavu »bolezni norih krav«, zato so potrošniki in trgovci želeli oddelitev transgenih pridelkov od netransgenih. Potrošnik mora imeti zagotovljeno informiranost o izvoru, vsebnosti, proizvodnih postopkih in varnosti živil, ki jih uporablja.

V letu 1998 so se pojavila nova vprašanja o ločitvi med biotehnologijo in organskim delovanjem. Tehnologija rekombinantne DNA naj bi prispevala k organskemu kmetovanju. V Franciji so skupine podeželskih poljedelcev protestirale proti transgeni koruzi, ker so se zavedali nevarnosti nekonkurenčnosti ob uporabi take tehnologije. Tudi Greenpeace je mnenja, da je uvedba takih tehnologij katastrofa za pridelovalce hrane.

Kljub temu pa se že kažejo prednosti genskega spreminjanja rastlin, saj veliko takih pridelkov ni potrebno škropiti z insekticidi in selektivnimi herbicidi. Mnogi so mnenja, da daje gensko manipuliranje enako tveganje kot križanje rastlin oziroma še manjše, saj je pri njem manj neznank. Razen tega je napačno razmišljanje, da nam bo konvencionalno križanje vedno dajalo proizvode, ki bodo brez nevarnosti za uporabnike (Kruszewska, 2001).

Animalna biotehnologija v proizvodnji hrane

Človekovo prizadevanje, da bi prilagodil živali svojim željam in potrebam ter bolj ali manj načrtno spreminjanje njihovega genotipa, je staro toliko kot reja domačih živali. Večji del sprememb je človek dosegel

s selekcijo, posebej ob uporabi statističnih metod v zadnjih desetletjih. V moderni živinoreji pa se danes vse bolj uveljavlja tako imenovani molekularni pristop. Biotehnologija, ki v tej zvezi pogosto pomeni kar uporabo tehnologije rekombinantne DNA, posega predvsem na tri pomembna področja v živinoreji:

- razvoj učinkovitih metod za analizo genoma in uporaba le-teh v selekcijske namene;
- aktivno poseganje v genom živali z vnosom novih genov;
- uporaba gensko tehnično proizvedenih biološko aktivnih snovi (hormoni).

Prva metoda za človeka ni sporna. Pri ostalih dveh pa imamo več pomislekov, zato je potrošnik do njih zadržan. Potrebno bo poiskati kompromis med dobičkom in etično sprejemljivostjo.

Analiza genoma

Osnovni pogoj za učinkovito spreminjanje genoma (genskega zapisa določenega organizma) in aktivno poseganje v njegovo zgradbo je poznavanje sestave in načina delovanja. Povezava med fenotipom in genotipom je vse bolj jasna, ko gre za enostavne, z enim samim ali pa vsaj z manjšim številom genov pogojenih lastnosti – lastnosti po g. Mendlu. Odkritje vzročnih genov je s pojavljanjem določenih lastnosti omogočilo razvoj molekularnih markerjev za posamezne lastnosti, ki omogočajo zanesljivo določitev genotipa, ki ni odvisen od okolja, spola živali, njenega fiziološkega stanja in starosti. To pa predstavlja učinkovito orodje za selekcijsko delo (Dovč, 1997).

Laktoproteinski geni

Pri predelavi mleka v mlečne proizvode je bolj kot tehnološka lastnost pomembna vsebnost beljakovinskih maščob. Pri govedu glavne beljakovine mleka razdelimo na kazeine in beljakovine sirotke. Z biotehnološkimi postopki je strokovnjakom uspelo doseči vpliv na vsebnost maščob in skupnih beljakovin v mleku pri posameznih pasmah. Tako vsebuje mleko živali z β -LG genotipom BB več beljakovin, več kazeina in več maščob kot mleko živali z β -LG genotipom AA. Posledica je za približno za 20 % boljši donos pri proizvodnji sira. Podoben pozitiven učinek BB vrste so opazovali tudi pri proizvodnji trdih sirov. To je tudi razlog, da se rejci vse bolj poslužujejo izbire ugodnih pasem. Prednosti genske diagnostike se kažejo tudi v tem, da lahko določimo genotip za mlečne beljakovine pri moških živalih (Dovč, 1997).

Transgeneza

Transgeneza je aktivno poseganje v genom živali. Navadno gre za vnos tujih genov ali genskih konstruktov. Vnos gena je najboljši v zgodnji razvojni fazi zarodka, ker je tako omogočen vnos transgena v vsa tkiva. Najbolj razširjena metoda vnosa genov je pro-

nukleusna mikroinjekcija, ki pa ni primerna za rutinsko uporabo v živinoreji (Dovč, 1997).

Z genom, ki izloča poseben rastni hormon, lahko lososi in postrvi zrastejo štirikrat hitreje. S poskusi so dokazali, da je bila genska sprememba uspešna, vendar so ljudje zaradi nezaupanja v tovrstno hrano preprečili množično gojenje takih rib (Hawkes, 2001).

Encimi

Z gensko tehniko je dobila proizvodnja encimov nove razsežnosti. S pomočjo gensko obdelanih mikrobov je mogoče množično in poceni dobiti sredstva za oplemenitenje hrane. Tako pridobljeni encimi ter njihova uporaba niso prepovedani, ker zakon o genski tehnologiji ne obravnava encimov. Pri tem moramo dodati, da že tradicionalno pridobljeni encimi delajo velike težave, ker povzročajo najrazličnejše alergije. Tako ne moremo oceniti, kateri encimi so zdravju bolj škodljivi (tradicionalni ali gensko pridobljeni).

Rekombinantni encimi so encimi, katerih geni so bili tako ali drugače manipulirani z metodami genske tehnologije. Običajno so to encimi z istim zaporedjem aminokislin, kot ga imajo nativni encimi. Zaporedje pa je možno tudi bolj ali manj spremeniti in s tem v strukturo encima vnesti spremembe, ki spremenijo njegovo temperaturno stabilnost, pH, specifičnost za substrat, povišano specifično aktivnost itn. Sinteza rekombinantnega encima poteka v gostiteljskem organizmu, v katerega smo gen za določen encim presadili iz organizma darovalca.

Primer rekombinantnih encimov, ki se uporabljajo v živalstvu, so geni različnih mikroorganizmov, rastlin in živali, ki imajo encime z zaželenimi lastnostmi, kot gostitelji pa služijo različni mikroorganizmi, običajno različne vrste kvasovk, plesni in bakterij iz rodu *Bacillus*.

Primer rekombinantnih encimov je kimozin aspartatna proteinaza, ki sesirja mleko in so jo prvotno izolirali iz želodcev nekaj dni starih teličkov. Leta 1983 so goveji kimozin prenesli v *E. coli*, danes pa je rekombinanten goveji kimozin široko uporabljen v sirsarski industriji (Francky, 1994).

Že pol tisočletja je znano encimsko mehčanje mesa. Prvi raziskovalci Amerike so odkrili, da mehiški Indijanci mehčajo meso z zavijanjem v liste rastline papaje. Mnogo pozneje je dokazano, da ta rastlina vsebuje proteolitični encim, ki razgradi beljakovine v mesu in so ga po tej rastlini poimenovali papain (Žlender, 1987).

Odnos potrošnikov do gensko spremenjene hrane animalnega izvora

Manipuliranje z živalskimi geni (prašiči, ribe in perutnina) povzroča hitrejšo rast teh živali, proizvodi iz njih (siri in salame) pa stabilnejše zorijo. V Franciji, Veliki Britaniji, Italiji, Španiji in Švici proizvajajo sir, proizveden s pomočjo gensko pridobljenega ki-

mozina. K najpomembnejšim naravnim fermentom sodi tudi okoli sedemdeset vrst mlečnokislinskih bakterij, ki samo v državah EU oplemenitijo petdeset milijard litrov mleka na leto.

Potrošniki v Evropi gensko spremenjenim organizmom niso naklonjeni, drugod po svetu, predvsem v ZDA, pa je precej drugače. Vzroki za to so različni, tudi politični. Eden glavnih dejavnikov različnih sprejemanj je v tem, kako je ta tehnologija predstavljena in pojasnjena javnosti in kako se oblikujejo predpisi za nadzor in upravljanje s tveganji v biotehnologiji.

Pri oblikovanju predpisov o biotehnoških proizvodih, ki seveda poteka ob udeležbi javnosti, so med Ameriko in Evropo značilne razlike. V Ameriki in Kanadi so te probleme zaupali uglednim in spoštovanim strokovnim vladnim organizacijam, odgovornim za kmetijstvo, hrano in zdravje, v Evropi pa je razprava potekala v političnih forumih. Rezultat izdelanih predpisov je, da se v evropskih regulativnih, in tudi v naših, kljub nedvoumnemu strokovnemu mnenju, v industrijskih in laboratorijskih praksah nadzoruje tudi tehnologija dela in ne samo proizvod te tehnologije. Dokončno odločitev ima v rokah politik in ne strokovnjak. Tako na primer zadošča nasprotovanje ene same članice EU za promet z gensko spremenjenimi organizmi, pa se procedura lahko brez jasnega odgovora zavleče za celo leto ali več. Ekspertna skupina za oceno tveganja pri komisiji EU pa ima zgolj obrobno vlogo. Za doseg družbenega konsenza je v evropske predpise vključena nedorečena oblika javne razprave, ki pa javnost bolj odvrča od dejstev kot seznanja z njimi, zato je zadržanost do spremenjenih biotehnoških izdelkov razumljiva. To pomanjkljivost sedaj skušajo nekoliko omiliti z obveznim označevanjem gensko spremenjenih proizvodov.

V Evropi so vse glasnejše tudi zahteve po posebnih certifikatih, ki bi zagotavljali, da meso oziroma mesni izdelki niso proizvedeni s pomočjo gensko spremenjenih živali, celo več, želijo zagotoviti, da živali niso bile krmljene s krmo, ki bi bila proizvod gensko spremenjenih organizmov (Dovč, 2001).

Zaradi zadržanosti potencialnih potrošnikov do gensko spremenjenih živali za proizvodnjo hrane se je intenzivnost raziskav na tem področju v zadnjih letih zmanjšala. Do tega so pripeljale tudi znane negativne izkušnje v bližnji preteklosti (dioksinska afera, BSE). Zaupanje med proizvajalci hrane in potrošniki je bilo močno načeto. Delno je to tudi posledica globalizacije, ko je tradicionalna vez med proizvajalcem in potrošnikom prekinjena: tako proizvodnja kot trgovina s prehrabeni izdelki potekata na globalni ravni. Zaradi negativnih izkušenj v preteklosti in zaradi vse boljše osveščenosti o pomenu varne in zdrave prehrane je potrošnik vse bolj previden in se nerad odloča za novosti, še posebej, kadar o novih proizvodih nima dovolj zanesljivih informacij. Na tem področju bo treba opraviti še veliko dela. Treba bo zagotoviti objektivne in preverjene informacije, ki bodo posledica ustre-

znih testov, in na osnovi primerljivosti s klasičnimi proizvodi dokazati prednosti izdelkov, ki vsebujejo surovine, proizvedene z gensko spremenjenimi organizmi (Dovč, 2001).

Če upoštevamo dejstvo, da vnos genov pri vrstah domačih živali, ki jih najpogosteje uporabljamo za proizvodnjo mesa, z izjemo lososov in krapov, še ni dal zelenih rezultatov in da je javno mnenje relativno nenaklonjeno uporabi gensko spremenjenih živali za proizvodnjo hrane, nas od mesa gensko spremenjenih živali v mesnicah loči še kar nekaj časa. V tem času bo potrebnih veliko javnih razprav o varnosti, potrebnosti, smotrnosti in etični sprejemljivosti teh aplikacij, kjer morajo raziskovalci posredovati jasne in poštene informacije o prednostih in pomanjkljivostih novih tehnologij, javnost pa bi morala dejstva sprejeti čim bolj objektivno in brez predsodkov. Oboji pa se moramo zavedati dejstva, da boljša obveščenost ne pomeni nujno tudi večjo dovzetnost za nove tehnologije. Vedno je treba pustiti dovolj prostora za etične pomisleke, ki bi utegnili prav na tem področju pomeniti nepremostljivo oviro za aplikacijo novih tehnologij (Dovč, 2001).

Strategija varnosti hrane oziroma živil

Varnost hrane postaja danes vedno pomembnejši dejavnik tveganja za zdravje. Spremembe tehnologij pridelave in predelave hrane, spremenjene zahteve in pričakovanja potrošnikov ter spremenjene življenjske navade so glavni vzroki za naraščanje bolezni, ki se prenašajo s hrano. Zdravstvena problematika prehrane se v Sloveniji, podobno kot v drugih razvitih državah v svetu, pogloblja. Naraščajo akutna obolenja, ki so neposredno ali posredno vezana na prehrano oziroma živila. Pojavlja se tudi trend zviševanja kroničnih degenerativnih obolenj, ki so v povezavi z neustreznim načinom prehrane, neustrezno hranilno sestavo in biološko vrednostjo živil, lahko pa so povezana tudi z dolgotrajnim vnosom nizkih koncentracij kemikalij v organizem zaradi kemične kontaminacije živil.

Državni zbor Republike Slovenije je v letu 2000 sprejel nacionalni program zdravstvenega varstva Slovenije – »Zdravje za vse do leta 2004«. Nacionalni program kot svoj prednostni cilj obravnava varno hrano ter zdravo in uravnoteženo prehrano. Predvideva, da bomo v Sloveniji aktivnosti usmerjali predvsem v ozaveščanje potrošnikov o načelih zdrave in uravnotežene prehrane in uvajanje prehranskih navad v smislu pravilne izbire živil in biološke sestave hrane. V letu 2000 je bil sprejet zakon, ki ureja zdravstveno ustreznost oziroma varnost živil – »Zakon o zdravstveni ustreznosti izdelkov in snovi, ki prihajajo v stik z živilom«. V tem zakonu je bil z medresorsko koordinacijo aktivnosti ministrstev na področju izvajanja prehranske politike uveljavljen nov pristop k reševanju varnosti živil oziroma hrane, ki sledi tudi politiki EU na področju varovanja zdravja potrošnikov.

Če govorimo o globalizaciji varne hrane, je pomembno, da so postavljena tudi pravila glede uporabe GSO. To v Sloveniji ureja Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi, ki je v veljavi od 10. avgusta 2002.

Pravilnik o novih živilih zahteva vodenje registra novih živil. Pri označevanju živil se morajo upoštevati vse značilnosti in lastnosti glede na obstoječa živila; opozorila glede prisotnosti snovi v novem živilu, ki imajo lahko posledice za zdravje; prisotnost snovi, ki lahko izzovejo etične pomisleke o živilu in informacije o prisotnosti gensko spremenjenega organizma. V primeru, da pri označevanju novega živila le-tega ni mogoče primerjati z obstoječim enakovrednim živilom, mora biti narava novega živila jasno označena. Pravilnik o novih živilih uveljavlja tudi možnost omejitve ali prepovedi dajanja v promet novo živilo, če se na podlagi novih ali znanstveno dognanih podatkov ugotovi tveganje za zdravje ljudi. Pravilnik o označevanju živil, izdelanih iz gensko spremenjene soje in gensko spremenjene koruze ter Pravilnik o označevanju živil in sestavin živil, ki vsebujejo aditive in arome, ki so gensko spremenjeni ali so izdelani iz gensko spremenjenih organizmov navajata, da morajo biti vsa živila, ki vsebujejo gensko spremenjene organizme označena do 31. 12. 2003.

Evropska komisija, ki deluje v Bruslju v okviru EU, je v januarju 2002 objavila manifest za podporo biotehnologiji. V njem poziva k močnejši podpori biotehnologije, hkrati pa predlaga skrben nadzor in spoštovanje socialnih ciljev. »Najvišji standardi nadzora« naj bi prepričali dvomečo javnost. Komisija pravi, da sta skrb za okolje in zdravje ljudi odvrnile pozornost od strateške pomembnosti te znanosti. V prihodnosti se bo glavna bitka odvijala na področju GSO, meni komisija. Evropa mora vzpostaviti politiko, ki bo pridobila zaupanje javnosti in njihovo podporo. Zato komisija predlaga pet točk za doseg »najvišjih standardov nadzora«: obveznost vzpostavitve socialnega dialoga, skrbno nadzorovanje, spoštovanje etičnih vrednot, upoštevanje socialnih ciljev in informiranje potrošnikov.

Sklep

Dvojni vijačnici ali DNK pravijo »gospodarica življenja«, človek pa je z raziskavami na področju genetike posegel v strukturo DNK. Z genskim inženiringom je tako mogoče prenašati gene iz enega organizma v drugega. Za razliko od klasičnega križanja ali hibridizacije istih ali sorodnih vrst rastlin ali živali pa nova tehnologija omogoča prenašanje posameznih genov iz rastlin v živali in obratno. Zato gensko spremenjena živila, ki vsebujejo GSO, zaradi nenavadnih prenosov genov nekateri imenujejo »frankensteinska hrana«.

V Evropi morajo biti vsa živila, ki vsebujejo gensko spremenjene sestavine, označena tako, da kupci vedo, kaj kupujejo. Pa so res?!

Poročilo, datirano 3. 11. 2003 navaja, da je bilo v brazilskem pristanišču od 70.000 ton prepeljane soje vsaj 57.000 ton gensko spremenjene. Končno poročilo še čakajo. Navajajo pa, da je pri njih uvoz živil z GSO prepovedan (<http://www.feedinfo.com/guest/feedinfo/>).

Čeprav je biotehnologija še v razvoju, verjetno danes zaužijemo mnogo živil, ki vsebujejo gensko spremenjene sestavine. Pecivo in omake lahko izdelujejo tudi iz gensko spremenjene soje. Pri juhah, omakah in picah pogosto uporabljamo gensko spremenjen paradiznik. Pri izdelavi sira se često uporablja sirišče, ki ga izdelajo iz gensko spremenjenih mikroorganizmov. Vsi ti izdelki pa morajo biti označeni, da bi potrošniki lahko izbirali med gensko spremenjenimi in nespremenjenimi živilmi.

Označevanje izdelkov, ki vsebujejo ali so sestavljeni iz GSO, je obvezno tudi pri nas (50. člen Zakona o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi, ki je v veljavi od 10. avgusta 2002). Označba na embalaži ali v deklaraciji mora na vidnem mestu vsebovati naslednje besedilo: »Ta izdelek vsebuje gensko spremenjeni organizem«.

Pravilnik o označevanju živil, izdelanih iz gensko spremenjene soje in gensko spremenjene koruze (Ur. l. RS, št. 105/02) v svojem 9. členu pravi, da morajo biti vsa živila, ki vsebujejo gensko spremenjeno sojo/gensko spremenjeno koruzo, do 31. 12. 2003 označena.

Razmejiti je treba uporabo genskega inženiringa v medicini in farmaciji, kjer je tveganje manjše, saj poteka genski inženiring v skrbno nadzorovanih zaprtih sistemih, od uporabe v kmetijstvu in prehrani. V kmetijstvu in prehrani so pogosto težje obvladljivi sistemi, kar je seveda povezano z večjim tveganjem. V tem je tudi razlog, zakaj je odnos potrošnikov do GSO na področju prehrane precej bolj odklonilen kot do uporabe nove tehnologije v medicini in farmaciji.

Literatura

1. Bohm O. Nova biotehnologija v kmetijstvu, veterinarstvu in živilstvu. Veterinarska fakulteta v Ljubljani, 1990.
2. Dovč P. Moderne tehnologije predelave in kakovosti živil. V: Bitenčevi dnevi 97. Ljubljana, BF Oddelek za živilstvo, 1997.
3. Dovč P. Kdaj bo meso gensko spremenjenih živali v mesnicah. V: Meso in mesnine, strokovna revija za proizvodnjo, predelavo, trženje, porabo in izobraževanje, številka 4, 2001.
4. Francky A. Aditivi. V: Bitenčevi dnevi 94. Ljubljana, BF Oddelek za živilstvo, 1994.
5. Gspan M. Biotehnologija v Nemčiji. V: Življenje in tehnika, številka 12, 1998.
6. Hawkes N. Gensko spremenjena hrana. Radovljica: Didakta, 2001.
7. Kruszevska I. Slovenija – območje brez gensko spremenjenih organizmov (GSO). Ljubljana: Umanotera, slovenska fundacija za trajnostni razvoj, 2001.
8. Pravilnik o novih živilih. Uradni list Republike Slovenije, št. 105/2002.
9. Pravilnik o označevanju živil, izdelanih iz gensko spremenjene soje in gensko spremenjene koruze. Uradni list Republike Slovenije, št. 105/2002.

10. Pravilnik o označevanju živil in sestavin živil, ki vsebujejo aditive in arome, ki so gensko spremenjeni ali so izdelani iz gensko spremenjenih organizmov. Uradni list Republike Slovenije, št. 105/2002.
8. Robinson C. Genetically modified food and consumers choice. Trends in Food Science & Technology, number 8, 1997.
9. Zakon o varstvu potrošnikov. Uradni list Republike Slovenije, št. 20/1998.
10. Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi (ZRG-SO). Uradni list Republike Slovenije, št. 67-3235/2002.
11. Žlender B. Encimi v živilstvu. V: Bitenčevi dnevi 87. Meso in vplivi encimov na njegove lastnosti. Ljubljana, BF Oddelek za živilstvo, 1987.
12. <http://www.nib.si>
13. <http://www.feedinfo.com/guest/feedinfo/>