

Primjena rekombinantne DNA tehnologije u proizvodnji hrane

Pogačar, Vanina

Undergraduate thesis / Završni rad

2011

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:217:367400>

Rights / Prava: [In copyright/Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEU ILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATI CI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK**

Primjena rekombinantne DNA tehnologije u proizvodnji hrane
(-Recombinant DNA technology
in food production-)

Seminarski rad

Vanina Poga ar
Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)
Mentor: prof. dr. sc. Mirjana Pavlica

Zagreb, 2011.

Sadržaj

1. Uvod	3
2. Povijest rekombinantne DNA tehnologije	3
3. Metode	5
4. Ekonomski i gospodarski značaj	7
4.1. Genetički modificirani mikroorganizmi	7
4.2. Genetički modificirane biljke	8
4.3. Genetički modificirane životinje	9
5. Potencijalni utjecaj na okoliš i zdravljje	10
6. Etiliko pitanje	12
7. Sažetak	12
8. Summary	13
9. Literatura	14

1. Uvod

Kroz povijest ljudi su oduvijek težili poboljšanju kvalitete hranidbenih namirnica. Križanjima i umjetnom selekcijom pokušavalo se do i do namirnica s visokim prinosom, ukusnih i otpornih na razne bolesti. Tako je primjerice ruski biolog Ivan Vladimirovi Mi urin cijeli život posvetio istraživanju stvorivši više od 300 hibrida biljaka uklju uju i hibride južnog vo a koje je moglo rasti u hladnim sjevernim krajevima Sovjetskog saveza. (Stoletov, 1950). To je bilo krajem 19. stolje a. U današnje vrijeme, znanstvenim dostignu im a u genetici i upotrebom rekombinantne DNA tehnologije ovakva istraživanja su uvelike olakšana. Rekombinantna DNA tehnologija podrazumijeva metode kojima se geni prenose iz jednog organizma u drugi. Rezultat tog postupka jest da gen koji stvara protein u organizmu jedne vrste, to sada in i u organizmu druge vrste. Za opisivanje takvih postupaka esto se rabe izrazi poput „geneti ko inženjerstvo“ „geneti ka manipulacija“, „biotehnologija“ ili „geneti ka modifikacija“. Geneti ko inženjerstvo obuhva a tehnike mapiranja, sekpcioniranja i transfera gena, konstruiranje rekombinanatnih DNA molekula, kao i tehnike njihove transformacije u biljke i životinje. To je omogu ilo proizvodnju transgenih organizama, odnosno tzv. geneti ki modificiranih organizama (GMO-a ili GM). Proizvodnja GMO- žitarica, otpornih na šteto ine, virusne i druge uzro nika oboljenja, tolerantne na herbicide je najrasprostranjenija prakti na primjena biotehnologije u svrhu proizvodnje hrane za ljude i životinje.

2. Povijest rekombinantne DNA tehnologije

Brojna znanstvena otkri a i spoznaje na podruju molekularne biologije, koja se odnose na naslje ivanje u živih bi a, a bila su poznata do 1970. godine, omogu ila su da se po ne razmišljati o mogu nosti spajanja dviju molekula DNA dobivenih iz razli itih organizama, odnosno spojiti ih u epruveti te unijeti u odre eni organizam doma ina gdje bi ta hibridna molekula DNA izrazila svoje svojstvo. (Deli , 2004). Jedno od temeljnih spoznaja

bilo je razjašnjenje strukture DNA i njezine uloge u nasljeđivanju. Posebnim metodama James Watson i Francis Crick 1953. godine su inicijalno model strukture DNA. Kako je molekula DNA organizirana prema rasporedu kodirajućih i nekodirajućih regija pokazali su F. Jacob, A. Lwoff i J. Monod, koji su 1965. godine za svoje otkriće dobili Nobelovu nagradu. (Delić, 2004).

Proučavanje uloge molekule DNA u nasljeđivanju metodama klasične genetike nije uvijek bilo jednostavno i lako. Osnovni problem bio je u veličini molekule DNA kao sastavnog dijela kromosoma, pa ju je bilo teško proučavati na molekularnoj razini. Stoga se postavilo pitanje kako i na koji način dobiti manje dijelove ili fragmente DNA koji bi poslužili za proučavanje, a da se pri tome ne izgubi njezina funkcija.

Prva rekombinantna DNA molekula nastala je 1972. kada je Paul Berg koristio enzime koji su slijeku DNA ubacio novi odsjek DNA u već postojeći lanac. 1973. su Stanley Cohen i Herbert Boyer uspješno ubacili DNA iz jedne vrste u genom druge vrste što je bio prvi uspješan pokušaj genetičkog inženjerstva. (Delić, 2004). Zbog njihovih istraživanja na otkriće rekombinantne DNA, općenito poznatog kao kloniranje gena, esto ih se naziva "otvaračima biotehnologije". Iz njihovog je otkrića proizašla mogućnost za razvoj različitih metoda liječenja i tretmana niza bolesti i poremećaja, poput stvaranja ljudskog inzulina, otkrivanja spoja za otapanje krvnih ugrušaka kod osoba koje su pretrpjeli srčani ili moždani udar, stvaranja ljudskog hormona rasta, te interferona za oboljele od raka.

Na konferenciji u Asilomaru 1975. znanstvenici su zatražili privremeni prekid pokusa s rekombinantnom DNA dok se ne riješe pitanja sigurnosti i analiziraju moguće posljedice. Nakon toga je ustanoavljen Komitet za rekombinantnu DNA kojem je zadata ispitivanje dopustivosti svakog pokusa koju uključuje rekombinantnu DNA. Iste godine Edward Southern je osmislio Southern blot, esto korištenu metodu u izoliranju i analizi fragmenata DNA. (Delić, 2004)

Boyer i Robert Swanson 1976. godine utemeljili su prvu biotehnološku tvrtku, Genentech, koja i danas posluje. Dvije godine poslije riješen je još jedan važan biološki fenomen nazvan restrikcijsko-modifikacijski sustav koji je pronađen u bakteriji *Escherichia coli*, a kasnije je otkriven i u brojnim drugim mikroorganizmima. Proučavanje tog sustava dovelo je do otkrića posebnih enzima nazvanih restrikcijskim endonukleazama, a koji su imali ključnu ulogu u tehnologiji rekombinantne DNA. Pojavu restrikcije i modifikacije otkrio je švicarski znanstvenik Werner Arber, koji je za to otkriće podijelio Nobelovu nagradu za medicinu i fiziologiju 1978. godine s Amerikancima D. Nathansom i H. Smithom. (Delić, 2004).

1981. je na Sveu ilištu Ohio ro ena prva transgeni na životinja, to nije miš iji je genom sadržavao uba enu stranu DNA. 1983. Karry Mullis je osmislio metodu lanane reakcije polimerazom ili PCR (“polymerase chain reaction”), kojom se u kratkom vremenu moglo eksponencijalno umnožiti odre eni odsje ak DNA a 1984. Alex Jeffreys uvodi DNA identifikaciju. (Deli , 2004).

Tijekom 80-tih godina došlo je do mnogobrojnih otkrija gena odgovornih za odre svojstva. 1990. zapo eo je Projekt ljudskog genoma, pothvat golemih razmjera kojem je svrha itanje svih 3 milijarde parova baza koje tvore ljudski genom.

2000. godine pro itan je ljudski genom. (Deli , 2004)

3. Metode

Molekularno kloniranje je proces insercije željenog gena u vektor sposoban za samostalno repliciranje u stanici doma inu. Replikacijom stanice i vektora nastaju multiple kopije željenog gena za razne svrhe. Prvo što nam je potrebno je stani na DNA koja sadrži gen od interesa koju možemo izolirati iz DNA knjižnice, kolekcije živih bakterijskih kolonija transfeciranih s pojedinim segmentima DNA. Tako er su nam potrebne odgovaraju e restrikcijske endonukeaze.

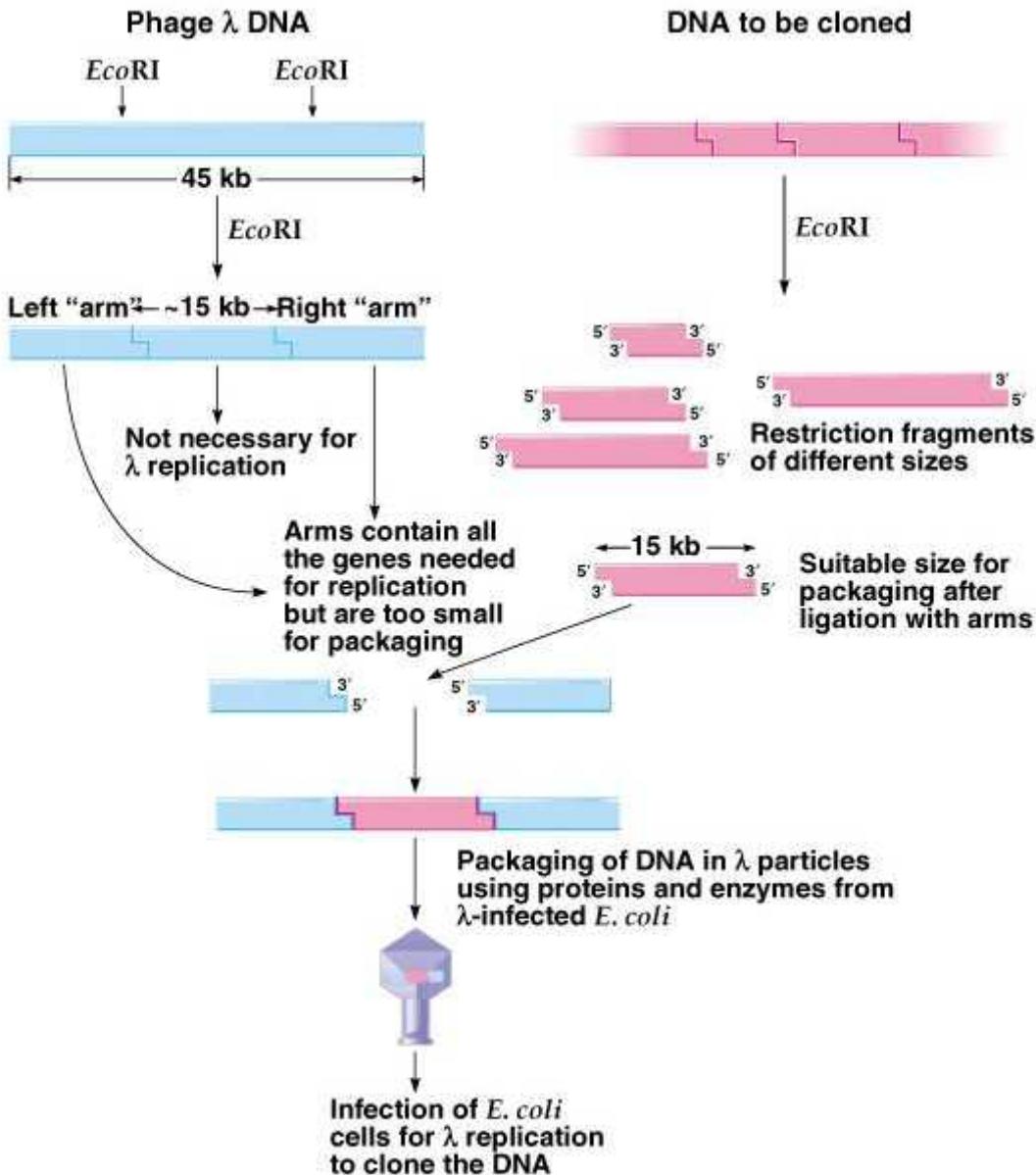
Restrikcijske endonukleaze (RE) su enzimi koji se nalaze u bakterijama gdje služe za uništavanje strane DNA koja u e u stanicu. Važno svojstvo RE je da uvijek cjepe molekulu DNA na to no odre enom restrikcijskom mjestu, naj eš e su to palindromski slijedovi baza što zna i da se jednakom itaju sprijeda kao i straga npr. GTCA – ACTG. Kako ne bi došlo do cjepanja vlastitog genoma bakterije produciraju modifikacijski enzim koji malo mijenja, pomo u metilacije, restrikcijsko podru je baza. Danas postoji više od 400 razli itih izoliranih restrikcijskih endonukleaza a prva je bila EcoRI izolirana iz *Escherichia coli* RY13 (Olempska- Beer i sur, 2006).

Uvo enje strane DNA u stanicu doma ina može se u initi procesom transformacije- unosom gole DNA u bakterijsku stanicu, transfekcijom- unosom DNA u eukariotske stanice te procesom mikroinjektiranja kojim se DNA u eukarotske stanice unosi pomo u mikropipeta. Sam proces uvo enja stranog gena u neki organizam vrši se pomo u vektora, molekule DNA koja se replicira neovisno o replikaciji jezgre. Nakon što se izreže željeni dio DNA istom RE

izreže se i vektor te zaliđe u enzima ligaze koji spaja odgovarajuće lijepljive krajeve. Ovakav rekombinantni vektor umeće se u stanici domaćina gdje se replikacijom dobiva velika kolićina traženog gena/proteina.

Za kloniranje fragmenata do 10 kb koristimo plazmide kao vektore (Olemska-Beer i sur., 2006). Važne karakteristike plazmida su: po etnica (ori) nužna za vlastitu replikaciju, selektivna osobina poput rezistencije na antibiotike koja bi razlikovala bakterije s plazmidom od onih bez, jedinstveno restriktivno mjesto kako bi RE rezrezala vektor samo na jednom mjestu, te jednostavan marker za detekciju plazmida s umetnutom DNA. Ostale poželjne karakteristike: mala veličina genoma, poznata sekvenca DNA, velik broj jedinstvenih restriktivnih mesta, brzo umnožavanje itd.

Veći fragmenti DNA, do 20 kb, kloniraju se pomoću bakterijskih virusa-bakteriofaga (Olemska-Beer i sur., 2006). Bakteriofag ima linearnu dvostruku zavojnicu DNA poznate sekvene s oko 50 kb te kohezivnim krajevima (cos regije). Središnja regija genoma bakteriofaga zamjenjuje se željenom DNA jer nije potrebna pri infekciji stanice domaćina. Virus se zatim unosi u bakteriju *E. coli* gdje se replicira zajedno sa umetnutim fragmentom (Olemska-Beer i sur., 2006). Shemu kloniranja pomoću bakteriofaga možemo vidjeti na slici 1.

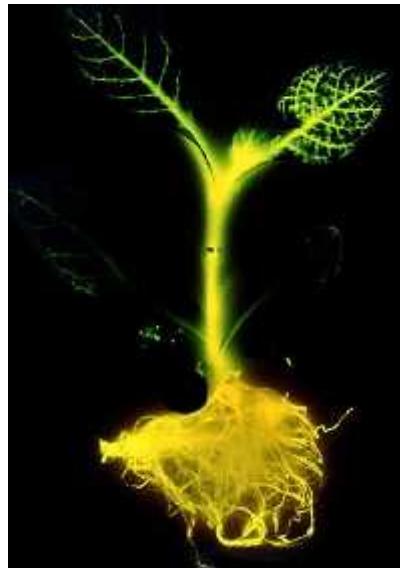


Slika 1- Kloniranje bakteriofaga
(preuzeto s nastavnog materijala kolegija Osnove geneti kog inženjerstva)

Kozmidi imaju karakteristike i plazmida i bakteriofaga. Sadrže 2 cos mesta sa slijedom od 14 pb potrebnih za pakiranje DNA u glavu bakteriofaga, oni nemaju genom bakteriofaga pa se pri ulazu u stanicu ponašaju kao plazmidi a njima kloniramo fragmente DNA do 50 kb. (Olemska- Beer i sur, 2006)

S obzirom da je testni organizam najčešće bakterija koja nema elemente potrebne za posttranskripcijsku i potranslacijsku obradu kloniranje se vrši uz pomoć tzv „shuttle“ vektora koji su pogodni za razmnožavanje u prokariotskim i eukariotskim stanicama. Repliciraju se samostalno ili se ugrađuju u genom domaćina pa se repliciraju zajedno s njime. Esto se koriste za transport gena iz jedne vrste u drugu. Primjerice pokus sa insercijom gena za

luciferazu iz krijesnice u plazmid i transformacija *Agrobacterium* kojim je zaražena biljka duhana a rezultat možemo vidjeti na slici 2.



Slika 2- Biljka duhana zaražena geneti ki modificiranim bakterijom *Agrobacterium tumefaciens* s usa enim genom za luciferazu
(slika preuzeta s news.nationalgeographic.com)

Za veće dijelova DNA koristimo umjetne kromosome. YAC (Yeast Artificial Chromosome) je vektor koji omoguava stvaranje umjetnih kromosoma i njihovu inserciju u kvasac, eukariotski organizam. BAC omoguava kloniranje unutar *E.coli*, koristan je za velike segmente DNA, esto se koristi u programima sekvencioniranja genoma (Olemska-Berl i sur, 2006).

4. Ekonomski i gospodarski značaj

4.1. Geneti ki modificirani mikroorganizmi

Već se duže vrijeme u biotehnologiji koriste različiti mikroorganizmi. Takvi geneti ki modificirani mikroorganizmi (GMM) imaju široku primjenu u području medicine, genetike, farmacije dok najveću pažnju javnosti svakako plijeni njihova primjena u proizvodnji hrane. Mikroorganizmi su podobni zbog mogućnosti da u kratkom periodu proizvedu znatne količine proteina, jednostavne i uspješne manipulacije, dobrog poznavanja genetike i fiziologije te lakog uzgajanja i jednostavnog održavanja. Među prokariotima *Escherichia coli* je najčešći i

modelni organizam. Najzna ajniji nedostatak bakterija je nemogu nost posttranslacijskih modifikacija te zbog toga ne mogu sintetizirati kompleksne proteine. Za proizvodnju kompleksnijih proteina eš e se koriste jednostani ni eukarioti poput *Saccharomyces cerevisiae*. Upotreba GMM-a u proizvodnji hrane te sto ne hrane uklju uje proizvodnju finalnih proizvoda i sastojaka koji sadrže bilo žive ili inaktivirane GMM-e. Tako er koriste se i purificirani derivati od GMM-a kao što su aditivi, enzimi, polisaharidi i sl.

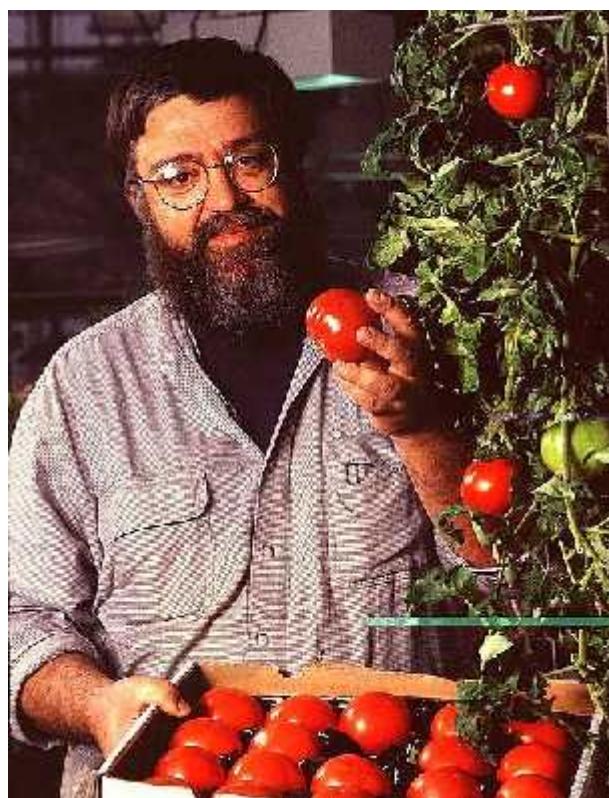
4.2. Geneti ki modificirane biljke

Prvi uspješni prijenos jednog gena u biljnom svijetu ostvaren je 1981. (McGloughlin, 2010). Od tada nova otkri a slijedila su brže no što se moglo o ekivati, a nekoliko desetaka biljnih vrsta genski je modificirano. Primjena geneti ki modificiranih biljaka rezultirala je pove anjem prinosa bez uve anja obradivih površina te globalnim pove anjem proizvodnje hrane. Svake godine geneti ki modificirani pamuk, soja i kukuruz uzgajaju se na preko 100 miliona hektara širom svijeta (McGloughlin, 2010). Pored toga, biotehnologija je omogu ila proizvodnju mnogih tzv. nutritivno poboljšanih namirnica biljnog porijekla. Sojino ulje s visokim sadržajem oleinske kiseline, kukuruz s pove anim sadržajem proteina, triptofana i lizina (eng. Quality Protein Maize), raj ica s pove anim udjelom likopena te riža oboga ena -karotenom tzv. „zlatna riža“ (eng. Golden Rice) samo su neke od njih (McGloughlin, 2010). Intenzivno se radi i na proizvodnji drugih biljnih vrsta s poboljšanim sadržajem makro i mikro nutrijenata poput proteina, esencijalnih aminokiselina, minerala, vitamina, zaštitnih sastojaka i sl. Tako er biljke se modificiraju kako bi se eliminirali prirodno prisutni toksini, alergeni te anti-nutrijenti.

Vrlo važno svojstvo postignuto geneti kom modifikacijom je tolerancija na herbicide glifosat i glufosinat. U zaštiti od korova koriste se navedeni herbicidi širokog spektra, gdje širina spektra pove ava i djelovanje na uzgojnu biljku, te su manje toksi ni od nekih specifi nih. To je toksikološki i ekološki povoljnije zbog toga što manje herbicida odlazi u okoliš i ostaje u namirnici. Tako er uspješno je preneseno i svojstvo otpornosti na šteto ine. Primjer je kukuruz s genom *Bacillus thuringiensis*, bakterije iz tla, koja se ve etrdeset godina koristi za uništavanje larvi komaraca i drugih insekta (McGloughlin, 2010). Takav kukuruz sam stvara tzv. Bt-toksin kojim postaje otporan na šteto ine poput kukuruznog moljca ili kukuruzne zlatice i bez dodatnih insekticidnih tretmana.

esto spominjan primjer je „Flavr Savr“ raj ica (slika 3). Poznato je da mekšanje ploda raj ice nakon zriobe kontrolira jedan gen. Enzimi koji se stvaraju pod utjecajem tog

gena uvjetuju mekšanje ploda i ime rajica postaje nepodobna za duži transport i skladištenje. Američka tvrtka Calgene uspjela je blokirati gen za enzim poligalakturonazu koji razgrađuje pektin u stijenci stanice i tako omekšava plod. Time su stvorili novu, genetički modificiranu rajicu dužeg trajanja koja je zadržala sve ostale karakteristike, tzv. „Flavr Savr“ rajicu. (Batista, 2009)



Slika 3- Istraživač s genetički modificiranim „Flavr Savr“ rajicom

(slika preuzeta s www.nationalgeographic.com)

Nadalje, u eksperimentalnoj fazi su usjevne biljke s genskim modifikacijama koji ih čine otpornijima na nepovoljne klimatske i druge uzgojne uvjete - vrućina, smrzavanje, suša i smanjeni sadržaj dušika u tlu. Pod pretpostavkom da dođe do njihove komercijalizacije, ove sljedeće generacije genetički modificiranih biljaka izazvati će revoluciju u poljoprivrednoj proizvodnji.

4.3. Genetički modificirane životinje

Genetička modifikacija životinja predstavlja granu biotehnologije koja danas svakako doživljava najbrži napredak i opsežna istraživanja, s ciljem brojnih zanimljivih i obnovljivih aplikacija. Losos je prva genetički manipulirana životinja namijenjena ljudskoj prehrani. U njega su ugrađeni geni drugih riba, bakterija i virusa. Izgleda poput normalne ribe, ali raste šest puta brže i pojede tri puta više hrane (slika 4). No, ne stvara dodatne troškove. Dapa je, njegov je uzgoj 25% jeftiniji od tradicionalnog. Genetički modificirani losos je za proizvodnju i zanimljiviji od prirodnog zato što se ne radi razboljetima u kaku prljavoj vodi živio a u šest puta kraćem vremenu je spreman za tržište (Anderson, 2005).

Svrha mnogih pokusa s transgeničnim životinjama je ubrzanje rasta, povećanje težine i smanjenje masnoće. Jedan pokus sa svinjom 1989. godine nije dobro završio. U genom svinje je ugrađen gen za proizvodnju ljudskog hormona rasta hGH („human growth hormone“). Cilj je bio bio povećati mišnu masu životinje a smanjiti masnoću tkivo. Svinja nazvana „Superpig“ doista je više narasla, no javili su se brojni zdravstveni problemi pa su životinje morale biti eutanazirane. Nakon toga znanstvena je zajednica obraćala više pažnje na pokuse s hGH-om (Rollin, 1996).

Tehnike koje su isprva dizajnirane za proizvodnju proteina koji se koriste u farmaceutske svrhe mogu imati i druge primjene: može se povećati nutritivna vrijednost mlijeka, mogući je sinteza antibakterijskih proteina poput laktoferina i lizozima u mlijeku preživajući koji bi tada pružali zaštitu od infekcija - samom mlijeku, mlijeku noj žlijezdi pa i konzumentima. Također je moguće proizvesti mlijeko sa manjom kolicom laktoze za ljudi osjetljive na laktozu (Anderson, 2005).

Genetički modificirane životinje mogu biti korištene u različitim svrhe. S druge strane, ovaj vid praktične aplikacije genetičkih modificiranih organizama izaziva svakako i najčešće u polemiku s aspekta sigurnosti hrane i zaštite zdravlja potrošača.



Slika 4- Primjer genetičkih modifikacija u lososu u osnosu na prirodnog
(slika preuzeta s www.inhabitat.com)

5. Potencijalni utjecaj na okoliš i zdravlje

GMO hrana dostupna je potroša im a u zadnjih desetak godina. Širom svijeta, a naro ito u Americi ljudi je konzumiraju bez vidljivih utjecaja na zdravlje, što je evidentirano kroz brojne recenzirane znanstvene rade i dokumente i izvještaje regulatornih tijela i agencija. No, o teoretski mogu im dugotrajnim utjecajima za sada ne možemo govoriti. Neke od zabrinutosti koje se vežu uz komercijalnu uporabu i konzumaciju GMO-a su slijede e:

-Alergenost novog gena ili produkta njegove ekspresije – proteina. Naime prijenosom svojstava (gena) iz alergogenih biljaka u nealergogene može do i do prijenosa alergenosti (proteina/alergena). Zabilježena je ve i pojava da se prijenosom svojstava iz nealergogene biljke u drugu biljku, pojavila alergenost ili se poja ao alergeni potencijal druge biljke (slu aj soje s genom brazilskog oraš i a). No istom tehnologijom potencijalno se može i smanjiti alergenost. Stoga se alergenost GMO-a ispituje homologijom i *in vitro* i *in vivo* testovima.

-Toksi nost ili kancerogenost produkta ekspresije novog gena – zbog nepreciznosti tehnologije «izrezivanja» gena kao i zbog novonastalog biokemijskog sastava a u stanici doma ina s novim genom, ne možemo biti sasvim sigurni koji e biti rezultati izmjene genskog materijala, koji mogu eventualno biti i produkcija toksi nih tvari.

-Prisutnost gena rezistencije na antibiotik koji se koristi kao marker u prijenosu gena u genomu doma ina (odnosno GMO-a). U tehnologiji geneti kog inženjerstva se za ozna avanje mjesta djelovanja restriktičkih enzima kao i za obilježavanje i selekciju stanica u kojima je došlo do prijenosa transgena koriste geni markeri koji su zapravo geni koji u nekih bakterija kodiraju rezistenciju na antibiotike. Stoga se smatra da bi horizontalnim prijenosom gena, koji je me u bakterijama prirodna (doduše rijetka) pojava, moglo do i do prijenosa gena na druge bakterije ili na bakterije iz gastrointestinalne flore ovjeka što bi dovelo do širenja rezistencije na antibiotike.

-Prisutnost gena virusnih promotora koji se koristi za aktivaciju transgena u genomu doma ina. Kao aktivator transgena se koristi gen iz mozaik virusa cvjeta e (CaMV 35S) koji bi se mogao rekombinirati s drugim virusima i prouzro iti nove nepredvidive mutacije, no utjecaj te pojave na zdravlje je upitan s obzirom na injenicu da ljudi dnevno konzumiraju biljne viruse bez ikakvih interakcija.

-Mogu nost interakcije izme u transgene DNA i ljudske ili životinjske stani ne DNA. Fragmenti DNA koji su se resorbirali iz gastrointestinalnog trakta štakora, prona eni su vezani

kovalentnim vezama za njegovu DNA stanice jetre, prema tome, iako je upitna aktivacija ovih vezanih gena, ne treba zanemariti i mogu nastati interakcije fragmenata transgena s stani nom DNA konzumenta.

No, pitanje posljedica uporabe genetičkih inženjerstva znatno je šire, pa se postavlja i pitanje utjecaja oslobaanja GMO-a na okoliš, bioraznolikost i stabilnost ekosustava. Uvo enjem novih organizama u okoliš, ovjek još jednom zadire u prirodne procese koji su se uspostavljali milijunima godina, a zadiranje u arhai ne prehrambene lanci izaziva poremećaje odnosa u ekosustavu i ugrožava postojanje vrsta i samog ekosustava. Nadalje, «bjeganjem» gena s novih usjeva i njihovim križanjem s divljim srodnim vrstama, može doći do širenja svojstava namijenjenih uzgojnim biljkama na divlje biljke i korov. Neke od zabrinutosti vezanih uz potencijalni utjecaj GMO-a na okoliš su :

-Rezistencija štetočina – iako je rezistencija na BT toksin apliciranjem špricanjem zabilježena pojava, rezistencije na BT modificirane biljke za sada nema, no njezina je pojava vjerojatna. Ona se za sada nastoji izbjegavati i miješanjem s konvencionalnim biljkama ime se potencijalno recesivno rezistentne štetočine miješaju s osjetljivima pa se spriječava nastanak monozigotnog rezistentnog potomstva.

-U inak na neciljane vrste – uzgojne biljke direktno ili indirektno podržavaju ne samo parazite i štetočine nego i itav niz drugih artropoda i organizama (ptice su npr. ovisne o kukcima). Najpoznatiji slučaj utjecaja GMO-a na neciljane vrste otkrili su istraživači sa Sveučilišta Cornell (SAD) kada su primjetili ugibanje gusjenica leptira velikog monarha koje su pojele listove oprasjene s peludi genetički modificiranog kukuruza.

-Efekt na prirodni okoliš u smislu modifikacije prirodnih prehrambenih lanaca. Uvo enjem novih vrsta i smanjenjem i eliminacijom postoje ih o kojima ovise nadređeni dijelovi prehrambenih lanaca, ovjek zadire u prirodne arhai ne odnose, što mu se do sada u povijesti uvijek vratilo u lice novim zdravstveno ekološkim rizicima.

-Bijeg transgena – sjeme, polen – bijeg transgena s ciljne vrste na korov putem polena je jedna od već zabilježenih pojava, koja se smatra naročito nepovoljnom za bioraznolikost, a širenje transgena rezistencije na herbicide na srodrne vrste korova dovodi do stvaranja superkorova otpornih na taj herbicid (Capek, 2004).

6. Etičko pitanje

Prije nekoliko godina u javnosti se podigla velika prašina o pitanju uvo enja geneti ki modificiranih organizama na slobodno tržište. Mnogi ljudi iz eti kih, vjerskih ili zdravstvenih razloga ne žele ili ne smiju jesti odre ene sastojke biljne ili životinjske vrste koje danas nalazimo u kona nim geneti ki modificiranim proizvodima. Europska Unija zahtjeva deklariranje proizvoda koji sadrže geneti ki modificirane sastojke ako je ta koli ina ve a od 0,9% (Alagi , 2005). SAD, gdje deklariranja još uvijek nema, smatraju takvu odluku diskriminiraju om, jer e ljudi navodno zbog vlastitih predrasuda izbjegavati proizvode koji su deklarirani. Židovi i Muslimani, koji svinjetinu ne jedu iz religijskih razloga, ne bi mogli znati sadrži li njihova hrana gen svinje. Vegetarijanci ne bi mogli znati sadrži li povr e koje jedu životinjske gene.

S obzirom da stvaranje transgeni nih životinja može biti skup i dugotrajan proces tvrtke su odlu ile zaštititi svoja ulaganja te se javilo pitanje mogu nosti patentiranja novostvorenih životinja. Kada su znanstvenici na sveu ilištu Harvard stvorili tzv. „Oncomous“, miša s usa enim ljudskim genima koje uzrokuju rak, pokušali su staviti patent na njega. Sve važne udruge za zaštitu životinja su se digle na noge i jednoglasno protestirale. Patent je na kraju ipak odobren, u SAD-u 1988., u Kanadi 2003. te u Europi 2004. a Oncomouse je postao prva patentirana životinja u povijesti (Anderson i sur, 2005). Iako danas imamo tehnološku mogu nost, prije svakog stvaranja nove transgene životinje moramo se pobrinuti da je ono doista opravdano, korisno i potrebno ovje anstvu uz što manju patnju same životinje.

7. Sažetak

Rekombinantna DNA tehnologija oblikovanje je novih kombinacija nasljednog materijala koje se dobivaju ugradnjom molekula nukleinskih kiselina dobivenih izvan stanice putem virusa, plazmida ili bilo kojeg drugog oblika prenositelja. Time se omogu ava njihova ugradnja u organizam doma ina u kojem one prirodno ne postoje ali u kojem su sposobne za umnožavanje. Naime, tradicionalnim biotehnološkim metodama (selekcija, križanje itd.) ve se stolje ima nastoje unaprijediti svojstva biljaka i životinja koje se koriste za proizvodnju hrane, ili poboljšati i prilagoditi prehrambene proizvode (mikroorganizmi, kvasci, fermentacija itd.). Isto se nastoji i geneti kim inženjerstvom, me utim, njime se kreiraju, poboljšavaju ili modificiraju biljke, životinje i mikroorganizmi izmjenom genskog materijala

bez barijera vrste, odnosno me u nesrodnim vrstama, što je bitna razlika u odnosu na tradicionalne biotehnološke metode.

8. Summary

Recombinant DNA technology is forming the new combination of hereditary material that comes with fitting nucleic acid molecules obtained outside the cells via viruses, plasmids, or any other form of transmitter. This allows their incorporation into the host organism in which they naturally do not exist but where they are capable of reproduction. Specifically, traditional biotechnology methods (selection, crossing etc.) are already for centuries seeking to improve the properties of plants and animals used for food production, or enhance and customize nutritional products (microorganisms, yeasts, fermentation, etc.). The same is attempted with genetic engineering, however, it does create, improve or modify plants, animals and microorganisms without changing the genetic material of a barrier type, or between unrelated species, which is a big difference compared to the traditional biotechnology methods.

9. Literatura

Alagi , Smajlovi , aklovica (2005). Genetski modificirani organizmi (GMO) u prehrani ljudi, asopis Meso 48.- 53. Str

Batista Rita, Marija Margarida Oliveira (2009). Facts and fiction of genetically engineered food

Capek, Krunoslav (2004). GMO i zdravlje, asopis Medix 23.- 26. Str

Deli Vladimir (2004.). Trideset godina geneti kog inženjerstva: kako je došlo do otkri a

Josh J. Anderson i Christopher R. Dowdy (2005). Transgenic animals

Kalu erovi Željko (2008). Prvih dvanaest godina - stanje i perspektive

McGlughlin Newell Martina (2010). Modifying agricultural crops for improved nutrition

Olempska-Ber Zofia i sur (2006). Food- processing enzymes from recombinant microorganisms

Reiss Michael J. i Straughan Roger (2004.). Poboljšati prirodu? Znanost i etika geneti kog inženjerstva

Rollin BE (1996). Bad Ethics, Good Ethics and the Genetic Engineering of Animals in Agriculture. *Journal of Animal Science* **74**: str. 535-541.

Stoletov, V. N. (1950). Michurin and present times.