

Časopis „Poslovne studije”, 2013, 9–10:

Rad primljen: 01.04.2013.

Rad odobren: 22.04.2013.

UDK: 575.113.1:159.922(0.034.4)

COBISS.BH-ID 3838488

DOI: 10.7251/POS1310359D

Stručni rad

Delić Jović, Mirjana, dipl. ing.¹

Ristić, mr Dragana²

Vučjić, mr Slobodanka³

SAVREMENA BIOTEHNOLOGIJA – KLONIRANJE

Rezime: *Biotehnologija i genetički inženjering predstavljaju nauke savremenog doba. Kloniranje organizama ne ubraja se više u naučnu fantastiku, već predstavlja našu budućnost. Imeđu prvog kloniranog organizma i stanja gdje se danas nalazimo stoji niz opravdano i neopravdano izvedenih biotehnoloških postupaka. Kloniranje se dijeli na reproduktivno i terapijsko kloniranje. U radu su opisani postupci izvođenja. Velike nade se polažu u efekte terapijskog kloniranja. Biotehnološkim metodama se nastoji doći do rješenja za bolesti koje su do sada bile neizlječive. Primjena kloniranja i drugih biotehnoloških metoda zauzima svoje mjesto u oblastima poljoprivrede, veterine, medicine, farmacije, zaštite životne sredine i mnogim drugim. Brojne su etičke polemike koje se vode u svijetu oko kloniranja i drugih biotehnoloških postupaka. Tako su brojni razlozi i za i protiv kloniranja.*

Ključne riječi: *kloniranje, biotehnologija, patenti.*

JEL klasifikacija: *P16,Q55*

¹ Asistent, Fakultet za ekologiju, Univerzitet za poslovne studije, Jovana Dučića 23a Banja Luka, mdelicjovic@yahoo.com

² Asistent, Fakultet za ekologiju, Univerzitet za poslovne studije, Jovana Dučića 23a Banja Luka, ristic16@yahoo.com

³ Asistent, Fakultet za ekologiju, Univerzitet za poslovne studije, Jovana Dučića 23a Banja Luka, vujcicslobodanka@yahoo.com

UVOD

Pojam „kloniranje“ (grčki *klon*: grana, mladica) u širem smislu označava prirodni ili vještački razvoj dvije ili više genetski identičnih ćelija ili organizama. Kloniranje kao glavno dostignuće savremene biotehnologije predstavlja proces stvaranja identične kopije jednog organizma. Najnaprednijim biotehnologijama se smatraju one gdje postoji mogućnost manipulacije genomom. Biotehnologija razmnožavanja podrazumijeva zahvate kojima se pod kontrolisanim uslovima vrši razmnožavanje životinja i utiče na genetsku selekciju, širenjem poželjne genetike prema željenim proizvodnim osobinama. Ove biotehnologije se razvijaju u posljednjih 50 godina prema potrebama i mogućnostima svakog razdoblja. Prva generacija biotehnologije je bilo vještačko osjemenjavanje, druga embriotransfer i srodne tehnologije, treća proizvodnja zametaka *in vitro*, a četvrta manipulacija genomom uz pomoć transgeneze i kloniranja. Uobičajena tehnološka podjela kloniranja je podjela na reproduktivno kloniranje i terapijsko kloniranje. Cilj reproduktivnog kloniranja je stvaranje željenog broja potomstva unaprijed poznate nasljedne osnove, kao što je umnožavanje domaćih životinja koje se ističu izvanrednim produktivnim karakteristikama. Terapijsko kloniranje je primjena kloniranja u liječenju, te pri stvaranju „rezervnih organa“ ili za ksenotransplantacije. Od prvog genetički konstruisanog organizma napredak je vrtoglav. Prvi uspješno klonirani sisar je ovca *Dolly*, klonirana na institutu Roslin u Škotskoj 1996. godine. Kloniranje životinja još je relativno mlada i polovično primjenjiva tehnologija, ali naučnici očekuju da će znatno napredovati. Kloniranje ima dva pravca, reproduktivno i terapijsko. Reproductivno kloniranje podrazumijeva stvaranje genetskog duplikata cijelog organizma (životinja ili ljudskih bića). Većina naučnika je protiv ovog oblika kloniranja, a ono je ujedno i zabranjeno u većini zemalja. Terapijsko kloniranje ima za cilj stvaranje embrionalnih matičnih ćelija, za koje se očekuje da bi mogle stvoriti revolucionarni preokret u medicini. Ovaj vid kloniranja naučnici vide kao moguću tehnologiju za stvaranje „rezervnih organa“. Cilj ovog rada je prikazati hronološki razvoj i primjenu kloniranja, kao i metode i tehnike biotehnoloških postupaka, sa posebnih osvrtom na pravne aspekte koji regulišu ovu oblast.

1. HRONOLOŠKI PREGLED RAZVOJA KLONIRANJA OD 1952. GODINE DO DANAS

Prvi put metod kloniranja je izveden 1885. godine na morskim ježićima. Davne 1952. godine su Robert Briggs i Thomas King, putem transfera jedra, uspješno klonirali 27 punoglavaca. Nakon toga su klonirane mnoge druge životinje. John Gurdon 1970. godine je klonirao žabu. Kasnih 80-ih godina prošlog vijeka, ugrađen je ljudski gen za insulin u bakteriju, čime je bakterija „natjerana“ da proizvodi humani insulin. Dijabetičari su do tada koristili insulin izlovan iz pankreasa svinja ili goveda. Ovca Dolly je prvi sisar koji je kloniran iz ćelije odrasle jedinke. Za njeno kloniranje istraživači su uzeli ćeliju mliječne žlijezde odrasle ovce i njeno jedro unijeli u jajnu ćeliju kojoj su prethodno odstranili jedro. Pri njenom kloniranju su bile korišćene zamrznute ćelije, što je potvrdilo raniju pretpostavku da sisari mogu biti klonirani i poslije njihove smrti. Ovca Dolly došla je na svijet nakon 277 neuspjelih pokušaja, 1996. godine, na institutu Roslin u Škotskoj. Živjela je šest godina, dok prosječna ovca živi oko 14 godina. Pretpostavlja se da je Dolly u trenutku rođenja već bila biološki stara šest godina, kao i njena majka iz čijeg je jedra klonirana. Pretpostavka je da se kloniranjem, osim mogućeg reprogramiranja ćelijske funkcije, ne može vratiti unazad i biološki sat (Delić, 2008). Transgenična ovca Polly koja sadrži ljudski gen je klonirana 1997. godine. Tokom 1998. godine u tri generacije iz jednog miša je klonirano 50 miševa. Iz jedne odrasle krave klonirano je osam teladi, 1998. godine, ali je samo četvoro preživjelo do prvog rođendana. Ženka Rhesus majmuna, nazvana Tetra, klonirana je 1999. godine, razdvajanjem ranih embrionalnih ćelija. U oblasti svinjarstva, kloniranje nije imalo većeg značaja do 2000. godine, kada je klonirana prva svinja (Betthausen et al. 2000, 1056; Polejaeva et al. 2000, 87). Zečevi su klonirani iz odraslih ćelija 2002. godine. Iste godine naučnici tekšaškog Sveučilišta A&M su klonirali mačku, u prvom pokušaju kloniranja kućnih ljubimaca. Korejski naučnici su klonirali svijetleće mačke i miševe. U Kini su svijetlećoj svinji manipulirali gene, čime je svoju specifičnost prenijela na potomke i oprasila svijetleće mlade. U Tajvanu su 2006. godine klonirane svinje koje u mraku svijetle zeleno. Stvorena je i vrsta akvarijumske ribice koja ima ugrađen gen za proizvodnju fluorescentnog proteina.

2. PRINCIPI I METODE KLONIRANJA

Džejm Votson i Frensis Krik su davne 1953. godine otkrili i objasnili strukturu DNK lanca i time otvorili put za otkrivanje genetskog koda i stvorili mogućnost razvijanja raznih oblika genetskih manipulacija. Savremena genetika pojam gena definiše kao „dio molekula DNK (kod nekih virusa prisutna je samo RNK) koji posjeduje šifru za sintezu nekog funkcionalnog molekula RNK (iRNK, tRNK, rRNK ili snRNK, od engl. *small nuclear RNA*, male jedarne RNK)“ (Đelić i Stanimirović 2004, 17). U savremenoj genetici, stavovi Votsona i Krika se polako napuštaju, budući da je njihova dogma, tzv. *centralna dogma*, smatrala da su geni veoma stabilne jedinice, koje prenose informacije sa jedne generacije na drugu sa gotovo matematičkom preciznošću, kao i da svaki gen u svakom organizmu ima ulogu stvaranja uvijek iste bjelančevine. Prema savremenoj genetici, geni su vrlo promjenljivi i u velikoj mjeri su u zavisnosti od okoline, od raznih spoljašnjih uticaja na ćeliju, te svoje uloge u organizmu mijenjaju, kao i svoju funkciju u određenim sekvencama DNK lanca. Prema centralnoj dogmi, zanemaren je evolutivni napredak, koji svakako donosi određene izmjene (Antonić 2009, 175).

Savremena nauka neke načine razmnožavanja u *in vitro* uslovima naziva kloniranjem. *Inter Academy Panel* je dao definiciju pojma i procesa kloniranja u *in vitro* uslovima: „Kloniranje organizma uglavnom podrazumijeva tehniku pod imenom *transfer jedra tjelesne ćelije (somatic cell nuclear transfer)*, gdje je nukleus (jedro) jajne ćelije jednog organizma (uključujući i genetski materijal) uklonjen i zamijenjen nukleusom tjelesne ćelije uzete iz odrasle jedinice drugog organizma. Ukoliko je takva modifikovana jajna ćelija uspješno podstaknuta na dijeljenje, ona se može razviti do predimplantivne blastocistne faze. Kod reproduktivnog kloniranja, klonirana blastocista se implantira u matericu jedinice ženskog pola, gdje nastavlja da se razvija sve do rođenja. Ukoliko je riječ o kloniranju u istraživačke ili terapijske svrhe, umjesto implantacije u matericu, klonirana blastocista prelazi u kulturu tkiva, kako bi se proizvela linija matičnih ćelija za istraživanje ili kliničku primjenu“ (Antonić i Arsanjani 2006, 165). Kloniranje u *in vitro* uslovima ne odnosi se isključivo na replikaciju čitavog organizma, već i na replikaciju DNK i

RNK lanaca, gena, hromozoma, ćelija i tkiva. Kloniranje samog embriona za cilj može imati kultivisanje matičnih ćelija (*stem cells*), te uzgajanje različitih tkiva ili nastanak dvije individue sa identičnim genetskim materijalom (Šimoković 2002, 172).

Savremena genetika je otišla toliko daleko, da se počelo raditi na tzv. mapama gena kod ljudi. Naučnici su 1985. godine u SAD-u započeli sa projektom mapiranja humanog genoma, ukupne genetske šifre pojedinačnog organizma. Ovaj projekat, nazvan *Human Genome Project*, završen je 2000. godine i pratilo ga je mnogo kontroverzi. Budući da je mogućnost posjedovanja mape ljudskog genoma povlačila za sobom mogućnosti zloupotrebe, što je dovelo do osnivanja tzv. ELSI (*Ethical, Legal, Social Implications*) programa koji je za cilj imao da objasni, ali i predloži pristup, odnosno mogućnosti korištenja novih naučnih dostignuća (Zergolern-Čupak 2006, 34). Postavlja se pitanje da li će se ljudski i drugi organizmi „čitati” kao mape?! Da li će se mape upotrebljavati ili zloupotrebljavati?!

2.1. Tehnike kloniranja

Razlikujemo tri tehnike kloniranja:

1. *Tehnologija rekombinantne DNK* zasniva se na prenosu dijela DNK iz jednog organizma u samorecplirajući genetički element. Ova metoda upotrebljava se još od 1970. godine.
2. *Reproduktivno kloniranje* je stvaranje jednog ili više genetski identičnih organizama (životinja), na način da se jedro (sadrži DNK) iz ćelije jednog organizma ubaci u jajnu ćeliju drugog organizma, iz koje je prethodno odstranjeno jedro, i kroz nju pusti struja. Ovim se postupkom postiže sjedinjenje jedra i citoplazme jajne ćelije. Jajna ćelija se tada počinje dijeliti kao da je oplodena i ima potencijal stvaranja nove jedinke. Embrion se nakon toga implantira u uterus surogat majke. Izvještajem Evropske grupe za etiku (EGE), od novembra 2000. godine je zabranjeno reproduktivno kloniranje, jer se smatra etički neprihvatljivim (Dragojević-Dikić i sar. 2004, 89).

3. *Embryo cloning* ili *embryo splitting* je postupak kada se embrion, sastavljen od četiri do osam ćelija, cijepa da bi se dobilo više klonova sa željenim genetskim kompozicijama (Delić, 2008). Poznato je i tzv. *pozicijsko kloniranje*. To je proces identifikacije gena, koji uzrokuje ciljani fenotip, a koji se temelji na položaju gena na genomu. Taj proces uključuje izradu genskih karata (mapa), analize povezanosti te korišćenje bioinformatičkih alata. Kod ovog pristupa nije nužno poznavanje biohemijske osnove bolesti, kao ni poznavanje produkta gena. Životinje se fenotipiziraju i genotipiziraju velikim brojem polimorfnih genskih biljega na jednakim udaljenostima u cijelom genomu. Taj se postupak naziva skeniranje genoma. Prednost takvog pristupa je u tome što se pretražuje cijeli genom, te se smanjuje mogućnost preskakanja nekog dijela genoma koji može nositi važan gen.

3. PRIMJENA KLONIRANJA

Budući da su geni podložni anomalijama izazvanim različitim faktorima sredine (radioaktivno zračenje, hemijski agensi i sl.), mapa organizma oboljelog čovjeka bi u izvjesnoj mjeri odstupala od normalne mape. Naučnici rade na izradi tzv. *morbidne* mape, koja bi trebalo da utvrdi sve moguće genske anomalije različitih DNK sekvenci i čitavih hromozoma. Na taj način, bilo bi moguće izdvojiti malformirane i zamijeniti ih normalnim genskim sekvencama, a sve to na osnovu razlike između normalne fizičke i morbidne mape. Kod nekih bolesti kao što je Daunov sindrom, ovakve nepravilnosti uočljive su u genetskom materijalu svake ćelije organizma, a kod nekih su ove anomalije prisutne samo na određenim ćelijama ili tkivima (neke vrste kancera, leukemija, sistemske bolesti imunog sistema, cistična fibroza). Savremeni genetičari, biofizičari i medicinari su zajedničkim naporima uspjeli da utvrde da izvjesne bolesti svoj uzrok imaju upravo na nivou genskih oštećenja, te se moderni načini liječenja sve više kreću u smjeru djelovanja na same gene. Ovakvih bolesti ima oko 7000, a načini liječenja, prema stavovima medicine, uslovljeni su procesima kloniranja gena i genskih sekvenci (Zergolern-Čupak 2006, 36). U slučaju ovakvih bolesti, način liječenja bi predstavljao kloniranje DNK sekvenci, čitavih DNK lanaca, gena,

hromozoma, ali i stvaranje tzv. matičnih ćelija, takođe, pomoću kloniranja.

Genske terapije (gene repair therapy) mogu se podijeliti u dvije osnovne grupe, one koje izmjenom genetskog materijala oboljele ćelije i njihovom implantacijom u oboljelo tkivo pokušavaju da zamijene ostale oboljele ćelije, i druge, tzv. vektorske terapije, kod kojih se ćelija sa izmijenjenim genetskim materijalom ponaša kao neka vrsta „majstora“ i pokušava da popravi ostale oboljele ćelije (Antonić 2009, 177).

Kloniranje je našlo široku primjenu u istraživačke svrhe u raznim oblastima. Tako je određeni broj DNK gen serija rezistentnih na bolesti klonirano iz divljih vrsta suncokreta (*Helianthus argofillus*) primjenom izvedenih kombinacija vezanih nukleusa nekih vrsta biljaka sa rezistentnim genima. Pregledom ovih rezultata vidljivo je da je utvrđena sličnost sa poznatim rezistentnim genima NBS2, NBS5 – NBS-LRR klasa rezistentnih gena suncokreta (*Helianthus annuus*), RLG5, c27 – homolozi soje (*Glycine max*) rezistentnih gena FRGA-A5-NBS-LRR srodnik rezistentnih gena jabuke (*Malus domestika*). Ovi rezultati pokazuju da srodnici rezistentnih gena, kada se uvećaju sa izvedenim kombinacijama, predstavljaju izvore za „hvatanje”, mapiranje i kloniranje rezistentnih gena (Shevelukha et al. 2003, 7). Pregledom rezultata (Tarailo i sar. 2007, 272) vidljiva je upotreba kloniranja u istraživačke svrhe, gdje su vršena ispitivanja u pogledu utvrđivanja karakteristika, rodnosti, kvaliteta grožđa i otpornosti prema značajnijim bolestima i niskim zimskim temperaturama klonova *Ruländer 2-54 GMi Szürkebarat B-10* i sorte *Pinot gris*. Na osnovu rezultata ispitivanja klonova *Ruländer 2-54 GM, Szürkebarat B-10* i standardne sorte *Pinot gris* je uočljivo da su klonovi u pogledu visine prinosa, u istim uslovima i istom vremenskom razdoblju, nadmašili standard. Veći prinosa grožđa kod klonova u odnosu na standard nije negativno uticao na kvalitet. U pogledu osjetljivosti prema značajnijim bolestima i otpornosti prema niskim zimskim temperaturama ispitivani klonovi su na nivou standardne sorte *Pinot gris*. U ovakvim i sličnim istraživanjima upotreba kloniranja je, vjerovatno, opravdana, ukoliko ne izaziva negativne posljedice.

Tehnologijom nuklearnog transfera je izvedeno kloniranje miša, zeca, svinje i ovce. Ova metoda ima naučni, biomedicinski i komercijalni

značaj. Ovakvim kloniranjem se mogu proizvesti vaccine, spašavati ugrožene vrste. Nuklearni transfer se može koristiti kod humanog infertiliteta. Cilj primjene biotehnoške metode kloniranja u animalnoj proizvodnji je povećanje proizvodnih rezultata i favorizovanje plus varijanti. Naime, to je proces u kojem se geni životinje sa željenim karakteristikama unose u neoplođenu jajnu ćeliju. U teoriji, tom se metodom mogu proizvesti goveda i svinje sa više mesa i boljim imunološkim sistemom. U praksi, tim se postupkom u velikom broju proizvode životinje sa anomalijama koje ne mogu preživjeti. Biotehnoške metode u razmnožavanju životinja omogućava i međunarodni transport i trgovinu zamrznutim embrionima, te se tako smanjuje rizik prenošenja zaraznih bolesti, jer u nekim slučajevima nije potreban transport živih životinja. Biotehnologija omogućava aplikaciju drugih tehnologija koje imaju dodatne primjene, kao što su: seksiranje, genetske pretrage, seksiranje sperme i proizvodnja transgenih životinja. Direktna prednost kloniranja u animalnoj proizvodnji je ta što kloniranje može poslužiti za povećanje broja embriona dobijenih superovulacijom, dok za istraživanja identične životinje obezbjeđuju veliku prednost u odnosu na slučajno uzgojene životinje (Hasler 1992, 2870).

4. BIOTEHNOLOŠKI PATENTI – PRAVNI ASPEKTI

Svi biotehnoški postupci uređeni su zakonom i odgovarajućim propisima. Ranije to nije bio slučaj, te su neki eksperimenti prvo izvođeni, a potom se pričalo o njihovom pravnom statusu. Mnoge metode i proizvodi savremene biotehnologije se smatraju patentima. Iz tog razloga svaki vid „stvaranja” nečega biotehnoškim postupkom počinje sa patentiranjem. Biotehnoška otkrića moraju zadovoljiti osnovne pravne uslove da bi jedan pronalazak mogao steći patentnu zaštitu. Uslovi koji moraju biti zadovoljeni su sadržani u članovima Evropske konvencije o patentima, a to su: nivo novosti, nivo inventivnosti i nivo industrijske primjenljivosti. Prema ovim i sličnim aktima ne mogu se patentirati: metode za liječenje ljudskog ili životinjskog organizma operacijom ili tretmanom, dijagnostičke metode koje se izvode na ljudima i životinjama, biljne i životinjske vrste, te značajni biološki

procesi za proizvodnju životinja i biljaka. Mogućnost patentiranja ostavljena je mikrobiološkim procesima i proizvodima, kao i lijekovima ili hirurškim instrumentima koji se koriste u liječenju ljudi ili životinja. Zakonodavstvo Evropske unije je donijelo mnoga podzakonska akta koja bliže regulišu ovo područje naučno-tehnološkog istraživanja. Tako u Direktivi EU 98/44/EC pod nazivom Biotehnoška patent direktiva (EU Directive 98/44/EC Biotech Patent Directive) iz 1998. godine stoji: *otkrića u vezi sa pojedinim ljudskim, životinjskim ili biljnim genima ili sekvencama gena i njihove funkcije se mogu patentirati; ljudsko tijelo kao cjelina u bilo kojoj fazi nastanka i razvoja se ne može patentirati, kao ni kloniranje čovjeka, postupci koji vode ka ljudskom kloniranju i korišćenje embriona u industrijske ili komercijalne svrhe* (Raičević i sar. 2010, 371). Evropska patent organizacija se bavi prijemom zahtjeva za patente iz oblasti biotehnologije, koje prihvata ili odbacuje, a u skladu sa teorijom i praksom propisanog evropskog patent zakonodavstva. Učestalije patentiranje iz ove oblasti se javlja od 90-ih godina prošlog vijeka. Tako, primjena genetski modifikovanog goveđeg hormona rasta na kravama je počela 1992. godine, u cilju veće proizvodnje mlijeka, a patentirana je od strane korporacije Monsanto iz SAD-a. Uprava za hranu i lijekove SAD-a donijela je odluku o primjeni modifikovanih hormona. Ova uprava je odobrila i upotrebu genetski modifikovanog paradajza, koji se proizvodio, takođe, u SAD-u, iako je bilo poznato da takav paradajz sadrži gen otporan na antibiotike koji djeci prenosi otpornost na standardne antibiotike koji se upotrebljavaju. Uredba Evropske unije kojom je bilo dozvoljeno patentiranje gotovo svih oblika života je bila na snazi do 1995. godine. Nakon kloniranja ovce Doli, grupa naučnika iz Škotske, Jan Vilmut, Kejt Kembel i drugi sa edinburškog Roslin instituta, podnijeli su patentni zahtev toliko širok da obuhvata isključivo pravo nad svim kloniranim sisarima, uključujući i ljude. Edinburški patent 2002. godine (iako ne u potpunosti u skladu sa Evropskom patent konvencijom), na modifikovanim ljudskim i životinjskim ćelijama je počeo sa radom na embrionalnim matičnim ćelijama. Srpski genetičar Miodrag Stojković je prvi u Evropi klonirao humani embrion i patentirao stem ćelije (Raičević i sar. 2010, 369).

Zakonska regulativa Republike Srpske zabranjuje upotrebu genetički modifikovanih organizama i proizvoda od genetički modifikovanih

organizama. U članu 3. Zakona o genetički modificovanim organizmima, stoji „*Upotreba genetički modificovanih organizama i proizvoda od genetički modificovanih organizama obuhvata uvođenje genetički modificovanih organizama i proizvoda od genetički modificovanih organizama u životnu sredinu u svrhu izvođenja ogleđa, demonstracionih ogleđa i razvoja novih sorti i hibrida ili gajenje u komercijalne svrhe modificovanih živih organizama, njihovo stavljanje u promet, rukovanje, prevoz, pakovanje, tranzit preko područja Republike Srpske i prerada genetički modificovanih organizama ili proizvoda od genetičkih modificovanih organizama*“. Prema ovom zakonu, dakle, svaki vid upotrebe i korišćenja biotehnološkim postupcima modificovanih organizama u komercijalne svrhe nije dozvoljen u Republici Srpskoj. Ipak, isti Zakon dozvoljava tzv. ograničenu upotrebu genetički modificovanih organizama u zatvorenim sistemima, a u svrhu naučno-istraživačkog rada. Prema članu 8. ovog Zakona, pomenutim istraživačkim radom mogu se baviti samo pravna lica, koja su registrovana u skladu sa Zakonom o naučno-istraživačkoj djelatnosti. Za bilo kakvu ograničenu upotrebu genetički modificovanih organizama u zatvorenim sistemima, prema Zakonu, potrebno je uraditi elaborat o procjeni rizika izrađen od registrovanog i ovlašćenog pravnog lica, prema kome se može tačno odrediti stepen rizika upotrebe i rada sa genetički modificovanim organizmima. Ograničena upotreba genetički modificovanih organizama u zatvorenim sistemima se klasifikuje prema članu 8. (4) na četiri stepena rizika: *a) prvi stepen odnosi se na upotrebu u kojoj su rizici zanemarljivi; b) drugi stepen odnosi se na upotrebu u kojoj su rizici mali; c) treći stepen odnosi se na upotrebu u kojoj su rizici značajni i d) četvrti stepen odnosi se na upotrebu u kojoj su rizici veliki*. Zakonodavstvo Republike Srpske ispitivanje, kontrolu i praćenje genetički modificovanih organizama, kao i proizvoda od genetički modificovanih organizama vrši putem ovlašćenih laboratorija. Pomenutim zakonom kažnjiva je bilo kakva upotreba biotehnološkim postupcima dobijenih genetički modificovanih organizama i proizvoda od genetički modificovanih organizama, a kazne imaju formu novčane kazne (Zakon o genetički modificovanim organizmima, 2008, „Sl. glasnik RS“ 103/88). Slične propise daje i Zakon o stočarstvu Republike Srpske, koji članom 56, takođe, predviđa novčane kazne ukoliko se proizvodi genetski materijal,

prenose oplođene jajne ćelije ili se radi neka druga genetska manipulacija bez odobrenja Ministarstva, i bez opravdanih a propisanih mogućnosti upotrebe genetičkog materijala. U članu 8. ovog zakona stoji da „*Genetske manipulacije mogu obavljati naučne institucije kojima Ministarstvo izda odobrenje za obavljanje te djelatnosti. Genetske manipulacije i nasljedni materijal domaćih životinja pod stalnom su kontrolom Ministarstva. Ukoliko Ministarstvo utvrdi da dobijeni rezultati genetskih manipulacija i nasljednog materijala domaćih životinja ne osiguravaju uspješno privredno iskorišćavanje ili su nepovoljni za rast i razvoj organizma, tako dobijen proizvod odnosno organizam mora se uništiti uz prisustvo poljoprivredne inspekcije*“ (Zakon o stočarstvu, 2006, „Sl. glasnik RS“ 34/06).

5. KLONIRANJE – ZA ILI PROTIV

Etičke polemike oko toga da li je kloniranje samo još jedno dostignuće omogućeno napretkom nauke ili je u pitanju poigravanje “božjim moćima” ne gube aktuelnost. Kloniranje – zabluda, obmana ili budućnost? Postavlja se pitanje da li kloniranje prijeti uništenju humane populacije ili doprinosi rješavanju reproduktivne problematike? U svijetu su izražena suprotna mišljenja i stavovi kada je u pitanju ova biotehnološka metoda. Problemi koji prate masovnijiu primjenu kloniranja se javljaju od samog početka njegovog razvoja. Sumnje se javljaju da će ovaj metod biti široko primjenjivan u humanoj populaciji, te bi „stvorene bebe“ svakako imale problem identiteta. Zagovornici terapijskog kloniranja ukazuju da ono ima potencijal za liječenje bolesti kao što su dijabetes, Alchajmerova bolest, Parkinsonova bolest i kancer. Kloniranjem naučnici žele povećati mogućnost transplantacije organa, koji u svijetu predstavlja veliki problem. U svijetu su pokrenuti mnogi projekti kloniranja izumrlih vrsta ili vrsta koje su ugrožene. Smatra se da će se na ovaj način održati i povratiti raznovrsnost živih bića na Zemlji. Sa druge strane, postoje stavovi da upravo kloniranje ugrožava raznovrsnost živog svijeta, stvara prijetnju ljudskom dostajanstvu čineći nasljednost bespomoćnom. Ubacivanjem ljudskih gena u životinje postiže se određena modifikacija, odnosno veća sličnost sa organima

čovjeka. Ovo dovodi do mogućnosti da se životinje koje nose dijelove nasljednog materijala čovjeka nađu na trpezi, te do prenošenja nepoznatih infekcija iz jednog organizma u drugi. Postoji opasnost masovne pojave mesa i drugih proizvoda animalnog porijekla na tržištu porijeklom od kloniranih životinja. Kao poremećaji kloniranja navode se: neuobičajeno veliki klonovi i placente, neobjašnjivi respiratorni problemi, problem u cirkulaciji, oslabljen imuni sistem, te brže starenje. Među neuspjeha kloniranja se ubraja činjenica da stvoreni klonovi veoma brzo uginu. Mnogi uginu prije navršenih tri do pet dana, neki dožive mjesec, a neki godinu ili dvije. Svi oni, ipak, žive mnogo kraće od drugih predstavnika svoje vrste, koji su na svijet došli prirodnim putem. Uzrok njihovih uginuća najčešće je neka bezazlena upala ili bolest koja izaziva temperaturu, protiv koje klonirani organizmi ne mogu da se izbore, jer nisu u stanju da proizvode dovoljnu količinu antitijela za borbu protiv bolesti.

ZAKLJUČAK

Napredak nauke i tehnologije je neizbježan i nezaustavljiv. Znanje iz genetike i genetičkog inženjeringa raste, kloniranje već dugo nije samo fantastika, to je stvaranje i rađanje, to je tehnologija. Kloniranje bi bilo opravdano ukoliko bi se neizlječive bolesti liječile, te ukoliko bi se na taj način proizvodili rezervni organi za transplantacije. Pozitivan uticaj kloniranja bio bi i u očuvanju ugroženih vrsta i očuvanju raznovrsnosti na Zemlji. Kloniranje bi nas možda moglo uvesti u bolji svijet, ali bez kontrole taj bi svijet mogao postati poguban. Brojne etičke rasprave u svijetu posvećene su kloniranju. Postavlja se pitanje u kojoj je vezi klon sa jedinkom od koje je nastao, da li mu je brat, sestra, sin, kći?! Kome pripada klon?! Ekonomska dobit u vezi sa kloniranjem organizama takođe je tema koja prati ovaj biotehnološki postupak. Da li neke organizme treba klonirati kako bi donijeli profit?! Konačno, da li se takvo poigravanje „isplati“?! Biotehnološki metod kloniranja je metod savremenog doba i sa sigurnošću se u budućnosti mogu očekivati novi rezultati iz ove oblasti. Najvažnije je da su upotreba i korišćenje ovog metoda kontrolisani, te da se ne javljaju zloupotrebe od kojih se strijepi.

LITERATURA

1. Antonić, Sonja, 2009. "Kloniranje kao etički problem." *Journal of philosophy Arhe VI*: 173-183.UDK 602.7: 179.
2. Antonić, Sonja and Arsanjani, M. H., 2006. "Negotiating the UN Declaration on Human Cloning." *The American Journal of International Law* 100: 164–180.
3. Šimoković. M., 2002. „Bioetički aspekti kloniranja.“ *Filozofska Istraživanja* 84. Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 168–198.
4. Hasler, F. John, 1992. "Current status and potential of Embryo Transfer and reproductive technology in dairy cattle". *Journal of dairy Science* 75: 2857–2879.
5. Delić, Mirjana, 2008. *Biotehnološki metod – kloniranje*. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet Banja Luka.
6. Đelić, N. i Stanimirović, Z., 2004. *Principi genetike*. Beograd: Elit Medica.
7. Shevelukha, V. S., Kuklev, M. Y., Karlov G. I. 2003. "Kloniranje i karakterizacija srodnika suncokreta rezistentnih gena klase nbs-lrr." *Acta Agriculturae Serbica* VIII, 15: 3-9. UDC: 631.527.6:633.85.
8. Tarailo, R., Stanković, Snežana, Moši, Ivana, 2007. "Biološke i proizvodne karakteristike nekih klonova sorte *pinot gris* u niškom vinogradarskom podrejonu." *Savremena poljoprivreda* 56: 268–273.
9. Betthausen, J., Forsberg, E., Augenstein, M., Childs, L., Eilertsen, K., Enos, J., Forsythe, T., Golueke, P., Jurgella, G., Koppang, R., Lesmeister, T., Mallon, K., Mell, G., Misica, P., Pace, M., Pfister-Genskow, M., Strelchenko, N., Voelker, G., Watt, S., Thompson S. and Bishop, M., 2000. "Production of cloned pigs from in vitro systems." *Nature Biotechnology* 18: 1055–1059. Doi: 10.1038/80242.
10. Polejaeva, I. A., Chen, S. H., Vaught, T. D., Page, R. L., MullinS, J., Ball, S., Dai, Y. F., Boone, J., Walker, S., Ayares, D. L., Colman, A. and Campbell K., 2000. "Cloned pigs produced by nuclear transfer from adult somatic cells." *Nature* 407: 86–90. Accessed July 27, 2000. Doi: 10.1038/35024082.
11. Zergolern-Čupak, Ljiljana, 2006. *Bioetika i biomedicina*. Zagreb: Pergamena.

12. Dragojević-Dikić, Svetlana, Draganić, Saveta, Dikić, S., Pilija, V. 2004. “ Etičko pravne dileme u tretmanu infertiliteta”, *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 107: 85–91. UDC 616.697:173.
13. Raičević, V., Spasić, S., Glomazić, R. 2010. “Patentno pravo i biotehnologija, ili ko će prvi patentirati ljudski život?” *Pedagoška stvarnost* LVI: 367–390. UDK 347.771:60.
14. Zakon o genetički modifikovanim organizmima. 2008. „Sl. gl. RS“ 103/88. Broj: 01-1604/08.
15. Zakon o stočarstvu. 2006. „Sl. gl. RS“ 34/06. Broj: 01-335 /06.

Mirjana Delić Jović, Engineer of Agriculture
Drgana Ristić, MSc
Slobodanka Vujčić, MSc

MODERN BIOTECHNOLOGY – CLONING

Summary: *Biotechnology and genetic engineering represent modern sciences. Cloning organisms is not considered a science fiction anymore, but now it represents our future. There have been series of justified and unjustified derived biotechnological processes between the first cloned organism and the state where we are today. Cloning is divided into reproductive and therapeutic cloning. The procedure process is explained in the paper. Great hopes are placed into the effects of therapeutic cloning. Biotechnological methods are used as in an attempt to cure diseases now considered incurable. The application of cloning and the other biotechnological methods are taking their place in the fields of agriculture, veterinary medicine, pharmacy, environmental protection and many others. There are many ethical debates around the world about cloning and other biotechnological processes. Thus, there are numerous reasons for and against cloning.*

Key words: *cloning, biotechnology, patents.*

JEL classification: *P16, Q55*