

Kloniranje farmskih životinja - znanstveni izazov pod upitnikom etičnosti i dobrobiti

Ronta, Antonija

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:737199>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-10**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Antonija Ronta, apsolvant

Preddiplomski studij smjera Zootenika

Kloniranje farmskih životinja – znanstveni izazov pod upitnikom etičnosti i dobrobiti

Završni rad

Osijek, 2015. godina

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Antonija Ronta, apsolvant

Preddiplomski studij smjera Zootenika

Kloniranje farmskih životinja – znanstveni izazov pod upitnikom etičnosti i dobrobiti

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. prof.dr.sc. Pero Mijić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Boris Antunović, mentor
3. prof.dr.sc. Mirjana Baban, član

Osijek, 2015. godina

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. KLONIRANJE.....	2
3. POČETCI GENETIKE I KLONIRANJA.....	4
3.1. Kloniranje životinja kroz povijest.....	5
4. SVRHA, KORISTI I UČESTALOST KLONIRANJA ŽIVOTINJA.....	9
5. TEHNIKE I UČINKOVITOST KLONIRANJA FARMSKIH ŽIVOTINJA.....	11
6. ZDRAVLJE I DOBROBIT ŽIVOTINJA UKLJUČENIH U POSTUPAK KLONIRANJA.....	13
6.1. Zamjenske majke.....	13
6.2. Klonovi.....	13
7. TERAPEUTSKO KLONIRANJE.....	16
8. SIGURNOST PREHRAMBENIH PROIZVODA PORIJEKLOM OD KLONIRANIH ŽIVOTINJA I NJIHOVA POTOMSTVA.....	17
9. PERCEPCIJA POTROŠAČA O KLONIRANJU ŽIVOTINJA I ETIČKE DVOJBE.....	18
10. STAV RELIGIJE O KLONIRANJU.....	20
10.1. Sociologija o kloniranju.....	20
11. ZAKONODAVSTVO U PODRUČJU KLONIRANJA ŽIVOTINJA.....	21
12. ZAKLJUČAK.....	24
13. POPIS LITERATURE.....	25
14. SAŽETAK.....	31
15. SUMMARY.....	32
16. POPIS SLIKA.....	33
17. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....	34

1. UVOD

Cilj je ovog rada prikazati razvoj kloniranja, povijest kloniranja, prednosti i nedostatke kloniranja farmskih životinja, utjecaj kloniranja na zdravlje, dugovječnost i dobrobit zamjenskih majki, klonova i njihova potomstva, etičke dvojbe, stav religije i društva, terapijsko kloniranje, najnovije preporuke i zakonodavstvo Europske unije, kao i stavove u Hrvatskoj u području kloniranja farmskih životinja.

Rad se sastoji od devet poglavlja. U prvom poglavlju Kloniranje objašnjeno je kloniranje kao pojam, te kako se ono izvodi. U drugom poglavlju Početci genetike i kloniranja prikazan je povijesni razvoj kloniranja, od samih početaka nastajanja genetike i genetičkog inženjeringa kao znanosti. Drugo poglavlje se sastoji od cjeline u kojoj su navedene neke klonirane životinje od najranijih početaka kloniranja. U središnjem dijelu rada, koje počinje sa trećim poglavljem Svrha, korist i učestalost kloniranja farmskih životinja navodi se svrha, te koristikoje dobivamo kloniranjem farmskih životinja. Četvrto poglavlje Tehnike i učinkovitost kloniranja farmskih životinja navodi tehnike kojima se znanost služi pri kloniranju životinja, te koliko je kloniranje učinkovito. Peto poglavlje Zdravlje i dobrobit životinja uključenih u postupak kloniranja sastoji se od dviju cjelina u kojima se raspravlja o zdravlju surogat majki i klonova te koje su popratne bolesti i kakav je životni vijek kloniranih životinja. Kroz šesto poglavlje Terapijsko kloniranje raspravlja se o mogućim metodama liječenja ljudi pomoću kloniranih životinja.

U sedmom poglavlju Sigurnost prehrambenih proizvoda porijeklom od kloniranih životinja i njihova potomstva analizira se kvaliteta dobivenih prehrambenih proizvoda.

U osmom poglavlju Percepcija potrošača o kloniranju životinja i etičke dvojbe analizira se stav potrošača prema prehrambenim proizvodima od kloniranih životinja.

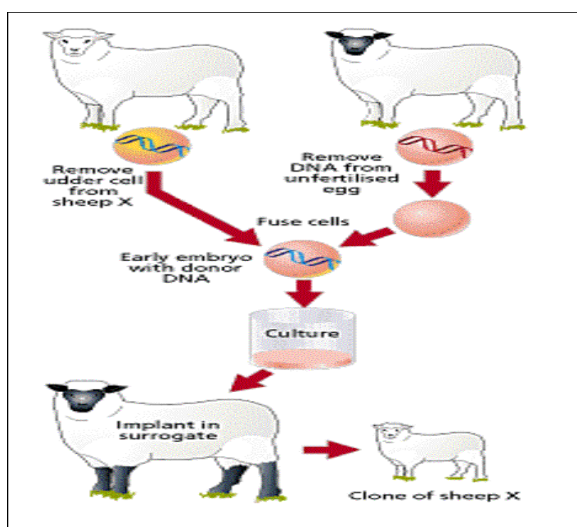
U devetom poglavlju Stav religije o kloniranju i kroz cjelinu tog poglavlja navode se stavovi Crkve i društva koje je oprečnog mišljenja.

Kroz posljednje poglavlje Zakonodavstvo u području kloniranja životinja navode se stavovi raznih političkih dijelova, koje zemlje dozvoljavaju kloniranje, a koje to jasno zabranjuju.

2. KLONIRANJE

Kloniranje u širem smislu označava prirodni ili umjetni razvoj dvije ili više genetički identičnih stanica ili organizama. Pojam „kloniranje” znači nespolno razmnožavanje životinja tehnikom kojom se jezgra stanice pojedinačne životinje prenosi u oocite iz kojih je uklonjena jezgra kako bi se stvorio genetski jednak pojedinačni zametak („klonovi zametka”) koji se nakon toga može implantirati u zamjenske majke za proizvodnju populacije genetski jednakih životinja („klon životinje”) (EC, 2013). “Klon (grčki klon, grana, ogranak, cijepika, kalem, podmladak) označava skupinu jedinki ili pojedinih organizama, nastalih aseksualnim razmnožavanjem, iz jedne seksualnim načinom dobivene jedinke.“ (Kešina, 2005.).

Postupak kloniranja provodi se tako da se iz bilo koje stanice (embrionalne, fetalne ili diferencirane), koja više nije totipotentna, genetički materijal prenosi u jednu zrelu neoplođenu jajnu stanicu odmah nakon ovulacije, a iz koje je prije toga izvađen njen genetički materijal. Zatim se vrlo tankom cjevčicom, pod jakim mikroskopom, probada jajna stanica, te se iz nje vade kromosomi, koji nisu još zatvoreni u staničnoj jezgri, nego su slobodni u staničnoj plazmi. Potom se u takvu priređenu jajnu stanicu unosi jezgra donatorske somatske stanice. Odnosno, drugim riječima, kloniranje sisavaca je zapravo zamjena genetičkog materijala jajne stanice sa genetičkim materijalom diploidne (46 kromosoma) stanice. Potom se nastala stanica uzgaja na hranjivoj podlozi. Kada stanica postane embrij (8 ili 16 stanica nakon zigote) prenosi se u maternicu. (Kešina, 2005.) (Slika 1.)



Slika 1. SCNT metoda kloniranja

Kada govorimo o kloniranju, često najprije pomislimo na kloniranje pod kontrolom čovjeka. U javnosti je manje poznato kako se kloniranje svakodnevno događa u prirodi bez upliva čovjeka. Tako se kloniranje biološki definira kao proces proizvodnje slične populacije koja se sastoji od genetski identičnih individua, a koji se u prirodi odvija kada se organizmi kao što su bakterije, insekti ili biljke razmnožavaju aseksualno. U biotehnologiji, kloniranje se odnosi na proces koji se upotrebljava za kreiranje kopija fragmenata DNA (molekularno kloniranje), stanica (stanično kloniranje) ili organizama. Kloniranjem životinja nastoji se proizvesti genetske kopije virtualno identične svojim donorima, s posljedično identičnim fenotipovima.

Ipak, iako su životinjski klonovi vrlo slični svojim genetskim izvorima, oni im genetski nisu potpuno identični zbog uobičajenih mutacija koje se događaju u kromosomalnom i mitohondrijskom genomu, zbog individualnih varijacija u epigenetskom statusu, kao i zbog učešća citoplazme jajašca primatelja.

O prvom uspješnom kloniranju životinja izvijestio je Institut Roslin u Škotskoj. Ovca Dolly doživjela je šest godina, a danas se čuva preparirana u Kraljevskom muzeju u Škotskoj. (Slika 2.) EFSA (2010) izvještava kako je kloniranje farmskih životinja u svijetu uspješno obavljeno na 22 različite vrste životinja, koje uključuju goveda, svinje, ovce, koze i ekvide.



Slika 2. Ovca Dolly i njeno prvo janje Bonnie

3. POČETCI GENETIKE I KLONIRANJA

Počeci kloniranja vežu se uz 1859. godine kada je britanac Charles Darwin izdao knjigu „O podrijetlu vrsta“. Tvrdio je da se različiti oblici živih bića, odnosno vrste tijekom vremena mijenjaju, a što je uočio proučavajući zebe na pacifičkom otočju Galapagos, gdje ih je pronašao 14 vrsta. Ali nije mogao shvatiti što uzrokuje takve promjene.

U gotovo isto vrijeme austrijski redovnik Gregor Mendel pokušao je pronaći odgovor na pitanje što uzrokuje promjene kod potomaka. Mendel je tijekom osam godina (1858. – 1866.) proučavao grašak, koji je križao: čista linija visokog graška x čista linija niskog graška. Pritom je izdvajao biljke sa određenom osobinom – niske i visoke.

Mendelov rad „Eksperimenti u hibridizaciji biljaka“, objavljen je u znanstvenom časopisu 1866. godine, ali je priznat tek 16 godina nakon njegove smrti.

Godine 1869., švicarski kemičar Johann Miescher, otkrio je proziran, ljepljiv spoj u staničnoj jezgri – DNK (deoksiribonukleinska kiselina), ali nije znao da DNK, kojeg je najprije nazvao nuklein, potom nukleinska kiselina – ima veze sa nasljeđivanjem.

Godine 1906., William Bateson usvaja ideje Mendela, te stvara izraz genetika, odnosno novu znanost koja se temelji na Mendelovu radu. Istraživanja temeljena na Mendelovim idejama su se nastavila i dalje na sveučilištu Columbia, gdje su Thomas Hunt Morgan i njegovi studenti koristili vinske mušice, koje su dolazile na smrad trulećih banana. Oni su otkrili na koji način geni određuju hoće li biće biti mužjak ili ženka. Došli su do otkrića od čega se sastoje geni i gdje se pojedini geni nalaze. Ti su istraživači genetiku učinili eksperimentalnom znanosti.

Istraživanjima na vinskim mušicama, te korištenjem X-zraka na njima, došlo se do otkrića da X-zrake uzrokuju povećanje broja mutanata među njihovim potomstvom. Tako je postalo jasno da radijacija može također uzrokovati mutacije i na čovjeku. Također je postalo jasno da svaki gen nosi informaciju o stvaranju jednog proteina.

Nakon niza istraživanja mnogih znanstvenika, 1920. godine genetičari su otkrili da određene osobine određuje više gena. Promjene gena uzrokuju promjene u osobinama.

Godine 1953. na temelju fotografija DNK, koje je izradila Rosalind Franklin u istraživanjima kristalografijom X-zrakama, James Watson i Francis Crick došli su do konačnog zaključka da se svaka molekula DNK sastoji od dva kostura sastavljena od niza malih molekula šećera deoksiriboze i fosfata, te da nosi nasljedne informacije.

Godine 1972. dvojica molekularnih biologa Stanley Cohen i Herbert Boyer izmislili su „genetičko inženjerstvo“ kroz razgovor. Oni su izvodili eksperimente na *E. coli*. To razdoblje počinje imati veliku ulogu, te nastaje i pojam kloniranje.

U eksperimentu na *E. coli*, jedan je plazmid nosio gen koji je omogućavao bakterijama otpornost na antibiotik tetraciklin, a drugi plazmid, suprotnog djelovanja, omogućavao je bakterijama otpornost na antibiotik kanamicin. Vratili su promijenjene plazmide u bakterije, te su ih uzgojili na hranjivoj podlozi koja je sadržavala antibiotike. To je bio prvi put da je čovjek „preselio“ gene iz jednog živog bića u drugi, a što je rezultiralo nakon toga da geni normalno rade.

Ovo otkriće počelo je koristiti mnogim znanstvenicima na stvaranju novih organizama, genetski modificiranih. (Yount, 1997.).

„Hans Spemann, genijalni njemački embriolog, osmislio je roslinski eksperiment gotovo šezdeset godina prije Dollyna rođenja, ali nije bio u stanju iznaći način kojim bi jezgru izdvojene stanice prebacio u praznu jajnu stanicu. Svoju je ideju nazvao „fantastičnom“, što je i bila.“ (Klotzko, str. 27.).

Postanak živih bića zanimao je i mnoge filozofe i znanstvenike, poput Aristotela, koji je radio istraživanja na kokošnjim embrijima. (Klotzko, 2005.).

3.1. KLONIRANJE ŽIVOTINJA KROZ POVIJEST

Do danas je diljem svijeta klonirano više od 6000 farmskih životinja (Pickett, 2010.), a ovo su kronološki neka od njih:

- Godine 1885. metoda kloniranja izvedena je po prvi puta na morskim ježićima. (Dević Jović i sur., 2013.). Hans Driesch je na morskim ježićima dokazao da nakon snažnog protresanja svaka stanica od dvostaničnog embrija postaje totipotentna. (Klotzko, 2005.)
- 1952. godine Robert Briggs i Thomas King klonirali 27 punoglavaca. (Dević Jović i sur., 2013.).
- 1953. godine James D. Watson i Francis H.C.Crick predložili model dvostruke uzvojnice DNA. Time se objasnila njena građa i struktura, te biološka funkcija, odnosno da su genetičke informacije pohranjene u DNA. (I. Kešina, 2000.).

- Godine 1961. F. Jacob i J. Monod dolaze do otkrića da mRNA (messenger RNA) prenosi poruke sa DNA na proteine. Tim je slijedom otkrića stvorena metodologija rekombinantne RNA. (I. Kešina, 2000.)
- Godine 1970. John Gurdon uspješno je klonirao žabu. (Dević Jović i sur., 2013.).
- Karl Illmensee prvi je znanstvenik, koji je 1979. godine uspješno klonirao sisavca – miša – nuklearnim transferom iz ranih embrijskih stanica. Ali do ovce Dolly nitko to nije uspio ponoviti. (Klotzko, 2005.).
- Randall Prather je 1986. godine klonirao kravu iz stanice ranog embrija transferom jezgre. On je imao vrlo važnu ideju o korištenju organa za transplantaciju od genetski modificiranih svinja, što je bio velik korak u budućnost, kao i veliko pitanje. (Klotzko, 2005.).
- Godine 1996. Nakon 277 neuspjelih pokušaja, znanstvenici na institutu u Škotskoj klonirali su ovcu Dolly. Ovce klonirane godinu dana prije Dolly, na istom institutu bile su Megan i Morag. (Klotzko, 1997.)
- 1997. godine klonirana ovca Polly, koja je sadržavala ljudski gen. (Dević Jović i sur., 2013.).
- Godine 1998. Iz jednog miša klonirano je 50 miševa kroz tri generacije. Havajski tim je mikroinjiciranjem jezgre od stanica iz vrha repa odraslog miša klonirao miševe, a za poticanje embrionalnog razvoja koristili su kemijske supstance. (Klotzko, 2005.) Te iste godine bio je i pokušaj kloniranja osam teladi od jedne krave, od kojih je samo četiri telića preživjelo tek jednu godinu.
- 1999. godine klonirana je ženka majmuna, imena Tetra. (Dević Jović i sur., 2013.).
- Sljedeće 2000. godine klonirana je prva svinja (*Sus scrofa*). (Onishi i sur., 2000.) 2000. godine znanstvenici biotehnoške kompanije Infigan, klonirali su kravu pasmine holstein, imena Mandy, a koja je prodana na aukciji za više od 80 000 \$. (Klotzko, 2005.)
- 2002. godine uspješno su klonirani zečevi prenošenjem jezgre iz odraslih somatskih stanica. (Chesné i sur., 2002.) Te iste godine klonirana je i mačka (*Felis domesticus*) prenošenjem stanične jezgre donora u bezjezgrenu jaje. (Shin i sur., 2002.).(Slika 3.)



Slika 3. Mačka donor i surogat mačka sa kloniranim mačićem

- Godine 2003. kloniran je prvi konj imena Prometea, identičan surogat majci. (Galli i sur., 2003.). A iste godine kloniran je i prvi štakor ženskog spola, imena Ralph. (Ziyi Li i sur., 2003.)
- Godine 2004. kloniran je miš iz senzoričkog živca za mirise. (Eggan i sur., 2004.).
- Potom su 2005. godine klonirani prvi psi (*Afghan hounds*) iz odrasle somatske stanice, klonirani su *in vivo*, nakon dugog pokušavanja dobivanja rezultata metodom *in vitro*, koja nije bila uspješna. (Chun Lee i sur., 2005.).
- 2005. godine, južnokorejski znanstvenik Hwang WooSuk klonirao je psa, imena Snuppy, klon psa Tei, koji je bio DNA donor. Od tada dr. Wang klonirao je još mnogo pasa, te je poznato da mnoštvo ljudi plaća Whangovoj kompaniji „Sooam Biotech“, kako bi im napravili klonove njihovih pasa. (Hwan Woo Suk i sur., 2005.).
- Godine 2007. U Južnoj Koreji pod vodstvom istog znanstvenika klonirana je ugorežna vrsta vuka (*Canis lupus*). Dva se klona istog vuka nalaze izloženi javnosti u zoološkom vrtu u Južnoj Koreji. Zovu se Snuwolf i Snuwolffy. (Woo Suk i sur., 2007.), (Sanderson, 2007.) (Slika 4.)



Slika 4. Klonirani vukovi Snuwolf i Snuwolffy

Jedna od zanimljivosti je da su korejski znanstvenici uspjeli kloniranjem stvoriti svjetleće mačke i miševe. Dok su kineski znanstvenici stvorili svjetleću svinju manipulacijom gena, što je ista prenijela na svoje potomke. (Dević Jović i sur., 2013.)

Vrhunac kloniranja dogodio se na Tajvanu, gdje su znanstvenici klonirali svinje, koje su svijetlile zeleno u mraku. (Dević Jović i sur., 2013.)

4. SVRHA, KORISTI I UČESTALOST KLONIRANJA FARMSKIH ŽIVOTINJA

Kloniranjem farmskih životinja nastoji se proizvesti zdravo i plodno potomstvo, najčešće za proizvodnju mesa i mlijeka, postupkom kloniranja somatskih stanica (Watanabe, 2011). Ono omogućuje izbor tzv. „elitnih“ životinja koje u tom slučaju apsolutno prenose svoj genetski potencijal na potomstvo. On može biti interesantan u smislu veće proizvodnosti ili s druge strane veće otpornosti na bolesti. Ukratko, ove razloge mogli bismo svrstati u kategoriju ekonomskih. No, koliko su oni opravdani gledano etički, sa stanovišta zdravlja i dobrobiti, pa čak i u ekonomskom pogledu?

Genetska selekcija na visoku mlječnost danas je glavni čimbenik u ugrožavanju zdravlja i dobrobiti mlječnih krava, dok je genetska selekcija svinja na brzi prirast dovela do kardiovaskularnih problema i povećane učestalosti bolesti ekstremiteta (EFSA, 2009). Nasuprot tome poželjne tjelesne mjere moguće je dobiti prirodnom selekcijom, a one primjerice u krmača utječu na njihovu pravilnu interakciju s prasadi (Ostović i sur., 2012), a u konja na sportske osobine (Baban i sur., 2009).

Države članice EU potvrdile su da se u Uniji životinje trenutačno ne kloniraju u svrhu proizvodnje (EC, 2013), a proizvođači hrane naveli su kako trenutačno nemaju interes da proizvode životinje kloniranjem u svrhu proizvodnje hrane, no ipak su istaknuli su kako je za održanje konkurentnosti neophodan pristup genima visoke učinkovitosti uključujući materijal za razmnožavanje klonova.

Drugačija je situacija u zemljama kao što su Argentina, Australija, Brazil, Kanada i SAD, koje su potvrdile da se na njihovom državnom području životinje kloniraju, no ne navode u kojoj mjeri (EC, 2013). U Brazilu, Kanadi i SAD-u klonove registriraju privatna poduzeća. U Kanadi je pravna situacija u području kloniranja slična onoj u EU, tj. hrana proizvedena od klonova životinja smatra se novom i za nju je potrebno odobrenje prije stavljanja na tržište. Argentina, Australija, Brazil, Kanada, Novi Zeland, Paragvaj i SAD istaknuli su da mjere treba temeljiti na znanosti, te da one ne bi trebale biti ograničavajuće za trgovinu više nego što je potrebno za ispunjivanje legitimnih ciljeva.

Kao puno opravdaniji razlog za kloniranje farmskih životinja od onoga za proizvodnju hrane ističe se očuvanje genetskih resursa ugroženih životinjskih vrsta i pasmina (Arat i sur., 2011.). Činjenica je da se danas pojedine vrste domaćih životinja, posebice primitivnijih pasmina, nalaze u stanju ugroženosti vrste, a brojnost populacija pada ispod kritične granice. Gubitak ovih vrijednih genetskih resursa znači nemogućnost korištenja izvornih pasmina u selekciji jer su ishodišni geni nezamjenjivi, dok je morfološka varijabilnost ishodišnih

pasmina izuzetno bitna za selekciju (Šprem i sur., 2011). Gubitak izvornih pasmina značio bi narušavanje biološke raznolikosti i veliki udar na savjest čovječanstva. No, postavlja se pitanje koliko je kloniranje dobra alternativa i posežemo li čiste savjesti za ovim alatom.

5. TEHNIKE I UČINKOVITOST KLONIRANJA FARMSKIH ŽIVOTINJA

Najčešće korišteni postupci kloniranja životinja su „somatic cell nuclear transfer“ (SCNT), pri kojemu se mogu koristiti nukleusi različitih somatskih stanica odraslih životinja, te „embryonic cell nuclear transfer“ (ECNT), kada se kao donor nukleusa koristi rani embrionalni stadij. Posljednjih 10-15 godina, SCNT tehnika uzela je primat pred ECNT tehnikom jer omogućava širi izbor jezgri istog fenotipa, predodabir spola klona i izbor između širokog spektra željenih poznatih fenotipa.

Kako bi se kloniranje uspješno obavilo, neophodno je pažljivo odabrati donora nukleusa koji nosi željeni genetski materijal. Ovaj materijal mora imati mogućnost remodeliranja i posljedičnog genetskog reprogramiranja. Nukleus se zatim unosi u jajnu stanicu bez nukleusa koja je sposobna započeti nuklearno remodeliranje. Ova rekonstruirana jajna stanica mora biti adekvatno stimulirana kako bi inicirala preimplantacijski razvoj. To znači da okolišni uvjeti moraju odgovarati fiziološkim zahtjevima određenog embrija. Postupci koji se provode do ove točke karakteristični su za kloniranje, dok za njima slijede postupci koji su uobičajeni i u drugim vrstama asistiranih uzgojnih metoda. Embrio se prenosi u zamjensku majku, dok se sam porod može obaviti prirodnim putem ili putem carskog reza. Posljednjih godina tehnike kloniranja dosta su uznapredovale boljim poznavanjem promjena koje se događaju u jezgri nakon njezina unošenja u citoplazmu jajašca, kao i o utjecaju vanjskih čimbenika na razvoj embrija. Ipak, Watanabe i Nagai (2011) izvještavaju kako se učestalost preživljavanja prenesenih embrija i teladi klonova nije povećala u razdoblju od 1998. do 2007. godine.

U svrhu SCNT kloniranja nuklearna DNA donorove somatske stanice prenosi se u neoplođenu jajnu stanicu. Somatska stanica donora mora se reprogramirati kako bi bila sposobna za razvoj različitih tkiva. Još uvijek glavni uzrok neuspješnosti velikog broja kloniranja ostaje nekompletno reprogramiranje genetskog materijala (epigenetsko reprogramiranje), što često vodi k neželjenim ekspresijama gena u vrijeme preimplantacijskog ili fetalnog razvoja. Posljedično, javljaju se zdravstvene teškoće u novorođenčadi i mladih životinja, a suboptimalno nuklearno reprogramiranje smatra se glavnim uzrokom patologije i uginuća klonova (EFSA, 2012). Chen i sur. (2010) povezali su nepravilan razvoj pluća u klonova s poremećajem reprogramiranja gena Mash 2 (abnormalna metilacija gena), koji igra važnu ulogu u embriogenezi. Tu je još prisutan i problem česte pojave abnormalne implantacije i formiranja placente nakon prijenosa SCNT

embrija u zamjensku majku, što posljedično izaziva većinu problema povezanih s dobrobiti zamjenske majke u vrijeme poroda.

Za očekivati je da će se težnje znanstvenika za povećanje učinkovitosti kloniranja i smanjenje učestalosti posljedičnih problema odvijati na dvije razine. Prva je unaprjeđenje tehnike rukovanja somatskim stanicama donora i jajašca (bez jezgre) primatelja na razini rekonstrukcije embrija i aktivacijskih uvjeta. Druga razina je poboljšanje *in vitro* uvjeta u ranoj fazi razvoja embrija u svrhu poželjnog remodeliranja jezgre i genetskog reprogramiranja. Najviše objavljenih znanstvenih radova vezanih za poboljšanje tehnika kloniranja farmskih životinja odnosi se na životinjske vrste kravu i svinju, a kao mjerilo učinkovitosti kloniranja u ovih životinja uspoređivao se broj zdravih klonova u juvenilnom stadiju u odnosu na broj primatelja SCNT embrija (surogat majki). EFSA (2012) smatra kako učinkovitost kloniranja ne možemo uspoređivati s učinkovitošću uobičajenih uzgojnih metoda jer svrha kloniranja i nije biti njihovom alternativom. Stoga se preporuča usporedba uspješnosti kloniranja s *in vitro* oplodnjom (*in vitro* fertilisation – IVF). U goveda je uspješnost IVF na razini od 45 do 60%, dok je uspješnost kloniranja SCNT tehnikom na razini od 6 do 15% (Chavatte-Palmer i sur., 2012), odnosno oko 6% u svinja (EFSA, 2010). Ukoliko stavimo uspješnost IVF tehnike u odnos s SCNT tehnikom, dolazimo do postotka uspješnosti SCNT tehnike u goveda od 13 do 25%.

U pojedinim slučajevima provode se i tehnike rekloniranja, odnosno uporabe stanica klonova za proizvodnju novih klonova. Tehnika rekloniranja još je manje učinkovita od kloniranja i pojavljuju se slični zdravstveni problemi u potomstvu kao i u klonova (Wang i sur., 2011).

6. ZDRAVLJE I DOBROBIT ŽIVOTINJA UKLJUČENIH U POSTUPAK KLONIRANJA

Klonirane se životinje uglavnom doimaju zdravima, no većina ih je teško poremećena. Većina ih ne preživi porođaj, a one koje i prežive, uglavnom uginu do puberteta. Kriva ekspresija gena mogući je uzrok tome. Ali mogući su i drugi uzroci. „*Klonovi različitih vrsta životinja imali su prekomjernu težinu.*“ (Klotzko, str.55.) Postavlja se pitanje što je uzrok tome, ima li to veze s kloniranjem ili utjecaj imaju neki drugi faktori.

6.1.ZAMJENSKE MAJKE

U zamjenskih majki, uz uporabu SCNT tehnike pri kloniranju, zdravlje i dobrobit mogu biti značajno ugroženi zbog komplikacija nastalih nepravilnom placentacijom, koje obično prate abortusi, deformacije placente (placentomegalija) ili preveliki fetusi uz gubitak alometrijske regulacije rasta, odnosno pojavu poremećaja poznatijeg pod nazivom „sindrom velike mladunčadi“ (large offspring syndrome, LOS). Procjenjuje se da se ovakvi preimplantacijski i postimplantacijski gubici mogu pojaviti čak u do 70% graviditeta goveda (Chavatte-Palmer i sur., 2012). Schmidt i sur. (2011) izvještavaju o 62% uspješnosti prihvatanja embrija u maternicu zamjenskih majki - krmača pasmine veliki jorkšir, od kojih 26% završava abortusom oko 35. dana graviditeta, a prilikom poroda učestao je nalaz abnormalnosti placente i edematoznog endometrija. Čest je slučaj produljenih graviditeta u zamjenskih majki, što uzrokuje rađanje prevelike mladunčadi i distocije, a pretpostavka je da razlog leži u abnormalnoj produkciji estrogena. Postoje evidentne razlike u metabolizmu zamjenskih majki tijekom graviditeta u odnosu na majke u konvencionalnom uzgoju. Poglavitno se to odnosi na nižu koncentraciju progesterona i glukoze, te višu koncentraciju estradiola i proteina B specifičnog za graviditet, kao i na razlike u transportu glukoze kroz placentu (Hirayama i sur., 2011).

6.2.KLONOVI

U perinatalnom razdoblju do dobi od šest mjeseci (a posebice u prvih 30 dana života) u pojedinih klonova javljaju se zdravstveni problemi kao što su ankiloza zglobova ili respiratorne bolesti. Watanabe (2011) izvještava o 35,3% klonirane teladi uginule uslijed respiratornih bolesti i 11,8% uginule teladi od deformacija srca u dobi od 1 do 3 dana života. Na uzorku od 482 zamjenskih majki teladi, nađene su znakovite razlike u broju mrtvorodne teladi klonova nastalih SCNT tehnikom u usporedbi s konvencionalno rođenom teladi

(16,4% : 4,6%), u broju uginule neonatalne (prva 24 sata života) teladi (14,4% : 1,9%), u broju uginule teladi u dobi od 2 do 150 dana života (23,5% : 4,3%), te u broju uginule teladi u dobi od 150 do 300 dana života (2,5% : 0,5%). Razdoblje nakon dobi od 6 mjeseci u teladi je manje rizično, nema znakovitih razlika u broju uginuća i obično se životinje koje prežive neonatalno razdoblje nastavljaju normalno razvijati u smislu zdravstvenog statusa, prirasta, plodnosti i proizvodnosti (Watanabe, 2011) . Miyashita i sur. (2011) izvještavaju o vrlo dobroj plodnosti krava nastalih kloniranjem SCNT tehnikom oplođenih sjemenom konvencionalnih bikova (u prosjeku tri teleta godišnje).

Prema Watanabeu (2011), težina novorođene prasadi veća je u prasadi klonova u odnosu na prasad dobivenu konvencionalnom oplodnjom krmača. Ipak, ovaj podatak uzimamo s rezervom jer je poznato kako individualna težina prasadi značajno ovisi o veličini legla, kao i o okolišnim uvjetima (Antunović i sur. 2009). Značajniji je podatak kako se 7% SCNT prasadi rađa s malformacijama nogu, srca, dijafragme, jezika ili testisa (Schmidt i sur, 2010). Slično kao i u goveda, prasad koja doživi spolnu zrelost ne pokazuje abnormalnosti, normalno se razvija u standardnim farmskim uvjetima i ima parametre plodnosti slične nekloniranim životinjama.

U teladi klonova dobivenih iz stanica jajovoda uočen je i kromosomski poremećaj u smislu skraćivanja telomera, što se fenotipski odražava u smislu težeg zacjeljivanja rana, alopecija, grube dlake, naborane kože i šepavosti (Miyashita i sur., 2011).

Klotzko (2005.) u svojoj knjizi navodi oštećenja koja se mogu javiti kod kloniranja. Oštećenja su se javila na janjadi koja nisu mogla doći do zraka, jer nisu mogla protjerati krv kroz krvne žile koje su bile čak i oko dvadeset puta šire od normalnih. Druga su oštećenja smežurani bubrezi i nediferencirane stanice jetre nesposobne za svoj rad. Ali se i dalje razmatraju mogućnosti kloniranja svinja u svrhu stvaranja organa za transplantaciju, koji bi koristili u liječenju ljudi, no mnogi su argumenti za i protiv.

Za razliku od kloniranih životinja, u njihovog potomstva nastalih uobičajenom reprodukcijom razvoj teče normalno (Liu i sur., 2010). Zdravstveni problemi koji se javljaju u klonova izostaju u njihovog potomstva nastalog reprodukcijom s neklonovima najvjerojatnije zbog pravilnog reprogramiranja genoma, koji je osnovni problem pri SNTC kloniranju. Tako su prenatalno preživljavanje i težina prasadi slični kao pri reprodukciji neklonova (Watanabe, 2011). Klotzko (2005.) navodi kako je ovca Dolly bolovala od artritisa, a uginula je od neizlječive upale pluća. Naizgled se doimala zdravom. Ključna je bila njena spolna zrelost, Dolly je u normalnim uvjetima na svijet donijela šest janjica, svi su bili normalni. Prvo njeno janje imena Bonnie rođeno je 1998. godine.

EFSA (2012) ističe kako unatoč postojanju vodiča za procjenu zdravstvenog stanja, menadžmenta i dobrobiti životinja uključenih u kloniranje (IETS-HASAC, 2008), zdravstveno se stanje životinja još uvijek ne koristi dovoljno u istraživanjima kao parametar. Umjesto toga, najčešće se uspoređuju stupanj preživljavanja, mrtvorodenost, malformacije, te klinička i kemijska hematologija.

7. TERAPEUTSKO KLONIRANJE

Terapeutsko kloniranje odvija se u dvije faze:

- Prva faza sastoji se od učenja pacijentove diferencirane stanice kako usmjeriti rekonstrukciju organizma kako bi mogla postati jednostanični embrij. Ta diferencijacija se poništi, a potom se ponovno uspostavi.
- Druga se faza također oslanja na diferencijaciju. Pronalazi se način kako temeljne stanice transformirati u stanice za liječenje. (Klotzko, 2005.)

Kako znanost napreduje, odnosno genetički inženjering, tako će se možda moći uz pomoć genetički modificiranih stanica liječiti oboljele.

Kada je riječ o transplantaciji životinjskih organa u čovjeka, javljaju se mnoga pitanja: kako će i hoće li će životinjski organ funkcionirati u ljudskom tijelu? Hoće li imunološki sustav čovjeka odbaciti taj organ? Hoće li taj organ prouzročiti kakvu štetu ili kakvu štetu će prouzročiti u tijelu čovjeka? Ukoliko organizam čovjeka odbaci transplantirani organ, on se u kratkom vremenu, od nekoliko minuta, pretvara u crnu, otečenu, neupotrebljivu masu. (Klotzko, 2005).

Kako je već spomenuto uloga genetičkog inženjeringa, u ovom slučaju konkretno kloniranje, ima primjenu spašavanja života. Poznato je da već sada klonirane, genetski modificirane ovce, koze i krave u svojem mlijeku proizvode protein AAT (alfa-1-antitripsin), koji bi mogao poslužiti u liječenju cistične fibroze. Također je i velika potražnja organa koji bi se mogli transplantirati u svrhu izlječenja ljudi, a potiču od kloniranih životinja.

„Injicirali su ljudske gene u svinje da bi ih učinili prihvatljivijima ljudskom imunološkom sustavu; to je bio temelj rada Davida Whitea.“ (Klotzko, str. 107.).

8. SIGURNOST PREHRAMBENIH PROIZVODA PORIJEKLOM OD KLONIRANIH ŽIVOTINJA I NJIHOVA POTOMSTVA

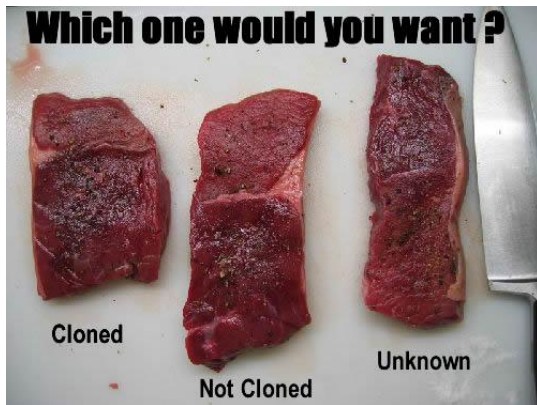
Kao parametri za usporedbu sigurnosti hrane porijeklom od kloniranih životinja ili njihovog potomstva, koriste se ispitivanje kemijskog sastava, probavljivost proteina, izazivanje alergijskih reakcija, genotoksičnost i reproduktivna toksičnost.

S obzirom na razlike u kemijskom sastavu goveđeg mlijeka i svinjskog mesa, Znanstveno vijeće EFSA-e (2008) izvještava kako u studijama usporedbi u sadržaju vode, masnoća, proteina i karbohidrata, te u količini i rasporedu aminokiselina, masnih kiselina, vitamina i minerala nisu nađene razlike između kloniranih i konvencionalno dobivenih životinja. Ito i Watanabe (2011) nisu našli razlike u kemijskim parametrima mesa junadi potomaka konvencionalnih krava osjemenjenih sjemenom SCNT bikova, kao ni u mlijeku potomaka kloniranih majki osjemenjenih sjemenom konvencionalnih bikova. Watanabe (2011) nije pronašao razlike u SCNT goveda i njihovog potomstva u usporedbi s konvencionalnim govedima s obzirom na količinu mlijeka, laktacijsku krivulju, ukupne masnoće i protein, broj somatskih stanica te na tjelesni prirast, osobine klaoničkih polovica i fiziološka svojstva mesa. Ito i Watanabe (2011), također izvještavaju kako u studijama na štakorima nisu nađene značajne razlike u probavljivosti proteina iz mlijeka i mesa kloniranih životinja ili njihovog potomstva. Nisu nađena niti svojstva mesa i mlijeka klonova koja bi izazvala alergijske reakcije (Heyman i sur., 2007). Potencijalnu genotoksičnost i mutagenost praha mlijeka i mesa porijeklom od SCNT kloniranih goveda istražili su Ito i Watanabe (2011) mikronukleus testom na miševima. Autori nisu dobili značajne razlike. Watanabe (2011) je 12 mjeseci hranio štakore mlijekom i mesom porijeklom od SCNT goveđih klonova. Nisu primijećeni nikakvi biološki relevantni indikatori koji bi uputili na razlike u zdravstvenom statusu ili reprodukcijским parametrima u odnosu na štakore hranjene mesom i mlijekom konvencionalnih životinja. Yang i sur. (2011) nisu pronašli niti razlike u bihevioralnim svojstvima (reflektorne i motoričke funkcije, testovi učenja i pamćenja).

Podaci o utjecaju hrane porijeklom od kloniranih životinja drugih vrsta (osim goveda i svinja) još su uvijek nedostadni za izvođenje zaključaka, no za pretpostaviti je da niti ova vrsta prehrane ne bi imala negativan utjecaj na zdravlje. Unatoč podacima o neštetnosti hrane od kloniranih životinja značajno je istaknuti kako hrvatski strateški interes u pogledu sigurnosti hrane nije uključivanje hrane porijeklom od kloniranih životinja u lanac prehrane (Antunović i sur., 2008a).

9. PERCEPCIJA POTROŠAČA O KLONIRANJU ŽIVOTINJA I ETIČKE DVOJBE

Interaktivna komunikacija i uvažavanje mišljenja svih zainteresiranih strana pri procjeni rizika od opasnosti u hrani od neprocjenjivog je značaja za upravitelje rizikom (Antunović i sur. 2008b, Poljak i sur., 2010). Građani EU imaju uglavnom negativnu percepciju o korištenju tehnike kloniranja za proizvodnju životinja u svrhu proizvodnje. Godine 2008. putem Eurobarometra provedeno je istraživanje o percepciji potrošača o kloniranju životinja u 27 zemalja EU (EC, 2008a), dok je 2010. godine provedeno istraživanje u 27 zemalja EU, kao i u pet zemalja izvan EU, o percepciji biotehnologije uz specifična pitanja o kloniranju (EC, 2010a). Velika većina stanovnika EU (81%) izjasnila se da poznaje termin „kloniranje životinja“, da su dugotrajni učinci kloniranja na prirodu nepoznati (84%), kako kloniranje životinja može voditi u kloniranje ljudi (77%), kako je kloniranje nemoralno (61%), te kako kloniranje može smanjiti genetsku različitost unutar populacija životinja (63%). Zanimljiv je podatak kako stanovnici EU imaju podijeljeno mišljenje izaziva li kloniranje životinja nepotrebnu bol, patnje i stres (41% se slaže, a 42% ne slaže s tvrdnjom). Četvrtina stanovnika EU (23%) smatra da je kloniranje životinja u cilju zaštite ugroženih životinjskih vrsta opravdano bez ikakvih ograničenja dok se 44% stanovnika izjasnilo „za“ uz određene uvjete. Samo 16% stanovnika EU odobrava kloniranje životinja bez ograničenja u svrhu povećanja njihove robusnosti (proizvodnosti, otpornosti). Čak 58% stanovnika EU ne prihvaća kloniranje životinja u svrhu proizvodnje hrane. Tri četvrtine ispitanika složilo se kako postoje etički razlozi za neprihvatanje kloniranja životinja, a 69% ispitanika smatra da bi kloniranjem nastao rizik da se životinje tretiraju kao stvari, a ne kao bića sa svojim osjećajima. Samo 16% ispitanika složilo se kako bi kloniranje farmskih životinja bilo značajno za podizanje konkurentnosti europske industrije hrane. Stanovnici EU procijenili su znanstvenike kao najkompetentniji izvor mišljenja o kloniranju životinja, a četvrtina ispitanika istaknula je kako vjeruje isključivo znanstvenicima. Većina stanovnika EU izjasnila se kako ne bi kupovali meso i mlijeko porijeklom od kloniranih životinja, čak i kada bi izvor od povjerenja tvrdio kako je takva prehrana sigurna za zdravlje. Za posebno označavanje, ukoliko bi hrana potomaka kloniranih životinja došla na police trgovina, izjasnilo se 83% ispitanika. (Slika 5.)



Slika 5. Prikaz mesa

Ujedno, Europska grupacija za etičnost u znanosti i novim tehnologijama (EGE) izrazila je mišljenje kako kloniranje životinja u svrhu farmskog uzgoja i proizvodnje hrane ne može biti opravdano, poglavito zbog razine patnji i zdravstvenih problema surogat majki i klonova (EGE, 2008).

10. STAV RELIGIJE O KLONIRANJU

Tijekom prošlog stoljeća, kloniranje je postalo kako socijalnim, tako i etičkim pitanjem. Onog trena kada je kloniranje objavljeno, postalo je jasno da je to sada i teološko pitanje. Kloniranje je više od znanosti i tehnološkog otkrića. Ova znanost izaziva religijska pitanja, kao i zabrinutost koja podiže etički gnjev. Teolozi kažu s obzirom kako su se znanstveni horizonti proširili, te znanost posjeduje „ključ vrata života“, mnogi bi radije željeli da ona ostanu zauvijek zaključana. Čvrsto zagovaraju: ne igrajte se s majkom prirodom, ne glumite Boga. (Cole-Turner, 1997.)

Iako cijenimo postignuća u istraživanju znanosti, moramo se podsjetiti, iako nam znanost nudi nove načine razumijevanja prirode, tehnologija nas suočava sa nečim mnogom složenijim i provokativnijim. Pokazuje novu suštinu. Znanost nam otkriva nove stvari o kojima prije nismo znali ništa, te o njima nismo imali stajalište. Iznosi nam stalno novine, često otkrića do kojih se došlo „padaju u vodu“, to nas tjera na stalno mijenjanje moralnog stajališta. (Waters, 2003.)

Stavovi Crkve iznijeti su u mnogim dokumentima. Papa Ivan XXIII. u enciklici „Mater et Magistra“ iz 1961. godine piše: „*Prenošenje života po naravi povjereno je osobnom i svjesnom činu i kao takvo podložno premudrim Božjim zakonima: te zakone, nepovredive i nepromijenjive, treba priznavati i opsluživati. Zato u ovome nije nikome slobodno služiti se metodama kojima se može prenositi život biljaka i životinja.*“

U pogledu prema kloniranju životinja i biljaka, Crkva iznosi stavove, kloniraju se i klonirat će se.

Korisna strana očituje se kao mogućnost očuvanja nekih ugroženih vrsta. Kloniranje jedinki i stvaranje identičnih, osiromašuje biološku različitost. U pogledu kloniranja životinja Crkva iznosi jasno protivljenje. Ali postavlja se i dalje pitanje zašto klonirati životinje jer postoje prirodne zakonitosti koje valja poštovati. (Pozaić, 1998.)

10.1. SOCIOLOGIJA O KLONIRANJU

Ono što ljudi rade sa životinjama, ne oblikuje značenje što znači biti čovjek. Ali SCNT (somatic cell nuclear transfer) spaja ljude i životinje na različite, posebne načine, te označava veze koje određuju ljudske i životinjske identitete i tijela. Drugim riječima, kloniranje ugroženih vrsta životinja određuje posebnu vezu čovjek – životinja, koja sačinjava sličnosti između čovjeka i životinje. Ali uvijek se postavlja pitanje, kakve će posljedice po čovjeka, imati kloniranje životinja kasnije u budućnosti, još uvijek se ne zna. (Friese, 2007.)

11. ZAKONODAVSTVO U PODRUČJU KLONIRANJA ŽIVOTINJA

Kloniranje životinja u svrhu proizvodnje hrane smatra se novom tehnikom i stoga u skladu s EU legislativnim okvirima potpada u regulativu koja se odnosi na novu hranu (EC, 1997), što znači da je za stavljanje takve hrane na tržište neophodna dozvola, odnosno odluka koja se temelji na procjeni rizika. U SAD-u je Food and Drug Administration (FDA) na temelju nedostatka dokaza o štetnosti hrane porijeklom od kloniranih životinja još 2006. godine dozvolila proizvodnju i stavljanje na tržište hrane porijeklom od kloniranih životinja, i to bez obaveze označavanja takve hrane (Walker, 2007). Ovakav stav izazvao je značajan otpor u Europi, pa čak i u SAD-u, posebice s obzirom na neoznačavanje takvih proizvoda.

Direktiva EC koja se odnosi na dobrobit farmских životinja (EC, 1998) postavlja vrlo općenite i minimalne standarde dobrobiti farmских životinja, ne referira se na postupak kloniranja niti u jednom dijelu, nego samo nalaže zemljama članicama da na nacionalnoj razini zaštite životinje od nepotrebnih patnji i boli. Godine 2008. Europska komisija predstavila je amandmane (EC, 2010b) koji bi uključili specifična pravila za kloniranje neophodna za odobravanje proizvoda (EC, 2008b). Predloženo je da se privremeno na pet godina suspendira uporaba tehnika kloniranja, klonova i hrane dobivene od klonova, kao i da se uđe u trag uvezenom reproduktivnom materijalu klonova. Ipak, dogovor o uključivanju amandmana nije postignut i prijedlog je odbijen u ožujku 2011. godine. Na zahtjev Europske komisije, Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) kao autoritet na području Europske unije u smislu davanja savjeta Europskoj komisiji, putem svojih 16 članova Znanstvenog vijeća (jedan od članova prof.dr.sc. Boris Antunović) i radne grupe sastavljene od šest znanstvenika, dala je svoje mišljenje o eventualnim konsekvencama kloniranja na zdravlje i dobrobit životinja, kao i o sigurnosti prehrambenih proizvoda porijeklom od kloniranih životinja ili njihovih potomaka. (EFSA, 2012). Temeljeno na ovom mišljenju, kao i na percepciji stanovnika EU (EC, 2008a), konzultacijama sa zemljama članicama, zainteresiranim stranama (organizacije koje se bore za prava životinja, farmeri, proizvođači) i trećim zemljama (trgovinskim partnerima), Europska komisija predložila je u prosincu 2013. godine Europskom parlamentu Direktivu o kloniranju farmских životinja (EC, 2013). Prijedlog Direktive predvidio je suspenziju tehnika kloniranja u svrhu proizvodnje hrane, kao i trženje živim životinjskim klonovima. Ipak, uzevši u obzir eventualne prednosti kloniranja od većeg značaja, Direktiva predlaže da zabrana ne vrijedi za kloniranje u svrhu istraživanja, zaštite ugroženih životinjskih vrsta, kao i za proizvodnju lijekova.

Prijedlog Direktive (EC, 2013) upućen je nacionalnim parlamentima EU, pa tako i Saboru RH, a od članica se očekuje osiguravanje primjene jednakih uvjeta na sve uključene u proizvodnju i distribuciju živih životinja diljem EU kroz donošenje zakona i drugih propisa potrebnih za usklađivanje s ovom Direktivom. Očekuje se da bi se u svrhu proizvodnje moglo doći na ideju o kloniranju goveda, svinja, ovaca, koza i kopitara, tako da se područje primjene ove Direktive ograničava na upotrebu kloniranja u svrhu proizvodnje tih pet skupina životinja. Ostavlja se prostor za izmjene Direktive u skladu s nadolazećim znanstvenim spoznajama.

Saborski Odbor za poljoprivredu izjasnio se u ožujku 2014. godine protiv kloniranja domaćih životinja, konkretno goveda, svinja, ovaca, koza i konja te protiv upotrebe klonova u prehrani ljudi. Time je Hrvatska podržala restriktivne mjere, no istaknut je i problem eventualne nemogućnosti stavljanja na tržište potomaka klonova ugroženih pasmina, a kao primjer naveden je istarski boškarin. (Slika 6.)



Slika 6. Istarki boškarin

No, kako je broj istarskih boškarina u posljednjih 25 godina povećan sa 103 na 1300 jedinki, proizlazi da se pravilnim gospodarenjem i pravilnim smještajem i bez kloniranja može zaštititi ugrožene vrste, kao i smanjiti gubitke u mladunčadi domaćih životinja (Antunović i sur., 2009, 2012).

Posebice se prilike nalaze u pravilnom gospodarenju i pronalaženju prednosti ekstenzivnih načina držanja životinja, koje ugrožene pasmine najčešće i zahtijevaju (Antunović i sur., 2010). Harmonizacijom standarda dobrobiti životinja u Hrvatskoj s europskim standardima još će se više povećati zaštita ugroženih životinjskih vrsta i poboljšati uvjete držanja životinja (Wellbrock i sur., 2009). Također, naglašena je važnost označavanje hrane prilikom uvoza mesa iz trećih zemalja, primjerice iz Brazila. Oko ovih zaključaka usuglasili su se i zastupnici u Saboru RH u travnju 2014. godine.

Prijedlog Direktive EU (2013) zabranjuje kloniranje i uvoz kloniranih životinja u EU, kao i prodaju

hrane od kloniranih životinja. No, ona ne zabranjuje uvoz potomaka kloniranih životinja, kao niti njihovog sjemena i embrija, a ne zabranjuje niti stavljanje na tržište hrane od potomaka kloniranih životinja. Prema tome, ukoliko je kloniranje obavljeno u trećim zemljama, ostaje mogućnost europskim farmerima za uzgoj potomstva kloniranih životinja, kao i stavljanje hrane porijeklom od ovih životinja na tržište. Za pretpostaviti je da industrija neće biti zainteresirana za stavljanje proizvoda kloniranih životinja na tržište jer se radi o elitnim životinjama koje služe za rasplod i to ne bi bilo ekonomski opravdano. No, njihovi potomci su nešto drugo.

12. ZAKLJUČAK

SCNT tehnikom kloniranja mogu se proizvesti zdravi klonovi farmskih životinja, no još uvijek je velika učestalost mortaliteta i zdravstvenih problema u klonova, posebice u mladoj dobi, poglavito zbog problema povezanih s reprogramiranjem genoma somatskih stanica donora. Nadalje, zbog problema povezanih s graviditetom, često je ugrožena i dobrobit zamjenskih majki. Znanost ne pokazuje trend da bi se ovi problemi u skoroj budućnosti mogli riješiti. Navedeni zdravstveni problemi javljaju se u kloniranih životinja, ali ne i u njihovom potomstvu. Za sada nema znanstvenih indicija da bi hrana porijeklom od kloniranih životinja imala negativan utjecaj na zdravlje ljudi. Unatoč tome, bilo bi korektno označiti proizvode porijeklom od kloniranih životinja ili njihova potomstva i omogućiti potrošačima izbor na temelju svojih etičkih, moralnih, vjerskih i drugih uvjerenja, isto kao što se to primjerice čini prilikom označavanja jaja iz kaveznog držanja. Znanost teži pronalaženju rješenja kako pomoću kloniranih životinja i njihovih genetički modificiranih proizvoda terapijskim kloniranjem liječiti čovjeka, ali je ono prema trenutnim istraživanjima znanstveno i zdravstveno nemoguće i etički neopravdano. Kako je kloniranje i teološko pitanje, Crkva ističe jasan stav da je ono nehumano i nemoralno. Kloniranje farmskih životinja u svrhu proizvodnje hrane znanstveno je, moralno i etički neopravdan postupak jer se životinje nepotrebno izlaže patnjama i boli.

13. POPIS LITERATURE

1. Antunović, B., A. Mancuso, K. Capak, V. Poljak, T. Florijančić (2008a): Background to the preparation of the Croatian food safety strategy. *Food Control*, 19(11):1017-1022.
2. Antunović, B., Gordana Kralik, Wiebke Wellbrock, B. Njari, Mirjana Baban, P. Mijić, Z. Steiner, Dž. Hajrić (2010): Extensive versus modern animal husbandry – pros and cons. *Acta agraria Kaposvariensis*. 14 (2010), 2; 7-16.
3. Antunović, B., Laura Vargović, D. Cvrković, Katarina Kundih, R. Spajić, V. Sili, D. Hižman, Ž. Pavičić, M. Ostović (2012): Biosecurity measures in intensive pig production. *Poljoprivreda*, 18:2012(1), 60-64.
4. Antunović, B., M. Baban, V. Dobranić, V. Margeta, P. Mijić, B. Njari, Ž. Pavičić, V. Poljak, Z. Steiner, W. Wellbrock (2009): Influence of housing system on stillbirth and mortality rate in preweaning pigs farrowed by different gilt breeds. 17th International Symposium “Animal Science Days” (15-18 September 2009, Abamo Terme, Padova, Italy), *Italian Journal of Animal Science*, 8(Suppl.3):193-195.
5. Antunović, B., R. Rubil, V. Poljak, V. Dobranić (2008b): Interactive communication – a new model of communication on risks in food. *Meso*, 6(10):474-479.
6. Arat S, Caputcu AT, Akkoc T, Pabuccuoglu S, Sagirkaya H, Cirit U, Nak Y, Koban E, Bagis H, Demir K, Nak D, Senunver A, Kilicaslan R, Tuna B, Cetinkaya G, Denizci M and Aslan O, 2011. Using cell banks as a tool in conservation programmes of native domestic breeds: the production of the first cloned Anatolian Grey cattle. *Reproduction Fertility and Development*, 23, 1012-1023.
7. Baban, Mirjana, I. Ćurik, B. Antunović, M. Čačić, N. Korabi, P. Mijić (2009): Phenotypic correlations of stride traits and body measurements in Lipizzaner stallions and mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 29(6):513-518.
8. Chavatte-Palmer P, Camous S, Jammes H, Le Cleac'h N, Guillomot M and Lee RSF, 2012. Review: Placental perturbations induce the developmental abnormalities often observed in bovine somatic cell nuclear transfer. *Placenta*, 33 Suppl, S99-S104.
9. Chen J, Li D-J, Zhang C, Li N and Li S-J, 2010. DNA Methylation Status of Mash2 in Lungs of Somatic Cell Cloning Bovines. *Progress in Biochemistry and Biophysics*, 37, 960-966.

10. Chesné, Patrick, Adenot, Pierre G., Viglietta, Céline, Baratte, Michel, Boulanger, Laurent & Renard, Jean-Paul, (2002.), doi:10.1038/nbt0402-366; Cloned rabbits produced by nuclear transfer from adult somatic cells; <http://www.nature.com/nbt/journal/v20/n4/abs/nbt0402-366.html>(datum posjeta: 02.01.2015.)
11. Chun Lee, Byeong, Min Kyu Kim, Goo Jang, Hyun Ju Oh, Fibrianto Yuda, Hye Jin Kim, M. Hossein Shamim, Jung Ju Kim, Sung Keun Kang, Gerald Schatten & Woo Suk Hwang, (2005.), doi:10.1038/436641a; Dogs cloned from adult somatic cells; <http://www.nature.com/nature/journal/v436/n7051/full/436641a.html> (datum posjete: 02.01.2015.)
12. Cole-Turner, Ronald (1997.), Human cloning: religious responses; https://www.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=jBMyg7-V0JwC&oi=fnd&pg=PR7&dq=religious+about+cloning&ots=xDHTEMbFGC&sig=PN73i8iP01JZF6MrGQyVgP_yB4A&redir_esc=y#v=onepage&q=religious%20about%20cloning&f=false(datum posjeta: 03.02.2015.)
13. Delić-Jović, Mirjana, Ristić, Dragana, Vujičić, Slobodanka; Savremena Biotehnologija- Kloniranje; Časopis za poslovnu teoriju i praksu, (2013.), Godina V, Broj 9-10, ISSN: 2232-8157.UDK:005.96; http://www.univerzitetps.com/sa/images/stories/Casopis_Poslovne_studije/poslovne_studije_ix-x.pdf#page=357(datum posjete: 02.01.2015.)
14. EC (1997): Regulation (EC) N° 258/97 of the European Parliament and the Council of 27 January 1997 concerning novel foods and novel food ingredients.
15. EC (1998): Council Directive 98/58/EC of 20 July 1998 concerning the protection of animals kept for farming purposes OJ L 221, 8.8.1998, p. 23.
16. EC (2008a): Europeans' attitudes towards animal cloning. Analytical Report. Flash Eurobarometer 238, The Gallup Organisation. Available on: http://ec.europa.eu/food/food/resources/docs/eurobarometer_cloning_en.pdf
17. EC (2008b): Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on novel foods COM(2007) 872 final of 14.1.2008.
18. EC (2010a): Special Eurobarometer, Biotechnology report, October 2010
19. EC (2010b): Report from the Commission to the European Parliament and the Council on animal cloning for food production COM (2010) 585 of 19.10.2010 suggested to (i) to suspend temporarily the use of the cloning technique, clones and

of food from clones for five years; (ii) to trace imported reproductive materials of clones.

http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/docs/20101019_report_ec_cloning_en.pdf

20. EC (2013): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the cloning of animals of the bovine, porcine, ovine, caprine and equine species kept and reproduced for farming purposes. Brussels, 18.12.2013 COM(2013) 892 final 2013/0433 (COD).

21. EFSA (2008): Food Safety, Animal Health and Welfare and Environmental Impact of Animals derived from Cloning by Somatic Cell Nucleus Transfer (SCNT) and their Offspring and Products Obtained from those Animals. *The EFSA Journal*, 767, 1-49.

22. EFSA (2009): Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on the overall effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *The EFSA Journal* (2009) 1143, 1-38

23. EFSA (2010): Update on the state of play on animal cloning. *The EFSA Journal*, 8 (9): 1784, 21 pp.

24. EFSA (2012): Update on the state of play of Animal Health and Welfare and Environmental Impact of Animals derived from SCNT Cloning and their Offspring, and Food Safety of Products Obtained from those Animals. *EFSA Journal* 2012; 10(7):2794. [42 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2794. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal

25. EGE (2008): Ethical aspects of animal cloning for food supply 16 January 2008:

26. Friese, Carrie, (2007.), *Enacting Conservation and Biomedicine: Cloning Animals and Endangered Species in the Borderlands of the United States*; <https://www.google.hr/books?id=XdTOSLhgiPYC&printsec=frontcover&hl=hr#v=onepage&q&f=false> (datum posjeta: 03.02.2015.)

27. Galli, Cesare, Lagutina, Irina, Crotti, Gabriella, Colleoni, Silvia, Turini, Paola, Ponderato, Nunzia, Duchi, Roberto & Lazzari, Giovanna, (2003.); doi:10.1038/424635a; Pregnancy: A cloned horse born to its dam twin; <http://www.nature.com/nature/journal/v424/n6949/pdf/424635a.pdf> (datum posjete: 02.01.2015.)

28. Heyman Y, Chavatte-Palmer P, Berthelot V, Fromentin G, Hocquette JF, Martignat L and Renard JP, 2007. Assessing the quality of products from cloned cattle: An integrative approach. *Theriogenology*, 67, 134-141.
29. Hirayama H, Sawai K, Hirayama M, Hirai T, Kageyama S, Onoe S, Minamihashi A and Moriyasu S, 2011. Prepartum Maternal Plasma Glucose Concentrations and Placental Glucose Transporter mRNA Expression in Cows Carrying Somatic Cell Clone Fetuses. *Journal of Reproduction and Development*, 57, 57-61.
http://ec.europa.eu/bepa/european-group-ethics/docs/publications/opinion23_en.pdf
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_en.pdf
30. IETS-HASAC (the IETS Health And Sanitary Advisory Committee (HASAC)), 2008. Health Assessment and Care for Animals Involved in the Cloning Process. A consensus recommendation from the International Embryo Transfer Society.
31. Ito Y and Watanabe S (National Institute of Livestock and Grassland Science (NARO), Japan), 2011. Characteristics of Milk/Meat Derived from Progeny of Somatic Cell Cloned Cattle.
32. Kešina, Ivan, (2000.), **Genetika i genetičko inženjerstvo - povijest, šanse i opasnosti;**
http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=61426(datum posjete: 26.10.2014.)
33. Kešina, Ivan, (2005.), **Etika terapeutskog kloniranja i manipuliranja maticnim stanicama;**http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=39537(datum posjete: 26.10.2014.)
34. Klotzko, Arlene Judith, (2005.) Sam svoj klon: Znanost i etika kloniranja
35. Liu H-B, Lv P-R, He R-G, Yang X-G, Qin X-E, Pan T-B, Huang G-Y, Huang M-R, Lu Y-Q, Lu S-S, Li D-S and Lu K-H, 2010. Cloned Guangxi Bama Minipig (*Sus scrofa*) and Its Offspring Have Normal Reproductive Performance. *Cellular Reprogramming*, 12, 543-550.
36. Miyashita N., Kubo Y., Yonai M., Kaneyama K., Saito N., Sawai K., Minamihashi A., Suzuki T., Kojima T. and Nagai T., 2011. Cloned Cows with Short Telomeres Deliver Healthy Offspring with Normal-length Telomeres. *Journal of Reproduction and Development*, 57, 636-642.

37. Onishi, Akira, Iwamoto, Masaki, Akita, Tomiji, Mikawa, Satoshi, Takeda, Kumiko, Awata, Takashi, Hanada, Hirohumi, Perry, Anthony C.F. (2000.), Vol.289 no.5482pp. 1188-1190; Doi: 10.1126/science.289.5482.1188; Pig Cloning by Microinjection of Fetal Fibroblast Nuclei;
<http://www.sciencemag.org/content/289/5482/1188.short> (datum posjeta: 02.01.2015.)
38. Ostović, M., Ž. Pavičić, Alenka Tofant, Anamaria Ekert Kabalin, S. Menčik, D. Potočnjak, B. Antunović (2012): Sow parity, body length, postural changes and piglet crushing. Vet. arhiv 82, 319-326.
39. Pickett, Heather, (2010.), Farm Animal Cloning: report;
<https://www.ciwf.org.uk/media/3816935/farm-animal-cloning-report.pdf> (datum posjete: 12.12.2014.)
40. Poljak, V., E. Pavić, M. Katalenić, B. Antunović (2010): Food, hazard sin food and food safety risk communication. Zbornik radova 22. znanstveno-stručno edukativni seminar DDD i ZUPP 2010: Djelatnost dezinfekcije, dezinfekcije, deratizacije i zaštite uskladištenih, Pula, Croatia, 24-26 March, 2010, pp 29-43.
41. Pozaić, Valentin, (1998.), Povodom kloniranja;
http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=2525 (datum posjete: 02.01.2015.)
42. Sanderson, Katharine, (2007.); doi:10.1038/news070430-4; Wolf clones confirmed; <http://www.nature.com/news/2007/070430/full/news070430-4.html> (datum posjete: 02.01.2015.)
43. Schmidt M, Kragh PM, Li J, Du Y, Lin L, Liu Y, Bogh IB, Winther KD, Vajta G and Callesen H, 2010. Pregnancies and piglets from Large White sow recipients after two transfer methods of cloned and transgenic embryos of different pig breeds. Theriogenology, 74, 1233-1240.
44. Schmidt M, Winter KD, Dantzer V, Li J, Kragh PM, Du Y, Lin L, Liu Y, Vajta G, Sangild PT, Callesen H and Agerholm JS, 2011. Maternal endometrial oedema may increase perinatal mortality of cloned and transgenic piglets. Reproduction Fertility and Development, 23, 645- 653.
45. Shin, Taeyoung, Kraemer, Duane, Pryor, Jane, Ling, Liu, Rugila, James, Howe, Lisa, Buck, Sandra, Murphy, Keith, Lyons, Leslie & Westhusin, Mark, (2002.), doi:10.1038/nature723; Cell biology: A cat cloned by nuclear transplantation;

<http://www.nature.com/nature/journal/v415/n6874/full/nature723.html> (datum posjete: 02.01.2015.)

46. Šprem, N, Marina Piria, H. Novosel, T. Florijančić, B. Antunović, T. Treer (2011): Morphological variability of the Croatian wild bord population. Šumarski list br. 11-12, 575-583.

47. Walker, S. C. (2007). "Comparison of meat composition from offspring of cloned and conventionally produced boars". *Theriogenology*67 (1): 178–184.

48. Wang H, Zhang JX, Zhao MB, Zhang XL, Sun QY and Chen DY, 2011. Production and health assessment of second-generation cloned Holstein cows derived by somatic cell nuclear transfer. *Animal Reproduction Science*, 126, 11-18.

49. Watanabe S (National Institute of Livestock and Grassland Science (NARO)), 2011. Somatic Cell Cloned Cattle and Their Progeny Produced in Japan: A Report for Animal Health and Characteristics of Animal Products.

50. Watanabe S and Nagai T, 2011. Survival of embryos and calves derived from somatic cell nuclear transfer in cattle: a nationwide survey in Japan. *Animal Science Journal*, 82, 360-365.

51. Waters, Brent, Cole-Turner, Ronald (2003.), *God and the Embryo: Religious Voices on Stem Cells and Cloning*;

https://www.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=Bu3G8i8AEhC&oi=fnd&pg=PR7&dq=religious+about+cloning&ots=yzr5m0u6is&sig=brQVu6gmKMSLZ1lhQV4i9uDGkUw&redir_esc=y#v=onepage&q=religious%20about%20cloning&f=false

(datum posjeta: 03.02.2015.)

52. Wellbrock, W., S.J. Oostig, B.B. Bock, B. Antunović, Gordana Kralik (2009): Harmonisation of welfare standards for the protection of pigs with the EU rules: the case of Croatia. 17th International Symposium "Animal Science Days" (15-18 September 2009, Abamo Terme, Padova, Italy), Main paper. *Italian Journal of Animal Science*, 8(Suppl.3):21-38.

53. Yang B-C, Lee N-J, Im G-S, Seong H-H, Park J-K, Kang J-K and Hwang S, 2011. A Diet of Somatic Cell Nuclear Transfer Cloned-Cattle Meat Produced No Toxic Effects on Behavioral or Reproductive Characteristics of F1 Rats Derived from Dams Fed on Cloned-Cattle Meat. *Birth Defects Research Part B-Developmental and Reproductive Toxicology*, 92, 224-230.

54. Yount, Lisa (1997), *Genetika i genetičko inženjerstvo*

14. SAŽETAK

Kloniranje farmskih životinja teoretski otvara mogućnosti za brojne prednosti, kao što su brži uzgoj, te jača otpornost i robusnost životinja. Posebice se koristi od kloniranja pronalaze u primjeni za proizvodnju lijekova ili u očuvanju genetskih resursa ugroženih životinjskih vrsta. Ipak, kloniranje farmskih životinja još uvijek je vezano uz određene teškoće koje se javljaju primjenom tehnika kloniranja. Kao najučestalije ističu se razvojne abnormalnosti, ugroženo zdravlje i dobrobit u perinatalnom i juvenilnom razdoblju, posebice u teladi i prasadi, sindrom velike mladunčadi, te problemi tijekom graviditeta zamjenskih majki. Čak i uz napredak znanosti i usavršavanje metoda kloniranja, čime bi se reducirali navedeni problemi, ostaju etičke dvojbe, koje se posebice odnose na kloniranje životinja za proizvodnju hrane. U radu se analiziraju prednosti i nedostaci kloniranja farmskih životinja, etičke dvojbe, najnovije preporuke i zakonodavstvo Europske unije, kao i stavovi u Hrvatskoj u području kloniranja farmskih životinja.

15. SUMMARY

The cloning of farm animals theoretically opens opportunities for a number of advantages, such as faster growing, strengthened resistance and robustness of animals. In particular, the benefits of cloning are founded in the application for the production of drugs or to conserve genetic resources of endangered animal species. However, cloning of farm animals is still related to certain difficulties that occur by using cloning techniques. As the most common, there are developmental abnormalities, effects on the health and well-being in the perinatal and juvenile period, especially in calves and piglets, large offspring syndrome, and problems during pregnancy surrogate mothers. Even with the progress of science and the training methods of cloning, which would reduce those problems; ethical dilemmas remain, which are particularly related to animal cloning for food production. This paper analyses the advantages and disadvantages of cloning farm animals, ethical dilemmas, the latest recommendations and EU legislation, as well as positions in Croatia in field of cloning farm animals.

16. POPIS SLIKA

Slika 1. SCNT metoda kloniranja; preuzeto sa

<http://www.clonesafety.org/cloning/facts/process/>

Slika 2. Ovca Dolly i njeno prvo janje Bonnie; preuzeto sa

<http://www.dnevno.hr/ekalendar/na-danasnji-dan/61489-slavna-ovca-dolly-dosla-na-svijet-1996.html>

Slika 3. Mačka donor i surogat mačka sa kloniranim mačićem; preuzeto sa

http://www.nature.com/nature/journal/v415/n6874/fig_tab/nature723_F1.html

Slika 4. Klonirani vukovi Snuwolf i Snuwolffy; preuzeto sa

<http://www.nature.com/news/2007/070430/full/news070430-4.html>

Slika 5. Prikaz mesa; preuzeto sa <http://techcomm.wikidot.com/are-you-eating-cloned-meat>

Slika 6. Istarski boškarin; preuzeto sa

<http://www.coloursofistria.com/it/gastronomia/delizie-istriane>

17. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

Kloniranje farmskih životinja – znanstveni izazov pod upitnikom etičnosti i dobrobiti

Cloning of farm animals - a scientific challenge under the question mark of ethics and welfare

Sažetak: Kloniranje farmskih životinja teoretski otvara mogućnosti za brojne prednosti, kao što su brži uzgoj, te jača otpornost i robusnost životinja. Posebice se koristi od kloniranja pronalaze u primjeni za proizvodnju lijekova ili u očuvanju genetskih resursa ugroženih životinjskih vrsta. Ipak, kloniranje farmskih životinja još uvijek je vezano uz određene teškoće koje se javljaju primjenom tehnika kloniranja. Kao najučestalije ističu se razvojne abnormalnosti, ugroženo zdravlje i dobrobit u perinatalnom i juvenilnom razdoblju, posebice u teladi i prasadi, sindrom velike mladunčadi, te problemi tijekom graviditeta zamjenskih majki. Čak i uz napredak znanosti i usavršavanje metoda kloniranja, čime bi se reducirali navedeni problemi, ostaju etičke dvojbe, koje se posebice odnose na kloniranje životinja za proizvodnju hrane. U radu se analiziraju prednosti i nedostaci kloniranja farmskih životinja, etičke dvojbe, najnovije preporuke i zakonodavstvo Europske unije, kao i stavovi u Hrvatskoj u području kloniranja farmskih životinja.

Ključne riječi: kloniranje, farmske životinje, etika, dobrobit, sigurnost hrane

Summary: The cloning of farm animals theoretically opens opportunities for a number of advantages, such as faster growing, strengtnes resistance and robustness of animals. In particular, the benefits of cloning are founded in the application for the production of drugs or to conserve genetic resources of endangered animal species. However, cloning of farm animals is still related to certain difficulties that occur by using cloning techniques. As the most common, there are developmental abnormalities, effects on the health and well-being in the perinatal and juvenile period, especially in calves and piglets, large offspring syndrome, and problems during pregnancy surrogate mothers. Even with the progress of science and the training methods of cloning, which would reduce those problems; ethical dilemmas remain, which are particularly related to animal cloning for food production. This paper analyses the advantages and disadvantages of cloning farm animals, ethical dilemmas, the latest recommendations and EU legislation, as well as positions in Croatia in field of cloning farm animals.

Key words: cloning, farm animals, etics, welfare, food safety

Datum obrane: