

Tuotantoeläinten kloonaaminen



Tuotantoeläinten kloonaminen

Tuotantoeläinten kloonaminen

Biotekniikan neuvottelukunnan julkaisu

Kirjoittajat:

Leena Mannonen, kaupallinen neuvos, Maa- ja metsätalousministeriö
Elisa Aaltola, tutkija, Oxford Centre for Animal Ethics
Susanna Ahlström, eläinlääkintöylitarkastaja, Maa- ja metsätalousministeriö
Annikka Marniemi, elintarvike- ja ravitsemusasiantuntija, Suomen Kuluttajaliitto ry
Minnami Mikkola, kotieläinasiainmies, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK r.y
Vuokko Puurula, kotieläinasiainmies, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK r.y
Johanna Vilkki, erikoistutkija, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT

Teksti: biotekniikan neuvottelukunta ja kirjoittajat

Valokuvat: Tapio Tuomela / MTT:n arkisto, kansikuva Yrjö Tuunainen / MTT:n arkisto
Editointi: Elina Kiviharju, tutkija, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (BTNK, siht.)

Julkaisua saa kopioida ja levittää esimerkiksi opetus- ja muissa vastaavissa ei-kaupallisissa tarkoituksissa. Tällöin on kuitenkin mainittava lähde. Suositeltava lähdemerkintä on "Biotekniikan neuvottelukunta 2008: Tuotantoeläinten kloonaminen. 2008, Helsinki"

Julkaisu on saatavissa sähköisesti osoitteessa <http://www.biotekniikanneuvottelukunta.fi> ja tilattavissa painettuna biotekniikan neuvottelukunnan sihteeriltä (sihteeeri@biotekniikanneuvottelukunta.fi).

Biotekniikan neuvottelukunta on valtioneuvoston asettama neuvoa-antava asiantuntijaelin bio- ja geenitekniikkaan liittyvissä kysymyksissä.

ISBN 978-952-00-2688-2 (PDF)

ISBN 978-952-00-2718-6 (nid.)

Taitto: AT-julkaisutoimisto Oy

Sisällysluettelo

Tuotantoeläinten kloonaminen	5
Mitä kloonaminen on	5
Mihin kloonamista voidaan käyttää	7
Kloonatut eläimet elintarvikemarkkinoilla – vaikutus kuluttajille	10
Kloonattujen tuotantoeläinten hyvinvointiin liittyvät kysymykset	13
Hyödynnetäänkö kloonamista	14
Miten tästä eteenpäin	16
Viitteitä, lisätietoa	17
Käsitteitä	18

Tuotantoeläinten kloonaminen

Kaksitoista vuotta sitten syntyi Dolly lammas – klonni, joka herätti huomiota kaikkialla maailmassa. Kloonaus sinällään ei ole uusi ilmiö, sillä identtiset kaksoset ovat luonnollisia kloonveja. Dolly syntyi erityisen tumansiirtoon perustuvan kloonaustekniikan tuloksena. Tämä kloonaustekniikka on vuosien saatossa kehittynyt ja se on herättänyt tutkijoiden kiinnostuksen uutena mahdollisuutena. Tekniikkaa käytetään moniin eri tarkoituksiin, kuten biolääketieteessä, harvinaisten eläinlajien säilyttämisessä ja eläinjalostuksessa. Kloonattujen eläinten hyväksyttävyyden elintarviketuotannossa on kuitenkin herättänyt kansalaiskeskustelua. Vaikka kloonattujen eläinten elintarviketurvallisuudesta on annettu lukuisia myönteisiä asiantuntijalausuntoja, suhtautuvat kuluttajat asiaan varauksellisesti. Suhtautumista ohjaa pitkälti huoli kloonauksen vaikutuksesta eläimen hyvinvointiin ja sen tarpeellisuus yleisemminkin. Tässä esitteessä on koottu tietoa kloonauksesta tekniikkana, tietoa tekniikan käyttösovelluksista sekä pohdintoja elintarviketurvallisuudesta ja kuluttajien suhtautumisesta eläinten kloonaukseen.

Mitä kloonaminen on

Kloonaminen tarkoittaa perimältään samanlaisten yksilöiden tuottamista. Periaatteessa identtiset kaksoset ovat toistensa kloonveja, ja yksinkertaisimmin kloonveja voidaan tuottaa jakamalla alkio kahteen tai useampaan osaan, jotka sitten kehittyvät normaalisti identtisiksi sisaruksiksi. Alkioita jakamalla on Suomessa (MTT) tuotettu mm. identtisiä vasikoita. Tähän tekniikkaan ei ole liitetty erityisiä eläinten hyvinvointiin ja terveyteen liittyviä kysymyksiä.

Keskustelua on herättänyt tumansiirtotekniikalla tehtävä kloonaus (Somatic Cell Nuclear Transfer, SCNT), johon tämä julkaisu keskittyy. Tumansiirrossa hedelmöitymättömän munasolun tuma (haploidi) poistetaan, ja sen tilalle siirretään jonkin muun kudoksen solun tuma (diploidi). Siirrettävä tuma voi olla peräisin joko samasta tai toisesta yksilöstä, alkioista tai aikuisesta. Kun tumattomaan muna-

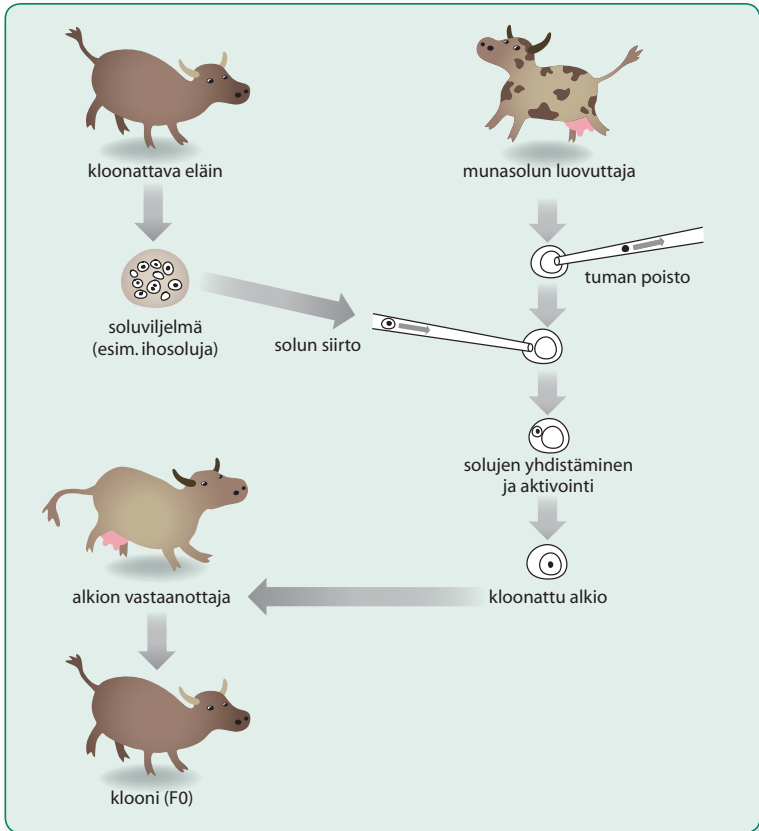
soluun siirretään diploidi tuma, se alkaa tiettyjen käsittelyjen jälkeen jakautua ja erilaistua kuten hedelmöitynyt munasolu. Kehittyvä alkio siirretään sopivassa vaiheessa sijaisemoon jatkamaan kasvua. Ensimmäinen tumansiirtotekniikalla syntynyt nisäkäs oli Dolly-lampas, jonka tuottamiseen käytettiin aikuisen lampaan utareen viljellystä solusta otettua tumaa. Tumansiirtomenetelmällä on pystytty kloonamaan lampaiden lisäksi nautoja, sikoja, hevosia, vuohia, kaneja, kissoja ja koira (ja hiiriä ja rottia).

Ovatko kloonit identtisiä sisaruksia?

Tumansiirrolla tuotetut kloonit eroavat identtisistä sisaruksista kahdella tavalla. Ensinnäkin, koko perimä (DNA) ei sijaitse tumassa, vaan pieni osa siitä on soluliman mitokondrioissa. Munasolussa on myös muita solurakenteita ja luovuttajan geenien tuotteita. Jos siirrettävä tuma on peräisin eri yksilöstä kuin munasolu, tuma joutuu soluun, jonka soluympäristö on erilainen kuin sen oma oli. Tämä voi aiheuttaa eroja varhaiskehityksen aikana.

Toiseksi, erilaistuneen kudoksen solussa vain osa geneistä on toiminnassa kudoksesta riippuen. Perimä (geenien DNA) muokkautuu sukusolujen muodostumisen aikana, siten että erilaistunut geenitoiminta ”nollataan”. Kloonauksessa siirrettävän erilaistuneen solun tumaan geenien uudelleenohjelmoituminen tapahtuu eri tavalla kuin sukusolujen muodostuessa, eikä se aina johda samaan lopputulokseen. Nollaamisen lisäksi osa kasvuun liittyvistä geneistä ohjelmoituu aina sukusolujen muodostuessa toimimaan vanhemman sukupuolesta riippuvalla tavalla. Tämä nk. leimautuminen puuttuu aikuisten solujen geneistä, ja siis kloonauksessa siirrettävästä tumasta.

Edellä mainitut erot aiheuttavat ongelmia alkion ja istukan kehittymisessä, ja ne ovat suurin syy tumansiirtotekniikan alhaiseen onnistumistehokkuuteen.



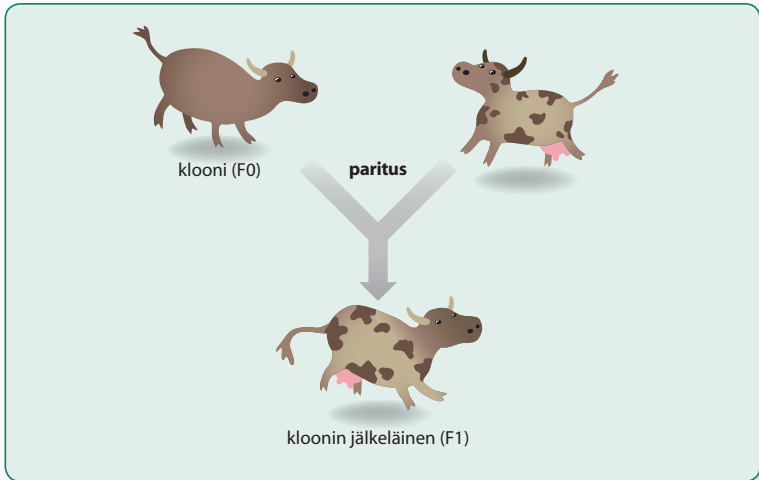
Kuva 1. Tumansiirtokloonauksen päävaiheet. Kloonattavasta eläimestä otetaan tavallisia soluja viljelyyn. Soluviljelmästä solu siirretään munasoluun, joka on peräisin eri eläimestä (luovuttaja).

Luovuttajan munasolusta on ennen siirtoa poistettu tuma. Siirretty solu ja munasolu saadaan yhdistymään sähkökäsittelyllä (niiden solukalvot yhtyvät). Näin muodostuu kloonattu alkio, jonka solulima on peräisin munasolusta ja perintötekijät (kromosomit) kloonattavasta eläimestä.

Kloonattu alkio siirretään sopivassa kiimakierron vaiheessa olevaan vastaanottajaan, joka ei välttämättä ole sukua kloonille tai munasolun luovuttajalle. Tämä sijaisemo synnyttää kloonin (F0), mutta ei periytä sille ominaisuuksia. Kloonit ovat perintötekijöiltään ja ominaisuuksiltaan kloonattavan eläimen kaltaiset.

Mihin kloonauksista voidaan käyttää

Kiinnostus kloonauksen käyttämiseen laajamittaisessa tuotantoeläinten jalostuksessa jäänee vähäiseksi. Tumansiirtotekniikka on kallista. Yhden aikuisen eläimen tuottaminen maksaa noin 10 000 €, mikä



Kuva 2. Kloonin lisääntyminen. Kun klooni (F0) pariutuu tavallisen eläimen kanssa, syntyvät jälkeläiset muodostuvat normaaliin tapaan isän ja emän sukusolujen yhdistyessä ja saavat soluliman emältään sekä puolet perintötekijöistä isältään ja puolet emältään. Kloonin jälkeläisissä (F1) on siis jäljellä puolet kloonattavan yksilön perintötekijöistä, eivätkä ne enää muistuta kloonattua yksilöä.

johtuu erityisesti menetelmän alhaisesta onnistumisasteesta. Keskimäärin alle 10 % vastaanottajaan siirretyistä kloonialkioista kehittyvät syntymään asti, ja syntyneistäkin n. 40 % kuolee erilaisiin kehityshäiriöihin alle puolen vuoden kuluessa. Kloonausta voidaan kuvitella käytettävän poikkeuksellisen arvokkaiden yksilöiden tuottamis- ja lisäämismenetelmänä. Käyttökohteet tulevat valikoitumaan sen perusteella, kuinka merkittävä hyöty kloonauksesta saadaan. Tällöin sekä tekniikan nykyisten korkeiden kustannusten että alhaisen onnistumisprosentin merkitys jää vähäisemmäksi.

Perustutkimus ja lääketieteelliset sovellukset

Kloonit tarjoavat uudenlaisia tutkimusmahdollisuuksia. Kloonien avulla voidaan verrata mm. erilaisten lääkkeiden tai ravinnon vaikutuksia tarkemmin, koska eläinten väliset perimän erot eivät vaikuta vertailuun. Kloonien avulla voidaan myös tutkia yksilönkehityksen tapahtumia ja niihin vaikuttavia tekijöitä entistä tarkemmin. Ensisijaisena tavoitteena tutkimuksella on ollut yhdistää tumansiirtokloonauksen geenien siirtoon. Kun laboratorioissa kasvatettuja soluja muokataan ja

valitaan niistä halutunlaiset solut kloonattaviksi, voidaan tehostaa siirtogeenisten eläinten tuotantoa. Lisäksi voidaan jo muilla menetelmillä tuotettuja siirtogeenisiä eläimiä monistaa kloonamalla. Siirtogeenisten eläinten tuotanto tähtää yleensä lääketieteellisiin tarkoituksiin: tuottamaan esim. maidossa ihmiselle soveltuvia lääkeaineita, toimimaan ihmisen tautien malleina tai tuottamaan elinsiirtoon soveltuvia elimiä.

Eläinjalostus

Eläinjalostuksessa tumansiirtokloonauksen tavoitteena on perimältään arvokkaiden eläinten lisääminen. Esimerkiksi ravihevosta on kloonattu (USA:ssa). Toisaalta perimä vaikuttaa ominaisuuksien ilmenemiseen vain osittain (ominaisuuden periytymisasteen verran), joten lopputuloksena ei välttämättä ole kaikilta ominaisuuksiltaan emoyksilön kaltaisen yksilö, jos yksilön kasvuolosuhteet eivät ole samanlaiset. Myös parhaita, korkean jalostusarvon omaavia keinosiemennyssonneja, on maailmalla kloonattu jotta niiden suotuisasta geeniyhdistelmästä saataisiin enemmän keinosiemennysannoksia myyntiin. Elintarviketuotantoon tarkoitettujen tuotantoeläinten lisäämiseen voitaisiin soveltaa kloonamista, joskin tekniikka tällaisiin tarkoituksiin on vielä melko kallista ja lisää tutkimusta kaivattaisiin menetelmän kehittämisessä. On herännyt myös kiinnostusta lemmikkien kloonamiseen.

Vaikutus monimuotoisuuteen

Tumansiirtokloonausta voidaan käyttää harvinaisten tai lisääntymiskyvyttömiä, kuten parituskumppania vailla olevien, sairaiden, vanhojen tai jopa kuolleiden eläinten lisäämiseen. Esimerkiksi uhanalaisia nautalajeja bantengi (*Bos javanicus*) ja gauri (*Bos gaurus*) on pyritty elvyttämään tällä tavalla.

Toisaalta kloonausjalostus kaventaa perinnöllistä monimuotoisuutta. Kloonaus mahdollistaa suosittujen jalostuseläinten entistä tehokkaamman käytön ja kaupallisen hyödyntämisen. Saman yksilön runsas käyttö johtaa sen geenien alleelien runsastumiseen ja mahdollisesti muiden harvinaisempien alleelien katoamiseen. Geepoolin kaventuminen köyhdyttää jalostuksen mahdollisuuksia jat-

kossa. Kloonaus on tavallaan jalostuksen ”umpikuja”, jossa vain tietty geeniyhdistelmä säilyy. Tavallisella risteytysjalostuksella muodostuu koko ajan uusia geeniyhdistelmiä, joista osa voi olla entistä parempia tai uuteen ympäristöön paremmin soveltuvia.

Kloonatut eläimet elintarvikemarkkinoilla – vaikutus kuluttajille

Koska kloonaustekniikkana on vielä tehoton ja kallis, ei sitä tänä päivänä käytetä suoraan elintarviketuotannossa. Tekniikkaan liittyy myös paljon eettistä pohdintaa vaativia kysymyksiä. Tulevaisuudessa elintarvikekäyttöön voisi tulla sellaisten kloonieläinten jälkeläisiä, joilla on tietty tuotteen laatuun kuten rasvakoostumukseen tai eläimen terveyteen kuten tietyn taudin vastustuskykyyn vaikuttava ominaisuus. Aikuisten terveiden kloonien ja niiden suvullisesti syntyneiden jälkeläisten lihan tai maidon laadussa ei ole alustavissa tieteellisissä kokeissa havaittu eroa perinteisellä jalostuksella tuotettuihin eläimiin. Ei myöskään ole tunnettua biologista syytä olettaa, että elinkykyiset kloonit tai niiden jälkeläiset sisältäisivät ihmiselle haitallisia yhdisteitä tai ominaisuuksia.

Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto, FDA, julkaisi tammikuussa 2008 lausuntonsa, jossa se totesi eläinkloonien ja niiden jälkeläisten olevan hyväksyttäviä myös elintarviketuotannossa. Lausunnossaan FDA oli erityisesti tarkastellut kloonausta naudoilla, sioilla ja vuohilla. Lausunnon mukaan kloonauksesta ei aiheudu erityistä, tekniikkaan sinänsä liittyvää riskiä eläinten terveydelle. Kloonatuista tuotantoeläimistä tai niiden jälkeläisistä saatavien elintarvikkeiden koostumus on samanlainen kuin perinteisin jalostustekniikoin tuotetuista eläimistä saatavien elintarvikkeiden, eikä niihin liity erityistä kloonauksen käytöstä johtuvaa elintarviketurvallisuuteen vaikuttavaa riskiä.

EU:n komissio esitti Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaiselle EFSA:lle, että se pohtisi eläinten kloonauksen vaikutuksia elintarviketurvallisuuteen, eläinten terveyteen ja hyvinvointiin sekä ympäristöön. EFSA totesi heinäkuussa 2008, että kloonieläimiin (pohdinnassa ainoastaan nauta ja sika) ei liity elintarviketurvallisuuteen,

eläinten terveyteen tai ympäristöön vaikuttavia erityispiirteitä, ja että kloonieläimistä saatavat elintarvikkeet olisivat yhtä turvallisia kuin perinteiset eläimistä saatavat elintarvikkeet.

EU:n komission asettama eettinen komitea EGE (European Group on Ethics in Science and New Technologies) on myös pohtinut eläinten kloonausta elintarviketuotannossa. Lausunnossaan tammikuussa 2008 komitea totesi, että sijaisemojen ja eläinkloonien kärsimykset ja niihin liittyvät terveysongelmat huomioiden eläinten kloonauksen elintarvikkeiden tuottamiseksi on eettisesti arveluttavaa. Lisäksi se peräänkuulutti lisää tutkimusta sekä itse kloonauksen osalta, mutta myös kuluttajan asenteista kloonaukseen.

Kuluttajan suhtautumista kloonaukseen on tutkittu

Eurooppalaisten kuluttajien suhtautumista kloonaukseen on selvitetty muutamilla tutkimuksilla, joista sekä vuonna 1999 toteutetussa Eurobarometrissa että vuonna 2005 tehdyssä tanskalaisessa selvityksessä (CeBRA) havaittiin yleinen negatiivinen asenne kloonausta kohtaan. Britannian elintarviketurvallisuusvirasto (Food Standard Agency, FSA) selvitti toukokuussa 2008 kuluttajien suhtautumista kloonaukseen, kloonattuihin eläimiin, niiden jälkeläisiin ja näistä saatuihin elintarvikkeisiin. Kuluttajien pääasialliset huolenaiheet olivat eläinten hyvinvointi ja klooneista peräisin olevien elintarvikkeiden turvallisuus. Vastajien oli hyvin vaikea nähdä kloonauksessa todellisia etuja kuluttajille.

Kuluttajien suhtautumisen selvittämiseksi koko Euroopan laajuisesti, Eurobarometritutkimus uusittiin kesällä 2008. Lokakuussa julkaistussa tutkimuksessa selvisi kuluttajien epäilevän asenteen pysyneen ennallaan. Noin 58 % eurooppalaisista kuluttajista ei missään nimessä hyväksyisi eläinten kloonausta osana elintarviketuotantoa. Yhteensä yli 60 % kuluttajista ei todennäköisesti ostaisi kloonatuista eläimistä peräisin olevaa lihaa tai maitoa. Suurinta osaa kuluttajista arvelutti kloonauksen eettisyys; 69 % ajattelee, että kloonauksen myötä eläimiä kohdeltaisiin enemmän tavaroina kuin eläiminä. Kloonauksen hyötyjä kuluttajille pidettiin myös tässä tutkimuksessa

kyseenalaisina. Kloonauus voitaisiin ehkä jossakin määrin hyväksyä käytettäväksi harvinaisten eläinlajien säilyttämisessä tai eläinten taudinkestävyyden parantamisessa (molemmissa noin 40 % vastaajista).

Kuluttajien asenteita tutkittaessa on todettu, että vastaajilla on hyvä käsitys siitä, mitä kloonauksella tarkoitetaan. Kansalaiset ovat kuitenkin huolestuneita. Eniten kysymyksiä herättävät:

- Kloonieläimistä saatavien elintarvikkeiden turvallisuus
- Kloonauksen hyödyt kuluttajalle
- Kloonieläinten hyvinvointiin liittyvät kysymykset
- Avaintoimijoiden motiivit kloonauksen käytölle
- Lupailaanko teknologiasta liikaa



Vastaajat ovat arvelleet, että päämotiivi kloonaukseen olisi biotekniikan yritysten, karjanjalostajien- ja kasvattajien sekä teollisuuden ja kaupan taloudellinen etu.

Kuluttajatutkimustulosten valossa kloonauksen hyväksyminen elintarviketuotantoon on hyvin epävarmaa. Hyväksyminen edellyttäisi selkeitä hyötyjä aikaisempaan verrattuna ja suhteessa koettuihin riskeihin. Jos kloonauus omaksuttaisiin elintarviketuotantomme, tulee muistaa, että tiedonsaanti on kuluttajan perusoikeus. Kuluttajalähtöisillä selkeillä ja ymmärrettävillä pakkausmerkinnöillä tulee

varmistaa kuluttajan tiedonsaanti ja tietoon perustuva valinnan mahdollisuus. Elintarvikkeiden ylituotanto ja -tarjonta teollisuusmaissa, sekä suositus liha- ja eläinperäisten tuotteiden käytön vähentämiseen niin ympäristö kuin ravitsemuksellisistakin syistä, eivät myöskään anna sysäystä kloonauksen hyväksyntää kohti.

Kloonattujen tuotantoeläinten hyvinvointiin liittyvät kysymykset

Tuotantoeläinten kloonausta ei vielä ole tehty laajassa mittakaavassa. Kloonauksen vaikutuksia tuotantoeläinten hyvinvointiin on tutkittu vasta vähän, minkä vuoksi perusteellinen arviointi on vaikeaa. Erityisesti pitäisi tutkia kloonauksen pitkäkestoisia vaikutuksia eläinten hyvinvointiin. Toistaiseksi kloonaus on hyvin tehotonta, minkä vuoksi vastaanottajaeläimiä tarvitaan suuria määriä suhteessa tuotettujen kloonien määrään. Myös vastaanottajaeläimet altistuvat kloonauksen mahdollisille haittavaikutuksille.

Nykyisin käytössä olevilla menetelmillä on havaittu eläinten hyvinvointia heikentäviä ongelmia. Esimerkiksi kloonatun alkion vastaanottava eläin altistuu hyvinvointia heikentäville tekijöille. Tiineydet keskeytyvät tavanomaiseen tuotantoeläimeen verrattuna useammin myös tiineyden loppuvaiheessa. Naudoilla ja lampailta on todettu kloonauksen aiheuttamia muutoksia istukan toiminnassa tai tavanomaista suurempia sikiöitä. Ylisuuret sikiöt puolestaan aiheuttavat vaikeuksia synnytyksen yhteydessä, jolloin keisarinleikkauksia joudutaan tekemään kloonattuja sikiöitä kantaville muita useammin. Toisaalta tavallisen kokoisen kloonin syntymä ei poikke tavanomaisesta.

Kloonatuilla vasikoilla on havaittu ensimmäisten elinkuukausien aikana selvästi kohonnutta kuolleisuutta. Sioilla on todettu alentuneita syntymäpainoja verrattuna keinosiemennyksellä alkuun saatettuihin porsaisiin. Sen sijaan, kun kloonit ovat selvinneet ensimmäisistä elinkuukausista, terveiden kloonattujen nautojen tai sikojen ja muiden samanikäisten lajitoverien elintoimintojen ei ole havaittu poikkeavan toisistaan.

Kloonattujen nautojen jälkeläisillä ei ole havaittu mitään kloonauksen aiheuttamia epänormaaleja muutoksia elintoiminnoissa ja terveydessä. Kloonattujen vanhempien aiheuttamia muutoksia jälkeläistensä hyvinvointiin ei ole tutkittu.

Eläintuotannon etiikkaa tarkastellaan yleensä kahdesta eri näkökulmasta. Hyvinvointia korostavan kannan mukaan eläinten elinolosuhteita ja kohtelua tulee oleellisesti parantaa. Tuotantokustannusten minimointi tarkoittaa yleensä elintilan, virikkeiden ja eläinlääkärikulujen minimointia. Tuotannon tehostumiseen tähtäävä jalostus on pyrkinyt tuottamaan mahdollisimman lihaksikkaita tai nopeasti kasvavia yksilöitä, mikä taas on johtanut moniin tuotantoeläinten terveysongelmiin. Näkökulman mukaan yhteiskunnan tulisi valvoa ja säädellä tiukemmin eläinten hyvinvoinnin toteutumista.

Eläinten arvoa korostavan kannan mukaan eläintuotantoon kokonaisuudessaan on suhtauduttava kriittisesti. Eläintä ei tule lähestyä ensisijaisesti hyödykkeenä vaan yksilönä, ja eläinten hyväksikäyttö vaikkapa lihansyönnin muodossa on oikeutettua vain silloin, kun se on ainoa keino selviytyä hengissä. Eläin ei ole silkkaa biologiaa, vaan myös aistimuksia, jopa tunteita omaava olento – tästä syystä sitä ei voida kohdella pelkkänä resurssina tai tuotteena.

Elintarviketuotannon lisäksi eläinkloonauksen käyttö lääketieteellisessä tutkimuksessa nostaa esiin eettisiä kysymyksiä. Tällöin joudutaan usein asettamaan vastakkain eläinten hyvinvoinnille aiheutuvat haitat ja ihmisen hyvinvoinnille saavutettavat hyödyt.

Hyödynnetäänkö kloonamista

Monissa Euroopan tutkimuslaitoksissa on tutkittu tumansiirtomenetelmiä ja käytetty kloonausta yhtenä menetelmänä mm. siirtogeenisiä tutkimuseläimiä tuotettaessa. Vain muutama tutkimuslaitos on keskittynyt suuriin tuotantoeläimiin, ja niitä on tuotettu lähinnä tutkimuksen apuvälineiksi. Esimerkiksi Tanskassa on Alzheimerin taudin tutkimuksessa eläinmallina käytetty sikoja.

Kloonattuja tuotantoeläimiä on Euroopassa tällä hetkellä alle 200 kpl. Niitä tai niiden jälkeläisiä ei ole elintarvikeketjussa. Ei myöskään ole tiedossa sellaisia hankkeita, joiden seurauksena kloonattuja eläi-

miä tai niistä saatavia tuotteita kuten maitoa tulisi elintarviketuotantoon. Mikäli kloonaus katsottaisiin Euroopassa hyväksyttäväksi, olisi todennäköistä, että jalostukseen ja lopulta elintarviketuotantoon tulisi lähinnä kloonattujen yksilöiden perinteisesti syntyneitä jälkeläisiä.

Yhdysvalloissa tuotantoeläimiä on kloonattu myös jalostustarkoituksessa, ja kloonattuja eläimiä on siellä tällä hetkellä noin 1 000–2 000 kappaletta. Kloonattujen sonnien jälkeläisten siemenannoksia on ollut myynnissä tuhansia. Nyt kun FDA on antanut lausuntonsa kloonieläinten elintarviketurvallisuudesta, pitkään jatkunut vapaaehtoinen pidättäytyminen kloonatuista eläimistä saatavien elintarvikkeiden saattamiseksi markkinoille on purkautumassa. Epäselvää on kuitenkin se, millä innolla tuottajat tähän teknologiaan tarttuvat.

Kloonausta eläintuotannossa on pohdittu paljon myös Japanissa ja Kiinassa sekä Australian ja Uuden-Seelannin alueella. Uuden Seelannin elintarvikeviranomaisen on antanut lausunnon, jossa se toteaa, että tieteellisesti katsoen kloonatut eläimet elintarviketuotannossa vastaavat turvallisuudeltaan perinteisiä. Mikäli tällaisia elintarvikkeita tulisi markkinoille, niihin sovellettaisiin samoja elintarviketurvallisuuden varmistavia toimia kuin vastaaviin perinteisiin. Japanissa mietitään sääntelyn tarvetta.

Suomessa ei kloonieläimiä

Suomessa ei tällä hetkellä tehdä tuotantoeläinten tumansiirtoon liittyvää tutkimusta, eikä tumansiirtotekniikalla kloonattuja tuotantoeläimiä tai niiden jälkeläisiä ole. Kloonaukseen sovelletaan Suomessa eläinjalostusta ja tuotantoeläinten suojelua koskevia sopimuksia ja säädöksiä. Kloonatuista eläimistä saatavat elintarvikkeet kuuluvat uuselintarvikkeita koskevien EY-säädösten piiriin ja markkinaluvan saaminen edellyttää kattavaa elintarviketurvallisuuden arviointia. Suomessa kloonaukseen liittyviä kysymyksiä käsitellään osana koe-eläintoimintaa koskevaa lainsäädäntöä. Koe-eläiminä käytettäviä tuotantoeläimiä koskevat yleiset tuotantoeläinten pidolle asetetut eläinsuojeluvaatimukset. Eläinsuojelulainsäädännössä säädetään yleisesti eläinten pitoa, hoitoa ja käsittelyä sekä eläimille tehtäviä toimenpiteitä koskevista eläinsuojeluvaatimuksista. Kloonattujen

tuotantoeläinten hoitoa ja niiden pitoa koskevat samat tuotantoeläinten pidolle asetetut eläinsuojeluvaatimukset, kuin muitakin tuotantoeläimiä.

Miten tästä eteenpäin

Tuotantoeläinten kloonauus Euroopassa liittyy tänä päivänä lähinnä tieteelliseen tutkimustoimintaan, jolloin kloonauus on eläinkoe ja sitä säädellään sen mukaisesti. EU-maista ainoastaan Tanskassa on kloonaukseen liittyvää kansallista lainsäädäntöä. Tanskassa on kielletty eläinten kloonaminen tai geenitekkinen muuntaminen muutoin kuin koe-eläinten valvonnasta vastaavien viranomaisten luvalla. Luvan voi saada vain mm. perustutkimukseen, opetustarkoituksiin tai terveyden ja ympäristön suojelun kannalta tärkeisiin tarkoituksiin.

EFSA:n lausunnon pohjalta EU:ssa on käynnistynyt pohdinta siitä, miten eläinten kloonauusta koskevaa lainsäädäntöä pitäisi kehittää, sallittaisiinko kloonieläinten tai niiden jälkeläisten käyttö elintarviketuotannossa, ja jos sallitaan niin milloin edellytyksin. Pohdittavaksi tulisivat paitsi turvallisuuden todentamiseen liittyvät lupamenettelyt, myös eettiset kysymykset sekä se, miten kuluttajalle varattaisiin lopullinen valintaoikeus. Toiveena on esitetty kloonauksen huomioimista kokonaisuutena.

Kuluttajan suhtautuminen kloonaukseen vaikuttaa teknologian omaksumiseen osaksi tuotantoeläinten tuottamista. Ennen kuin kuluttaja on valmis hyväksymään uuden teknologian, siitä tulisi olla todellista hyötyä aikaisempiin käytäntöihin verrattuna. Eläinten hyvinvointiin liittyvät ongelmat ja todellisten kuluttajahyötyjen puuttuminen ovat pääasialliset esteet tämän tuotantotavan hyväksymiselle. Koska teollisuusmaissa on riittävästi elintarvikkeita ja lihan- ja eläinperäisten tuotteiden käyttöä pyritään vähentämään ympäristö- ja ravitsemuksellisista syistä, niin tämäkään ei edistä kloonauksen hyväksyntää. Tiedonsaanti on perustavanlaatuisen kuluttajan oikeus. Jos tuotteita tulee markkinoille, kuluttajalähtöisillä selkeillä ja ymmärrettävillä pakkausmerkinnöillä voitaisiin varmistaa kuluttajan tiedonsaanti ja valinnan mahdollisuus.

Viitteitä, lisätietoa

EFSA – Food Safety, Animal Health and Welfare and Environmental Impact of Animals [Cattle and Pigs] Derived from Cloning by Somatic Cell Nucleus Transfer (SCNT) and their Offspring and Products Obtained from those Animals. Scientific Opinion of the Scientific Committee. 15 July, 2008. The EFSA Journal (2008) 767, 1–49. http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/sc_op_ej767_animal_cloning_en.pdf?ssbinary=true

EGE – Ethical aspect of animal cloning for food supply, Opinion No 23, 16 January 2008. http://ec.europa.eu/european_group_ethics/publications/docs/opinion23_en.pdf

Europeans' attitudes towards animal cloning, Flash Eurobarometer 238, October 2008

- Summary http://ec.europa.eu/food/food/resources/docs/eurobarometer_cloning_sum_en.pdf
- Analytical Report http://ec.europa.eu/food/food/resources/docs/eurobarometer_cloning_en.pdf

Animal cloning and implications for the food chain. Creative Research, U, 14 May 2008, Job No 558/Version 3.

Eläinten käyttäminen tutkimuksessa -esite, KYTÖ Koe-eläintoiminnan yhteistyöryhmä. verkkoversio saatavissa http://wwwb.mmm.fi/koe-elaintoiminta/KYTO_esite_2007.pdf

Animal Cloning and Food Safety, Food and Drug Administration, USA, <http://www.fda.gov/consumer/updates/cloning011508.pdf>

Cloned Animals Research Report, Food Standards Agency, UK, <http://www.food.gov.uk/news/newsarchive/2008/jun/clone>

Food from Cloned Animals, The New Zealand Food Safety Authority (NZFSA). <http://www.nzfsa.govt.nz/policy-law/publications/policy-statements/food-cloned-animals/food-from-cloned-animals-final.htm>

Aaltola, Elisa (2006). ”Eläinten käyttö geenitutkimuksessa”. Veikko Launis & Helena Siipi (toim.) *Geneettinen demokratia*. Unipress.

Holland, Alan & Johnson, Andrew (1998). *Animal Biotechnology and Ethics*. London: Chapman & Hall.

LaFollette, Hugh & Shanks, Niall (1996). *Brute Science: Dilemmas of Animal Experimentation*. London: Routledge.

Nuffield Council on Bioethics (2005): *The Ethics of Research Involving Animals*.

Rollin, Bernard (1995). *Frankenstein Syndrome: Ethical and Social Issues in the Genetic Engineering of Animals*. Cambridge Studies in Philosophy and Public Policy.

Käsitteitä

Alleeli	Geenin vaihtoehtoinen muoto
Diploidi	Solu, eliö tai elonkierron vaihe, jossa tuma sisältää kaksi homologista kromosomiannosta, joista toinen on peräisin isältä ja toinen äidiltä.
DNA	Deoksiribonukleiinihappo, molekyyli, josta lähes kaikkien eliöiden geenit ovat rakentuneet
EFSA	Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto
Eurobarometri	Euroopan komission julkaisusarja, jossa monitoroidaan EU-kansalaisten yleistä mielipidettä ajankohtaisiin teemoihin

FDA	U.S. Food and Drug Administration, Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto
FSA	Food Safety Agency, Ison-Britannian elintarvikevirasto
Geeni	Perinnöllistä ominaisuutta ohjaava DNA-jakso, joka sisältää tiedon proteiinin tai RNA-molekyylin valmistamiseksi.
Geeniinsiirto	Yhdistelmä-DNA-tekniikoilla aikaansaatu geeni-muuntelua
Haploidi	Solu tai yksilö, jolla on yksinkertainen kromosomisto
Identtinen	Samannunainen, perimältään täysin samankaltainen
Kloonaus	Perimältään samanlaisten yksilöiden tuottaminen
Mitokondrio	Soluelin, jossa soluhengitys tapahtuu
Munasolu	Naaraan sukusolu eli naarasgameetti
Perimä	Lajin, yksilön tai solun sisältämä perinnöllinen aine eli perinnöllinen informaatio, synonyymi genomi
SCNT	Somatic cell nuclear transfer, somaattinen tumansiirto, kloonaustekniikka
Solulima	Solukalvon sisällä, mutta tumakalvon ulkopuolella olevat solun nesteet ja organellit
Tuma	Tumakotelon ympäröimä soluelin, joka sisältää kromosomiston. Perinnöllisyyttä ja synteesi-toimintaa ohjaava solun osa.
Tumansiirto-tekniikka	Somatic cell nuclear transfer, somaattinen tumansiirto. Kloonaustekniikka, jossa hedelmöittymättömän munasolun tuma (haploidi) poistetaan ja sen tilalle siirretään jonkin muun kudoksen solun tuma (diploidi)

