

Kaasutainnutuksen soveltuvuus kalkkunoiden teurastukseen pienteurastamossa

Maria Ylä-Ajos¹, Laura Hänninen¹, Matti Pastell² ja Anna Valros¹

¹HY, kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitos, PL 57, 00014 HELSINGIN YLIOPISTO

²HY, agroteknologian laitos PL 28, 00014 HELSINGIN YLIOPISTO, etunimi.sukunimi@helsinki.fi

Teurastusta edeltävällä tainnutuksella pyritään minimoimaan eläimen tuntema kärsimys, kipu ja tuska. Siipikarjan tainnutukseen ennen verenlaskua käytetään yleisimmin sähköä, mutta kaasutainnutus erilaisia kaasuja ja kaasuseoksia käyttäen on vähitellen yleistymässä. Kaasutainnutuksella pystytään vähentämään elävien eläinten käsittelyn tarvetta ja eläinten tainnutuksen yhteydessä kokemaa epämukavuutta. Kaasutainnutus myös parantaa ruhon laatua sähkötainnutukseen verrattuna, sillä prosessin aikana syntyneiden luunmurtumien ja erityisesti rintalihaksen vertymien määrät vähenevät.

Ilmeisistä edustaan huolimatta kaasutainnutuksella on omat ongelmansa. Kaasutainnutus saa aikaan tajuttomuuden hitaammin kuin sähkötainnutus. Taintumiseen kuluva aika on tärkeä eläimen hyvinvointiin vaikuttava tekijä, varsinkin kun tainnutuksessa yleisesti käytetyn hiilidioksidin tiedetään olevan hengityselimistöä ärsyttävä kaasu. Sen hengittäminen korkeina pitoisuuksina tainnutuksen yhteydessä saattaa aiheuttaa linnuille kipua ja ahdistusta. Muita kaasutainnutukseen liittyviä ongelmia ovat joidenkin kaasuseosten jäljiltä melko nopea tajunnan palautuminen sekä taintuneen eläimen lihaskouristukset. Lihaskouristukset vaikuttavat lihan ja ruhon laatuun, mutta luultavasti eivät vaikuta eläimen hyvinvointiin. Erilaisten tainnutuskaasujen vaikutuksia on selvitetty lähinnä eläinten käyttäytymisen ja patologisten löydösten perusteella. Elektrofysiologisia tutkimuksia, joissa selvitetään kalkkunatason muuttumista taintumisen yhteydessä, on vain vähän. Suomessa kaasutainnutus on sallittu tällä hetkellä vain *gallus gallus* -lajiin kuuluville linnuille eli kanoille ja broilereille.

Tämän Maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman, keväällä 2010 tehtävän, tutkimuksen tavoitteena on parantaa kalkkunoiden hyvinvointia teurastuksen yhteydessä. Hypoteesimme on, että kaasutainnutus soveltuu käytettäväksi myös kalkkunoiden teurastuksessa, ja se voidaan suorittaa eläimen hyvinvoinnin vaarantumatta sopivaa kaasua tai kaasuseosta käyttäen. Tutkimuksessa testataan erilaisten tainnutuskaasujen soveltuvuutta käytettäväksi kalkkunoiden teurastukseen pienteurastamoissa. Kalkkunat maskitainnutetaan hiilidioksidilla, typellä tai niiden seoksilla (keskenään, O₂ tai ilma). Tainnutuksen onnistumista arvioidaan eläimen hyvinvoinnin kannalta rekisteröimällä kalkkunoiden käyttäytyminen kaasualtistuksen aikana sekä seuraamalla samanaikaisesti eläimen tajunnan tasoa elektroenkefalogrammilla. Erilaisilla kaasuilla tehdyn tainnutuksen vaikutuksia lihan laatuun arvioidaan määrittämällä rintalihaksen hiilihydraattimetabolian nopeus, pH-arvon laskunopeus, valuma ja keittotappio. Kokeen tuloksena saadaan tietoa erilaisten kaasujen soveltuvuudesta kalkkunoiden teurastusta edeltävään tainnutukseen erityisesti pienteurastamoissa käytettyinä. Kaasuseosten valinnalla pyritään saavuttamaan optimaalinen yhdistelmä, jossa eläimen hyvinvointi tainnutuksen yhteydessä kytkeytyy korkeaan lihan ja ruhon laatuun.

Asiasanat: kalkkuna, hyvinvointi, kaasutainnutus, lihan laatu

Johdanto

Ennen teurastusta eläimet tainnutetaan. Tainnutuksella pyritään ehkäisemään eläimen tuntema kipu, kärsimys ja tuska sekä saattaa eläin liikkumattomaksi tehokasta verenlaskua varten. Siipikarja tainnutetaan useimmiten sähköllä, mutta kaasutainnutus erilaisia kaasuja ja kaasuseoksia käyttäen on yleistyessä (Raj, 2004). Tainnuttavina kaasuna käytetään hiilidioksidia, inerttejä kaasuja (kuten Ar tai N₂) sekä näiden yhdistelmiä. Tajunnan menetys perustuu hiilidioksidia käytettäessä sen aikaansaamaan veren, selkäydinnesteen ja hermosolujen pH-arvon laskuun (hyperkapnia), kun taas inertit kaasut aiheuttavat kudoksissa hapenpuutteen (anoksia) ja siten tajuttomuuden (Hoen & Lankhaar, 1999).

Kaasutainnutuksella on positiivisia vaikutuksia sekä eläimen hyvinvointiin että saatavan lopputuotteen laatuun. Kaasutainnutuksella pystytään vähentämään eläinten kokemaa epämukavuutta, stressiä ja elävien eläinten käsittelyn tarvetta erityisesti silloin, kun linnut tainnutetaan kuljetuslaatikoissaan (Raj, 2004). Kaasutainnutuksen jäljiltä ruhojen laatu on parempi kuin Euroopassa käytetyllä korkeavirta-sähkötainnutuksella (myöh. sähkötainnutus) (Sams, 2001). Tämä näkyy erityisesti rinta- (Raj, 1994; Raj, Grey, Audsely, & Gregory, 1990) ja reisilihasten (Fleming, Froning, Beck, & Sosnicki, 1991; Raj, Grey, Audsely, & Gregory, 1990) vertymien ja luunmurtumien määrän vähenemisenä.

Monien hyvien puolien ohella kaasutainnutuksessa on myös omat ongelmansa. Eläinten hyvinvoinnin kannalta on ongelmallista että erityisesti hiilidioksidin tiedetään olevan hengityselimistöä ärsyttävä kaasu (AVMA, 2007; Raj, Wotton, McKinstry, Hillebrand, & Pieterse, 1998). Käyttäytymiseen perustuen broilerit kokevat yli 40 % CO₂ sisältävän hengitysilman lievästi tai keskinkertaisesti vastenmieliseksi (McKeegan, McIntyre, Demmers, Wathes, & Jones, 2006). Kaasuja käytettäessä kalkkunan taintumiseen kuluu aikaa kymmeniä sekunteja (Raj & Gregory, 1993; Raj & Gregory, 1994) sähkötainnutuksen tapahtuessa alle sekunnissa (Raj, 2004). Inerttejä kaasuja eläimet eivät huomaa hengitysilmaasta (Raj, 1996), mutta niitä käytettäessä tajunnan menettämiseen kuluva aika on pidempi kuin hiilidioksidia käytettäessä (Raj & Gregory, 1993; Raj & Gregory, 1994). Lihan laadun kannalta ongelmallista on että tainnutus inerteillä kaasuilla saa aikaan rajuja tajunnan menetyksen jälkeisiä lihaskouristuksia. Nämä kouristukset nopeuttavat teurastuksen jälkeistä lihan pH-arvon laskua (Raj, 1994) ja saattavat aiheuttaa lisäksi vertymiä (Raj, 1994). Kouristukset voivat myös vaurioittaa kouristelevan linnun läheisiä, mahdollisesti tajuissaan olevia, lintuja. Lihaskouristukset itsessään eivät todennäköisesti ole hyvinvointiongelma kouristelevalle linnulle, sillä niitä esiintyy vasta tajunnan menettämisen jälkeen (Gregory, 2005; Raj, Gregory, & Wotton, 1990). Tosin joidenkin tutkimusten mukaan hapenpuutteesta kouristelevat linnut eivät välttämättä ole täysin tajuttomia (Coenen, Lankhaar, Lowe, & McKeegan, 2009; McKeegan et al., 2007).

Suomessa kanojen teurastusta edeltävään tainnutukseen on luvallista käyttää hiilidioksidia (MMM 6/EEO/1999). Uusi eläinsuojeluasetus sekä neuvoston asetus eläinten suojelusta lopetuksen yhteydessä tulevat sallimaan kaasun käytön myös kalkkunoiden teurastuksessa ja lopetuksessa. Kaasutainnutuksen soveltuvuutta kalkkunoiden teurastukseen on tutkittu lähinnä eläinten käyttäytymisen ja patologisten löydösten perusteella. Elektrofysiologisia tutkimuksia, joissa selvitetään kalkkunan tajunnan tason muuttumista kaasutainnutuksen aikana, on vain vähän. Tieteellistä tietoa eri kaasujen vaikutuksista kalkkunan hyvinvointiin tainnutuksen ja lopetuksen yhteydessä tarvittaisiin mm. valvonnan tueksi.

Tämän tutkimuksen päämääränä on selvittää kalkkunoiden hyvinvointia teurastuksen ja lopetuksen yhteydessä. Tarkoituksena on testata eri tainnutuskaasujen soveltuvuutta kalkkunoiden teurastukseen ja lopetukseen sekä eläimen hyvinvoinnin että lihan laadun näkökulmasta.

Aineisto ja menetelmät

Eläimet

Pilottikoetta varten hankittiin kasvatustilalta 15 kalkkunakukkoa (Nicholas 300 x BUT8), jotka teurastettiin 16 viikon ikäisinä (elopaino 11,4±0,8 kg). Pilottilinnuilla testattiin tutkimukseen valittujen menetelmien toimivuus käytännössä. Varsinainen tutkimus alkaa keväällä 2010 ja se tulee käsittämään 40 kalkkunakukkoa, jotka teurastetaan noin 18 viikon iässä.

Toimenpiteet

Kalkkunat altistetaan kaasutainnutusympäristöön käyttäen anestesiaamaskia. Ryhmä 1 altistetaan kolmeksi minuutiksi korkealle CO₂ pitoisuudelle (80 %), ryhmä 2 korkealle N₂ pitoisuudelle (98 % N₂, <2 % O₂) ja ryhmä 3 seokselle, joka sisältää 30 % CO₂ ja 70 % N₂. Ryhmälle 4 käytetään 2-vaiheista

hiilidioksiditainnutusta, jossa eläin tainnutetaan ensin pitämällä sitä minuutti seoksessa 40 % CO₂, 30 % N₂, 30 % O₂ ja lopetetaan se altistamalla kahdeksi minuutiksi korkealle (80 %) hiilidioksidipitoisuudelle. Eläimet kuolevat kaasualtistuksen aikana, mutta kuolema varmistetaan vielä katkaisemalla kaulavaltimot ja laskimot. Pistoveri otetaan talteen ja punnitaan.

Elektroenkefalogrammi (EEG) ja elektrokardiogrammi (EKG)

Ennen kaasualtistusta eläimille kiinnitetään EEG tarraelektrodit pääläen ihoon (2 kpl), referenssielektrodit kaulan kummallekin sivulle (2 kpl) ja 2 kpl sydämen syketaajuuden mittauselektrodeja rintakehän molemmin puolin sekä hengitystaajuutta mittaavat joustavat nauhat linnun rintakehän ylä- ja alaosan ympärille. Elektrodeista ja hengitystiheyttä mittaavan nauhan yhdyskappaleesta lähtevät yhdyskaapelit Embla Titanium EEG-rekisteröintilaitteeseen, jonne data tallentuu. Aivojen ja sydämen sähköistä toimintaa rekisteröidään noin 30 sekuntia ennen kaasualtistuksen alkamista. Sähköinen data analysoidaan Somnologica-ohjelmalla. Datasta analysoidaan mm. aika kaasunannosta tajunnan menetykseen sekä sydämen normaalin syketoiminnan ja hengityksen loppumiseen.

Videokuvaus

Lintujen käyttäytyminen kuvataan (TS 6030 IR värikamera yhdistettynä AVC-717 MPEG4 digitaalitallentimeen) kaasutainnutuksen aikana: lintujen kehon liikkeet, mahdolliset kouristelut ja hengenaukkomiset kirjataan. Videot puretaan siihen kehitetyllä CowLog – ohjelmalla (Hänninen & Pastell, 2009).

Veren CK aktiivisuus

Kalkkunoista otetaan verinäytteet kreatiinikinaasin (CK) aktiivisuuden määrittystä varten viikkoa ennen teurastusta sekä kaasualtistuksen jälkeen ennen verenlaskua. Ensimmäinen verinäyte otetaan siipisuonesta ja toinen kaulasuonesta 3 ml EDTA -vakuumpipetkeen. Veriplasma erotetaan sentrifugimalla veri 10 minuuttia (2100 g) ja CK aktiivisuus määritetään automaattisella seerumin kemikaalien analyysilaitteella (Konelab 30i Clinical Chemistry Analyzer, Thermo Fisher Scientific, Vantaa, Finland) standardoidulla IFCC menetelmällä.

Lihan laatu

Lihan laatunäytteitä otetaan aikaisintaan kolmen minuutin kuluttua verenlaskusta. Rintalihaksesta (*M. pectoralis superficialis*) määritetään glykogeeni- ja maitohappopitoisuus sekä pH-arvon lasku (Ylä-Ajos, Ruusunen, & Puolanne, 2007). Myös koiven lihaksen (*M. gastrocnemius*) pH-arvon muutosta (näytteet 20 min, 1 h, 2 h, 4 h ja 24 h *post mortem*) seurataan. Rintalihaksen valuma määritetään 24 h teurastuksen jälkeen kuten (Ruusunen, Partanen, Pösö, & Puolanne, 2007).

Tutkimuksella on eläinlääketieteellisen tutkimuksen hyväksyntä.

Tulosten hyödynnettävyys

Optimaalista tapaa tainnuttaa eläin ennen teurastusta ei ole vielä löydetty. Tuotantoeläinten hyvinvointiin, myös tainnutuksen yhteydessä, on kiinnitetty viime vuosikymmeninä yhä enemmän huomiota (Smulders & Algers, 2009). Tainnutuksen yhteydessä joudutaan valitettavasti yleensä tekemään kompromissi eläimen hyvinvoinnin, saatavan tuotteen laadun ja prosessien asettamien vaatimusten välillä.

Tässä tutkimuksessa testataan kahden erilaisen kaasun soveltuvuutta kalkkunoiden teurastusta edeltävään tainnutukseen pienteurastamomittakaavassa eläimen hyvinvoinnin ja lihan laadun näkökulmista. Kalkkunoiden hyvinvointia tainnutuksen yhteydessä arvioidaan mittaamalla samanaikaisesti eläimen tajunnan tason muutosta sekä seuraamalla eläinten käyttäytymistä, kuten mahdollisia hengenahdistusoireita ja hengenaukkomista, kaasualtistuksen aikana. Tajunnan tason muutos ja taintumisen nopeus todetaan elektroenkefalogrammista. Tainnutuksen ja siinä mahdollisesti esiintyvien lihaskouristusten vaikutusta lihan laatuun arvioidaan määrittämällä rintalihaksen tainnutuksen yhteydessä kuluttama energiamäärä lihaksen glykogeeni- ja maitohappopitoisuuksien kautta. pH-arvon laskunopeus on yksi tärkeimmistä lihan laatuun vaikuttavista tekijöistä (Lawrie & Ledward, 2006) ja sitä seurataan sekä rinta- että koipilihaksessa. Rintalihaksen laatua arvioidaan valuman, keittotappion ja keitetyn lihan mureuden kautta.

Valtaosa kalkkunoista teurastetaan suurissa teurastamoissa. Näillä on halutessaan mahdollista investoida uusiin teurastuslinjoihin, jotka mahdollistavat lintujen tainnutuksen kuljetuslaatikoissaan. Tämä parantaa merkittävästi lintujen teurastusta edeltävää hyvinvointia elävien lintujen käsittelyntarpeen vähenemisen kautta. Myös osa pienimuotoisista liha-alan laitoksista on kiinnostunut tainnutta- maan teurastettavat kalkkunat kaasulla. Niissä kaasutainnutus voitaisiin suorittaa ilman suuria laitein- vestointeja yksilöllistä maskikaasutainnutusta käyttäen. Kaasutainnutus parantaa lihan ja ruhon laatua erityisen paljon verrattuna pienemmissä yksiköissä käytössä olevaan sähkötainnutusmenetelmään, jos- sa virta johdetaan pelkästään eläimen pään läpi.

Yhteenveto: erilaisilla kaasuilla ja kaasuseoksilla on jonkin verran vaikutusta lihan laatuun, mut- ta erityisesti eläimen hyvinvoinnin kannalta on kiinnitettävä huomiota sopivan tainnutuskaasun tai - kaasuseoksen valintaan. Tällä tutkimuksella pyritään lisäämään tietoa erilaisten kaasujen soveltuvuu- desta kalkkunoiden teurastusta edeltävään tainnutukseen pienteurastamoissa käytettyinä. Tainnutuk- sessa käytettäväksi pyritään löytämään kaasuyhdistelmä, jolla eläimen hyvinvointi tainnutuksen yh- teydessä kytkeytyy korkeaan lihan ja ruhon laatuun.

Kirjallisuus

- AVMA. (2007). AVMA Guidelines on Euthanasia (Formerly Report of the AVMA Panel on Euthana- sia). 36 s. http://www.avma.org/issues/animal_welfare/euthanasia.pdf. Updated 30.8.2007. Vii- tattu 30.11.2009
- Coenen, A. M. L., Lankhaar, J., Lowe, J. C., & McKeegan, D. E. F. (2009). Remote monitoring of electroencephalogram, electrocardiogram, and behavior during controlled atmosphere stunning in broilers: implications for welfare. *Poultry science*, 88(1), 10-19.
- Fleming, B. K., Froning, G. W., Beck, M. M., & Sosnicki, A. A. (1991). The effect of carbon dioxide as a preslaughter stunning method for turkeys. *Poultry science*, 70(10), 2201-2206.
- Gregory, N. G. (2005). Recent concerns about stunning and slaughter. *Meat Science*, 70(3), 481-491.
- Hänninen, L., & Pastell, M. (2009). CowLog: open-source software for coding behaviors from digital video. *Behavior research methods*, 41(2), 472-476.
- Hoen, T., & Lankhaar, J. (1999). Controlled atmosphere stunning of poultry. *Poultry science*, 78(2), 287-289.
- Lawrie, R. A., & Ledward, D. (2006.). *Lawrie's meat science*. 7th ed. / R. A. Lawrie in collaboration with D. A. Ledward. edn. Boca Raton, CRC Press.
- McKeegan, D. E. F. et al. (2007). Physiological and behavioural responses of broilers to controlled atmosphere stunning: implications for welfare. *Animal Welfare*, 16(4), 409-426.
- McKeegan, D. E. F., McIntyre, J., Demmers, T. G. M., Wathes, C. M., & Jones, R. B. (2006). Behav- ioural responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation. *Applied Animal Behaviour Science*, 99(3-4), 271-286.
- Raj, A. B. (1996). Aversive reactions of turkeys to argon, carbon dioxide and a mixture of carbon di- oxide and argon. *The Veterinary record*, 138(24), 592-593.
- Raj, A. B. (1994). An investigation into the batch killing of turkeys in their transport containers using mixtures of gases. *Research in veterinary science*, 56(3), 325-31.
- Raj, A. B., Wotton, S. B., McKinstry, J. L., Hillebrand, S. J., & Pieterse, C. (1998). Changes in the somatosensory evoked potentials and spontaneous electroencephalogram of broiler chickens dur- ing exposure to gas mixtures. *British poultry science*, 39(5), 686-695.
- Raj, A. B. M. (2004). Stunning and slaughter of poultry. In G. C. Mead, *Poultry meat processing and quality*. Boca Raton, USA: CRC Press.
- Raj, A. B. M. (1994). Effect of stunning method, carcass chilling temperature and filleting time on the texture of turkey breast meat. *British poultry science*, 35(1), 77.
- Raj, A. B. M., Gregory, N. G., & Wotton, S. B. (1990). Effect of rate of induction of carbon dioxide anaesthesia on the time of onset of unconsciousness and convulsions. *Research in veterinary sci- ence*, 49(3), 460-363.
- Raj, A. B. M., Grey, T. C., Audsely, A. R., & Gregory, N. G. (1990). Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers. *British poultry science*, 31(4), 725-733.
- Raj, M., & Gregory, N. G. (1994). An evaluation of humane gas stunning methods for turkeys. *Veteri- nary Record*, 135(10), 222-3.

- Raj, M., & Gregory, N. G. (1993). Time to loss of somatosensory evoked potentials and onset of changes in the spontaneous electroencephalogram of turkeys during gas stunning. *Veterinary Record*, 133(13), 318-20.
- Ruusunen, M., Partanen, K., Pösö, R., & Puolanne, E. (2007). The effect of dietary protein supply on carcass composition, size of organs, muscle properties and meat quality of pigs. *Livestock Science*, 107(2-3), 170-181.
- Sams, A. R. (2001). First processing: Slaughter through chilling. In *Poultry meat processing*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC, CRC Press.
- Smulders, F. J. M., & Algers, B. (2009). Food safety assurance and veterinary public health. volume 5. Welfare of production animals: Assessment and management of risks. (pp. 588). Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
- Ylä-Ajos, M., Ruusunen, M., & Puolanne, E. (2007). Glycogen debranching enzyme and some other factors relating to post mortem pH decrease in poultry muscles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3), 394-398.