

## Igenityn geenitestin toimivuus lihanaudoilla suomalaisessa tila-aineistossa

Maiju Pesonen<sup>1)</sup>, Arto Huuskonen<sup>1)</sup> ja Maarit Hyrkäs<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, maiju.pesonen@mtt.fi, arto.huuskonen@mtt.fi*

<sup>2)</sup>*Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, maarit.hyrkas@mtt.fi*

### Tiivistelmä

Liharotuisten nautojen geneettisten ominaisuuksien tutkiminen on aloitettu pohjoisamerikkalaisilla tutkimuskarjoilla. Tutkimuskarjojen päärotuna on aberdeen angus. Kaupallisten geenitestien tulokset ovat validoitu 3 000 angus-rotuisella eläimellä. Igenityn geenitestit on kehitetty Pohjois-Amerikassa, jossa tuotannon tavoitteet ovat hyvin erilaiset Suomeen verrattuna. Koska geenitestien tulosten toimivuudesta meidän tuotantoympäristössämme ei ole olemassa tutkimustietoa, selvitettiin Igenityn geenitestin ja liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulosten välisiä korrelaatioita tila-aineiston perusteella.

Tutkimukseen käytettiin AtriaNaudan siitossonnikasvatusasemien liharotuisien sonnien seuranta-aineistoa. Edustettuna oli viisi Suomessa käytetyintä liharotua siten, että aberdeen anguksia oli 59, charolaisia 50, herefordeja 41, limousineja 9 ja simmentaleja 34. Tutkimuksen sonnit olivat syntyneet keväällä 2010, ja ne oli valittu jalostusemolehmäkarjoista. Sonnien syntymäpaino ja vieroituspaino oli mitattu kasvatustilalla. Noin puolen vuoden iässä sonnit siirrettiin kahdelle eri kasvatusasemalle, joilla sonnit punnittiin noin kuukauden välein vuoden ikään saakka. Tutkimusaineistossa oli punnitustiedot 193 sonnille.

Aineistossa verrattiin geenitestin tarjoamia ominaisuuksia mitattuihin ominaisuuksiin. Aineiston perusteella geenitestin tulokset eivät antaneet selvää kuvaa kaupallisen geenitestin toimivuudesta niille ominaisuuksille, joita aineistossa oli käsiteltävänä. Esimerkiksi aineistoa käsiteltäessä havaittiin negatiivinen korrelaatio geenitestin antaman kasvutuloksen ja mitattujen kasvutulosten välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että geenitestin perusteella parhaat kasvutulokset saaneet eläimet kasvoivatkin todellisudessa heikoimmin tilaolosuhteissa. Toisaalta simmental-sonneilla punaisen lihan saannon ja EUROP-rasvaisuusluokan välillä havaittiin merkitsevä negatiivinen (-0,49) korrelaatio ja rasvan paksuuden ja EUROP-rasvaisuuden välillä merkitsevä positiivinen korrelaatio (0,43). Tätä voidaan pitää geenitestin käytännön sovellettavuuden kannalta positiivisena tuloksena. Toisin sanoen geenitestin antamalla arviolla rasvan paksuudelle oli löydettävissä looginen yhteys myös teurastettujen simmental-sonnien EUROP-luokituksessa määritettyyn pintarasvan määrään. Lisäksi simmental-sonnit, jotka saivat parhaat tulokset geenitestauksessa punaisen lihan saannossa, osoittautuivat EUROP-luokituksessa aineiston suhteellisesti vähärasvaisimmiksi eläimiksi.

Nykyisten kaupallisten geenitestien toimivuus suomalaisiin olosuhteisiin on vielä kyseenalaista. Asia vaatisi lisäselvityksiä. Geenitesti voi tulevaisuudessa kuitenkin olla verrattain huokea vaihtoehto vaikuttaa ominaisuuksiin, joita on joko hankala tai kallis mitata. Selviä hyötyjä saadaan myös niiden ominaisuuksien perinnöllisessä edistymisessä, joiden periytymisaste on alhainen ja joiden tulokset muodostuvat vasta usean vuoden kuluttua ja jotka ovat sukupuolisidonnaisia.

**Asiasanat:** naudanhantutuotanto, liharodut, geenitestaus, kasvu, ruhon laatu

## Johdanto

Käytännössä lihanautojen jalostus ja perinnöllinen edistyminen tapahtuvat nykyään aivan samoin kuin aina ennenkin. Seuraavan polven vanhemmiksi pyritään valitsemaan yksilöitä, joiden tuotannolliset ominaisuudet ovat parempia kuin keskimääräisen eläinryhmän. Suotuisien geenien valintaa on tehty epäsuorasti yksittäisen eläimen ja sen sukulaisten tulosten perusteella. Eläimen tulosten saamiseksi on tarvittu tietty kasvatusaika. Usein tulosten keräämisessä joudutaan tekemään kompromisseja siitä, mitä mitataan. Kaikkia lihantuotanto-ominaisuuksia määritteleviä ominaisuuksia ei saada selville elävästä eläimestä. Esimerkiksi monet lihan syöntilaatuun vaikuttavat tekijät pystytään tarkasti määrittämään vasta, kun lihaa kypsennetään.

Nykypäivänä jalostajalle ja kotieläintuottajalle on tarjolla työnsä tueksi enemmän työvälineitä kuin koskaan ennen. Geenitestaus on yksi vaihtoehto, joka avaa mahdollisuuden eläinten ominaisuuksien arvioimiseen jo hyvin varhaisessa kasvunvaiheessa. Geenitestit mahdollistavat eläimen jalostusarvon arvioimisen heti syntymän jälkeen, mikä nopeuttaa erittäin paljon jalostuksen etenemistä. Lisäksi eläinjalostuksesta syntyvät kustannukset ovat aiempaan verrattuna käytännössä olemattomat. Tuloksen muodostamiseksi tarvitaan eläimen DNA:ta sisältävä näyte. Analysoitavaksi voidaan lähettää karva-, veri- tai kudospnäyte.

Liharotuisten nautojen geneettisten ominaisuuksien tutkiminen on aloitettu pohjoisamerikkalaisilla tutkimuskarjoilla. Tutkimuskarjojen päärotuna on aberdeen angus, koska angus on käytetyin liharotu Pohjois-Amerikassa. Kaupallisten geenitestien tulokset on validoitu 3000 angus-rotuisella eläimellä (Garrick 2011). Mitä lähempänä testillä arvioitava eläin on geneettisiltä ominaisuuksiltaan validointi- eli referenssipopulaatioita, sitä tarkemman tuloksen testin tulisi antaa. Koska geenitestien tulosten toimivuudesta meidän tuotantoympäristössämme ei ole olemassa tutkimustietoa, InnoNauta Kehitys –hankkeessa selvitettiin tila-aineiston perusteella Igenityn geenitestin ja liharotuisten sonnien kasvu- ja teurastulosten sekä kokonaisjalostusarvon välisiä korrelaatioita.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimukseen käytettiin AtriaNaudan siitossonnikasvatusasemien liharotuisien sonnien seuranta-aineistoa. Edustettuna oli viisi Suomessa käytettyä liharotua siten, että aberdeen anguksia oli 59, charolaisia 50, herefordeja 41, limousineja 9 ja simmentaleja 34. Tutkimuksen sonnit olivat syntyneet keuhkäläällä 2010 ja ne oli valittu jalostusemolehmäkarjoista. Sonnien syntymäpaino ja vieroituspaino mitattiin kasvatuslilla. Noin puolen vuoden iässä sonnit siirrettiin kahdelle eri kasvatusasemalle, joilla sonnit punnittiin noin kuukauden välein vuoden ikään saakka. Tutkimusaineistossa on punnitus-tiedot 193 sonnille. Sonnien teurastus tapahtui yleisten teurastuskäytäntöjen mukaan ja ruhot luokiteltiin EUROP-luokituksella (EC 2006). Sonnit rakennearvosteltiin lineaarisella menetelmällä noin vuoden iässä. Rakennearvostelutiedot esitetään aineistossa 172 sonnille. Kokonaisjalostusarvostelutieto esitetään 186 sonnille ja teurastiedot 132 sonnille (Taulukko 1). Geenitestien tuloksia varten 193 sonnilta otettiin edustava karvanäyte maaliskuussa 2011. Karvanäytteissä karvatuppien tuli olla selvästi näkyvillä DNA:n keruuta varten. Karvanäytteet lähetettiin Suomen Igenityn edustajan kautta analysoitavaksi Iso-Britanniaan. Igenityn tulokset oli saatavilla kaikille roduille ja yhdelletoista erilaiselle ominaisuudelle. Tässä raportissa keskitytään tuloksiin lihantuotantoon liittyvien ominaisuuksien (mureus, marmoroituminen, residuaalinen syönti, kasvu, punaisen lihan saanto, rasvan paksuus, selkälihaksen pinta-ala) osalta (Taulukko 1).

Igenityn geenitestien tulokset esitetään asteikolla 1–10. Ominaisuuksista mureus ja marmorointi kuvaavat lihan syöntilaatua. Residuaalinen syönti ja keskimääräinen kasvu ilmentävät rehunkäyttökkyä ja kasvuominaisuuksia. Teurasruhon ominaisuuksia kuvaavia parametreja ovat punaisen lihan saanto ja ruhopaino, rasvan paksuus sekä selkälihaksen pinta-ala. Mureuden osalta geenitestin tulos arvioi eläimen geneettistä potentiaalia tuottaa mureaa lihaa. Igenityn tulostuksessa numeroarvo 10 merkitsee eläimen kykyä tuottaa erittäin mureaa lihaa. Arvon 10 saaneen eläimen liha tarvitsee 1,03 kg vähemmän leikkuuvoimaa verrattuna arvon 1 saaneen eläimen lihaan. Marmorointipisteet kertovat, kuinka paljon lihaksen sisäistä rasvaa eläimen lihassa voi olla. Maissa, joissa marmorointi on teurasruhon hinnoittelun peruste, yksi marmorointiluokka on 100 pistettä. Igenityn tulostuksessa numeroarvo 10 kertoo eläimen potentiaalista tuottaa lihaa, jonka marmoroinnin aste on 161,4 pistettä suurempi kuin lukuarvolla yksi.

Residuaalisen syönnin osalta geenitestin tulos arvioi eläimen geneettistä potentiaalia käyttää rehua kasvuun ja ylläpitoon. Matalan residuaalisen syönnin eläin tarvitsee vähemmän rehua yhtä kasvu-

kilogrammaa kohden sekä saavuttaa suuremman päiväkavun pienemmällä rehumäärällä kuin korkean residuaalisen syönnin eläin. Vastaavasti aikuiskoon saavuttanut matalan residuaalisen syönnin eläin tarvitsee vähemmän rehua säilyttääkseen kuntoluokkansa verrattuna korkean residuaalisen syönnin eläimeen. Igenityn tulostuksessa numeroarvon 1 saanut eläin syö rehun kuiva-ainetta 1,89 kg vähemmän päivässä ja saavuttaa saman tuotannollisen tuloksen verrattuna eläimeen, jonka testitulos on 10.

Kasvun suhteen Igenityn tulos kertoo eläimen kasvupotentiaalista sekä ennen vieroitusta että loppukasvatusvaiheessa. Jos eläimen tulos on 10, eläimellä on mahdollisuus kasvaa 0,37 kg enemmän päivässä kuin tuloksen 1 saanut eläin samanlaisella rehustuksella. Punaisen lihan saanto kertoo eläimen geneettisestä potentiaalista tuottaa lihaa. Pääsääntöisesti punaisen lihan suurempi saanto merkitsee parempaa luokittumista. Igenityn geenitestillä tuloksen 10 saavuttanut eläin voi tuottaa 5,3 % enemmän punaista lihaa verrattuna eläimeen, jonka geenitestin tulos on 1. Rasvan paksuuden osalta matalammat numeroarvot Igenityn geenitestitulostuksessa merkitsevät vähäisempää pintarasvan muodostumista. Numeroarvolla 10 eläinten selkärasvan paksuus voi olla 9,4 mm paksumpi kuin numeroarvolla 1 olevan eläimen. Selkälihakseen pinta-alan avulla voidaan arvioida arvopalojen saannon osuutta. Suurempi arvopalojen osuus ennustaa mahdollista parempaa luokittumista. Igenityn testituloksella 10 eläimen selkälihakseen pinta-alan on arvioitu olevan 16,51 cm<sup>2</sup> suurempi kuin testituloksella 1.

Taulukko 1. Yhteenveto mitatuista muuttujista ja geenitestin muuttujista (kaikki rodut).

|                              | n   | keskiarvo | keskihajonta | vaihteluväli (min-max) |
|------------------------------|-----|-----------|--------------|------------------------|
| <b>Mitatut muuttujat</b>     |     |           |              |                        |
| Syntymäpaino, kg             | 193 | 45        | 6,1          | 29–62                  |
| 200 päivän paino, kg         | 193 | 330       | 42,0         | 230–457                |
| Vuoden paino, kg             | 193 | 570       | 68,1         | 340–712                |
| Teuraspaino, kg              | 132 | 387       | 63,0         | 270–530                |
| Kasvu (0–200 pv), kg/pv      | 193 | 1,4       | 0,20         | 0,93–2,01              |
| Kasvu (200–365 pv), kg/pv    | 193 | 1,5       | 0,30         | 0,65–2,13              |
| Kasvu (0–365 pv), kg/pv      | 193 | 1,4       | 0,18         | 0,81–1,81              |
| Jalostusarvo <sup>1</sup>    | 186 | 7,0       | 13,10        | (-45) – 32             |
| Lihaksikkuus <sup>2</sup>    | 172 | 80,0      | 5,02         | 61–92                  |
| Lihakkuus <sup>3</sup>       | 132 | 9,0       | 2,79         | 4–15                   |
| Rasvaisuus <sup>4</sup>      | 132 | 2,9       | 0,77         | 1–4                    |
| <b>Geenitestin muuttujat</b> |     |           |              |                        |
| Mureus                       | 193 | 5,5       | 2,01         | 1–10                   |
| Marmoroituminen              | 193 | 5,5       | 1,14         | 3–9                    |
| Residuaalinen syönti         | 193 | 5,3       | 1,37         | 2–9                    |
| Kasvu                        | 193 | 4,9       | 1,40         | 2–8                    |
| Punaisen lihan saanto        | 193 | 5,3       | 1,09         | 2–8                    |
| Rasvan paksuus               | 193 | 5,1       | 1,01         | 3–8                    |
| Selkälihakseen pinta-ala     | 193 | 4,8       | 1,06         | 2–8                    |

<sup>1</sup> Eläimen kokonaisjalostusarvo (Faba). <sup>2</sup> Lineaarisen rakennearvostelun eläimen lihaksikkuusarvo/tulos. Keskiarvo 80 pistettä. <sup>3</sup> Lihakkuus: (1 = heikoin, 15 = paras). 1=P-, 15=E+. <sup>4</sup> Rasvaisuus: (1 = rasvaton, 5 = erittäin rasvainen).

Tulosten tilastollinen käsittely tehtiin SAS 9.2. -ohjelmiston CORR-proseduurilla. Tuloksia käsitellessä laskettiin geenitestauksen muuttujien ja mitattujen muuttujien väliset korrelaatiokertoimet. Koska monet muuttujista eivät olleet normaalisti jakautuneita, käytettiin kaikille muuttujille Spearmanin korrelaatiokertoimia. Tulokset laskettiin erikseen koko aineiston eläimille sekä roduittain angus-, hereford-, charolais- ja simmental-roduille. Limousin-rodun osalta aineistossa ollut eläinmäärä oli niin pieni, ettei tuloksia ole mielekästä esittää limousin-rodulle erikseen. Lisäksi tulokset laskettiin erikseen myös luokassa ”kaikki muut rodut paitsi angus”, koska kaupallisten geenitestien tulokset ovat validoitu nimenomaan angus-rotuisella eläinaineksella.

### Tulokset ja tulosten tarkastelu

Geenitestien tulokset testattiin mitattujen ominaisuuksien kanssa sekä roduittain että koko aineiston välillä (Taulukot 2 ja 3). Tarkoituksena oli selvittää oliko geenitestin tulos samansuuntainen mitattujen parametrien kanssa. Tällöin esimerkiksi merkittävä positiivinen korrelaatio mitatun päiväkavun ja geenitestien antaman kasvatuloksen välillä osoittaisi, että geenitestin tulos ilmentää tietyllä luotetta-

vuudella myös meidän eläinaineksellemme käytännön olosuhteissa saavutettua kasvutulosta. Esimerkiksi DeVuyst ym. (2011) havaitsivat omassa tutkimuksessaan mitattujen teurastuloksien ja geenitestin tulosten välillä matalan, mutta kuitenkin positiivisen korrelaation. Tosin sanoen geenitestin tulos oli samansuuntainen kuin havaittu teurastulos. Esimerkiksi, kun geenitestin tulos osoitti eläimen omaavan marmoroitumispotentiaalia, se havaittiin teurastuloksissa.

Tässä tutkimuksessa havaitut tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot mitattujen tulosten ja geenitestin tulosten välillä olivat vaihtelevia. Merkitseviä positiivisia korrelaatioita muodostui angus-rodulle esimerkiksi geenitestin mureuden ja mitattujen kasvuominaisuuksien välille (Taulukko 2). Tällöin geenitestin mureus korreloi positiivisesti syntymäpainon, 200 päivän painon, vuoden painon, teuraspainon ja päiväkasvun kanssa. Geenitestin mureusarvo näytti korreloivan anguksella positiivisesti myös EUROP-lihakkuusluokan ja kokonaisjalostusarvon kanssa sekä suuntaa antavasti positiivisesti lineaarisen rakennearvostelun lihakkuusarvon kanssa (Taulukko 2). Geenitestin marmoroitumisarvo näytti angus-rodulla puolestaan korreloivan negatiivisesti eläimen painon, päiväkasvun ja EUROP-lihakkuusluokan kanssa. Residuaalisen syönnin osalta anguksella havaittiin tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa antava negatiivinen korrelaatio syntymäpainon, 200 päivän painon, vuoden painon ja päiväkasvun (0–200 vrk) kanssa. Geenitestin päiväkasvutulos puolestaan korreloi suuntaa antavasti positiivisesti (0,29) EUROP-rasvaisuusluokan kanssa. Sen sijaan geenitestin kasvutuloksen ja mitatun kasvutuloksen välillä ei pystytty osoittamaan merkitsevää tai edes suuntaa antavaa korrelaatiota angus-rodulla. Punaisen lihan saannon, rasvan paksuuden tai selkälihaksen pinta-alan osalta ei löydetty angus-eläimillä positiivisia korrelaatioita minkään mitatun muuttujan kanssa.

Muitten rotujen osalta tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita havaittiin vähemmän kuin angus-rodulla. Charolais-eläimillä geenitestin mureus korreloi positiivisesti syntymäpainon ja EUROP-rasvaisuusluokan kanssa (Taulukko 2). Charolais-rodulla havaittiin kuitenkin yllättävät tilastollisesti merkitsevät negatiiviset korrelaatiot geenitestin kasvutulosten ja mitattujen kasvutulosten välillä. Käytännössä tämä tulos tarkoittaa sitä, että tässä aineistossa charolais-roduilla geenitestissä parhaat tulokset saaneet eläimet kasvoivat meillä heikoimmin tilaolosuhteissa. Tämän lisäksi charolais-eläimillä havaittiin merkitsevä negatiivinen korrelaatio (-0,36) geenitestin kasvutuloksen ja kokonaisjalostusarvon kanssa. Toisaalta charolais-rodulla oli havaittavissa suuntaa antavia positiivisia korrelaatioita geenitestin punaisen lihan saannon ja mitattujen kasvuominaisuuksien välillä (Taulukko 2).

Herefordeilla ei geenitestin kasvutuloksen ja mitattujen kasvutuloksen välillä pystytty osoittamaan minkäänlaisia merkitseviä korrelaatioita (Taulukko 2). Sen sijaan herefordeilla havaittiin merkitsevä positiivinen korrelaatio (0,39) geenitestin mureuden ja syntymäpainon välillä. Residuaalisen syönnin osalta hereford-rodulla havaittiin tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa antava negatiivinen korrelaatio 200 päivän painon, vuoden painon, teuraspainon, päiväkasvun, kokonaisjalostusarvon ja lineaarisen rakennearvostelun lihakkuusarvon kanssa. Lisäksi geenitestin selkälihaksen pinta-alan ja EUROP-rasvaisuusluokan välillä oli merkitsevä positiivinen korrelaatio (0,52) (Taulukko 2).

Simmentalin osalta havaittiin suuntaa antava negatiivinen korrelaatio geenitestin mureuden sekä päiväkasvun (0–200 vrk) ja kokonaisjalostusarvon välillä (Taulukko 3). Kuten charolais-rodullakin myös simmentalilla havaittiin yllättävät tilastollisesti merkitsevät negatiiviset korrelaatiot geenitestin kasvutulosten ja mitattujen kasvutulosten välillä. Edelleen samoin kuin charolais-eläimillä myös simmentaleilla havaittiin negatiivinen korrelaatio (-0,34) geenitestin kasvutuloksen ja kokonaisjalostusarvon kanssa. Punaisen lihan saannon ja EUROP-rasvaisuusluokan välillä havaittiin simmental-eläimillä merkitsevä negatiivinen (-0,49) korrelaatio ja rasvan paksuuden ja EUROP-rasvaisuuden välillä merkitsevä positiivinen korrelaatio (0,43). Tätä voidaan pitää geenitestin käytännön sovellettavuuden kannalta positiivisena tuloksena. Toisin sanoen geenitestin antamalla arviolla rasvan paksuudelle oli löydettävissä looginen yhteys myös teurastettujen simmental-sonnien EUROP-luokituksessa määritettyyn pintarasvan määrään. Lisäksi simmental-sonnit, jotka saivat parhaat tulokset geenitestauksessa punaisen lihan saannossa, osoittautuivat EUROP-luokituksessa aineiston suhteellisesti vähärasvaisimmiksi eläimiksi.

Myös koko aineistoa käsiteltäessä havaittiin negatiivinen korrelaatio geenitestin antaman kasvutuloksen ja mitattujen kasvutulosten välillä sekä positiivinen korrelaatio geenitestin kasvutuloksen ja EUROP-rasvaluokan kanssa (Taulukko 3). Toisin sanoen myös tässä yhdistetyssä aineistossa geenitestissä parhaat kasvutulokset saaneet eläimet kasvoivat heikoimmin tilaolosuhteissa (Taulukko 3). Syy negatiiviseen korrelaatioon mitattujen kasvutulosten ja geenitestin kasvutuloksen välillä sekä positiiviseen korrelaatioon rasvaluokan ja geenitestin kasvutuloksen välillä voi johtua geenitestissä käytetystä

SNP-merkistä. Leptiin eri muotoja (TT, CT, CC) voidaan käyttää arvioidessa, kuinka nopeasti eläin saavuttaa teuraskypsyyden ja tietyn pintarasvan paksuuden (Buchanan ym. 2002, DeVuyst ym. 2008). Leptiin geenin TT-muodon omaavat eläimet kasvavat nopeasti, saavuttavat teuraskypsyyden aikaisin ja niiden pintarasvan osuus on paksumpi Angus- ja hereford-populaatioissa näiden eläinten esiintymisen on huomattavasti yleisempää kuin muilla liharoduilla (Buchanan ym. 2002). DeVuyst ym. (2008) havaitsivat myös, että TT-muodon omaavien emojen vasikoiden vieroituspainot olivat korkeampia, joten ominaisuus yhdistettiin korkeampaan maidontuotantopotentiaaliin. Suomalainen teurasluokitus ja hinnoittelu pyrkivät puolestaan minimoimaan pintarasvan määrän, joten on hyvin mahdollista, että varsinkaan charolais- ja simmental-populaatioissa ei TT-muotoa ole, jolloin sitä ei myöskään geenitestillä pystytä havaitsemaan.

Geenitestin punaisen lihan saannon ja EUROP-lihakkuusluokan välillä ei pystytty osoittamaan tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota yhdelläkään rodulla (Taulukot 2 ja 3). Toisaalta geenitestin selkälihakseen pinta-alan ja teuraspainon, mitatun päiväkasvun sekä lihakkuusluokan välillä havaittiin positiivien korrelaatio yhdistämällä koko aineisto (Taulukko 3) Vastaavasti geenitestin selkälihakseen pinta-alan ja kokonaisjalostusarvon sekä EUROP-rasvaluokan välillä oli negatiivinen korrelaatio (Taulukot 2 ja 3) Merkitseviä ja suuntaa antavia positiivisia korrelaatioita havaittiin geenitestin selkälihakseen pinta-alan ja mitatun teuraspainon sekä lihakkuus-luokan (EUROP) ja eri kasvuominaisuuksien välillä.

Liharotuisilla naudoilla geenitestauksen tekee haasteelliseksi se, että tuotannollisesti merkitsevät SNP-paikat eivät ole kaikilla roduilla samat. Liharodut ovat ominaisuuksiltaan myös hyvin erilaisia (Utrera & Van Velck 2004). Yhdelle rodulle kehitetty testi, jossa on käytetty tietyn rodun referenssi-ryhmää, ei voi toimia parhaalla mahdollisella tavalla toisella rodulla. Toisaalta haastetta lisää eri maiden erilaiset tuotannolliset ja teurastavoitteet, joiden perusteella testejä on muodostettu. On esimerkiksi havaittu, että Pohjois-Amerikassa validoitu geenitesti ei toimi aivan moitteettomasti Australian angus-populaatioissa (Van Eenennaam ym. 2011).

## Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä aineistossa verrattiin ainoastaan muutamia geenitestin tarjoamia ominaisuuksia mitattuihin ominaisuuksiin. Aineiston perusteella geenitestin tulokset eivät antaneet selvää kuvaa kaupallisen geenitestin toimivuudesta niille ominaisuuksille, joita aineistossa oli käsiteltävänä. Tuloksia tulisi todennäköisesti olla huomattavasti enemmän kattavien johtopäätösten tekemiseksi. Nykyisten kaupallisten geenitestien toimivuus suomalaisiin olosuhteisiin on vielä kyseenalaista. Asia vaatiikin lisäselvityksiä. Geenitesti voi tulevaisuudessa olla verrattain huokea vaihtoehto vaikuttaa ominaisuuksiin, joita on joko hankala tai kallis mitata. Selviä hyötyjä saadaan myös niiden ominaisuuksien perinnöllisessä edistymisessä, joiden periytymisaste on alhainen, tulokset muodostuvat vasta usean vuoden kuluttua sekä ovat sukupuolisidonnaisia.

## Kirjallisuus

- Buchanan, F.C., Fitzsimmons, C.J., Van Kessel, A.G., Thue, T.D., Winkelman-Sim, D.C. & Schmutz, S.M.** 2002. Association of missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genetics, Selection, Evolution* 34: 105–116.
- DeVuyst, E.A., Bauer, M.L., Cheng, F.C., Mitchell, J. & Larson, D.** 2008. The impact of a leptin gene SNP on beef cattle weaning weights. *Animal Genetics* 39: 284–286.
- DeVuyst, E.A., Biermacher, J.T., Lusk, J.L., Mateescu, R.G., Blaton Jr., J.B., Swigert, J.S., Cook, B.J. & Reuter, R.R.** 2011. Relationships between fed cattle traits and Igenity panel scores. *J. Anim. Sci.* 89: 1260–1269.
- EC** 2006. Council Regulation (EC) No 1183/2006 of 24 July 2006 concerning the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals. *The Official Journal of the European Union L*, 214: 1–6.
- Garrick, D.J.** 2011. The nature, scope and impact of genomic prediction in beef cattle in the United States. *Genetics Selection Evolution* 43: 17.
- Utrera, A.R. & Van Vleck, L.D.** 2004. Heritability estimates for carcass traits of cattle: A review. *Genetic Molecular Research* 3: 380–394.
- Van Eenennaam, A.L., van der Werf J.H.J. & Goddard, M.E.** 2011. The value of using DNA markers for beef bull selection in seedstock sector. *J. Anim. Sci.* 89: 307–320.

Taulukko 2. Korrelaatiokertoimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: angus-, charolais- ja hereford-rodut.

|                                   | Mureus   | Marmoroituminen | Residuaalinen syönti | Kasvu    | Punaisen lihan saato | Rasvan paksuus | Selkälihaksen pinta-ala |
|-----------------------------------|----------|-----------------|----------------------|----------|----------------------|----------------|-------------------------|
| <b>Angus</b>                      |          |                 |                      |          |                      |                |                         |
| Syntymäpaino, kg                  | 0,27 *   | -0,13           | -0,25 (*)            | -0,05    | -0,13                | 0,06           | 0,03                    |
| 200 päivän paino, kg              | 0,44 *** | -0,11           | -0,34 **             | 0,06     | 0,01                 | -0,18          | -0,19                   |
| 365 päivän paino, kg              | 0,37 **  | -0,23 (*)       | -0,23 (*)            | 0,12     | -0,06                | -0,09          | -0,14                   |
| Teuraspaino, kg                   | 0,33*    | -0,35 *         | 0,11                 | 0,11     | 0,02                 | -0,20          | -0,18                   |
| Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv    | 0,42 *** | -0,11           | -0,33 *              | 0,07     | -0,00                | -0,18          | -0,22                   |
| Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv  | 0,00     | -0,25 (*)       | 0,04                 | 0,14     | -0,06                | -0,00          | -0,02                   |
| Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv    | 0,33 *   | -0,23 (*)       | -0,21                | 0,12     | -0,04                | -0,10          | -0,14                   |
| Kokonaisjalostusarvo <sup>1</sup> | 0,32 *   | -0,19           | -0,06                | 0,02     | -0,09                | -0,12          | -0,13                   |
| Lihaksikkuussarvo <sup>2</sup>    | 0,24 (*) | -0,16           | 0,02                 | -0,02    | -0,12                | -0,08          | 0,04                    |
| Rasvaluokka (EUROP)               | 0,00     | 0,02            | 0,06                 | 0,29 (*) | -0,03                | -0,02          | -0,16                   |
| Lihakkuusluokka (EUROP)           | 0,31 *   | -0,44 **        | 0,05                 | 0,23     | 0,01                 | -0,22          | -0,05                   |
| <b>Charolais</b>                  |          |                 |                      |          |                      |                |                         |
| Syntymäpaino, kg                  | 0,25 (*) | 0,13            | 0,14                 | -0,15    | 0,24 (*)             | -0,11          | -0,08                   |
| 200 päivän paino, kg              | 0,04     | -0,12           | -0,05                | -0,40 ** | 0,18                 | -0,03          | -0,28 *                 |
| 365 päivän paino, kg              | 0,10     | -0,19           | -0,04                | -0,31 *  | 0,26 (*)             | -0,08          | -0,09                   |
| Teuraspaino, kg                   | 0,21     | -0,04           | 0,13                 | -0,11    | 0,24                 | -0,10          | 0,06                    |
| Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv    | -0,00    | -0,13           | -0,06                | -0,36 ** | 0,14                 | 0,00           | -0,27 (*)               |
| Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv  | 0,11     | -0,07           | 0,03                 | 0,07     | 0,26 (*)             | -0,16          | 0,24 (*)                |
| Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv    | 0,06     | -0,21           | -0,05                | -0,31 *  | 0,26 (*)             | -0,09          | -0,08                   |
| Kokonaisjalostusarvo <sup>1</sup> | -0,05    | -0,21           | -0,17                | -0,36 *  | 0,22                 | -0,06          | -0,08                   |
| Lihaksikkuussarvo <sup>2</sup>    | 0,07     | 0,10            | 0,02                 | 0,09     | 0,15                 | -0,17          | -0,13                   |
| Rasvaluokka (EUROP)               | 0,37 (*) | 0,16            | 0,24                 | -0,21    | -0,07                | 0,07           | -0,11                   |
| Lihakkuusluokka (EUROP)           | -0,02    | 0,06            | -0,09                | -0,08    | 0,23                 | -0,08          | -0,16                   |
| <b>Hereford</b>                   |          |                 |                      |          |                      |                |                         |
| Syntymäpaino, kg                  | 0,39 *   | 0,24            | -0,01                | -0,04    | 0,14                 | -0,09          | 0,18                    |
| 200 päivän paino, kg              | -0,13    | -0,01           | -0,27 (*)            | 0,09     | -0,08                | 0,16           | 0,05                    |
| 365 päivän paino, kg              | 0,12     | 0,15            | -0,31 *              | 0,09     | -0,15                | 0,17           | 0,10                    |
| Teuraspaino, kg                   | 0,10     | 0,23            | -0,41 *              | 0,16     | -0,02                | -0,07          | 0,04                    |
| Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv    | -0,20    | -0,06           | -0,28 (*)            | 0,09     | -0,11                | 0,16           | -0,02                   |
| Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv  | 0,30 (*) | 0,21            | -0,06                | 0,04     | -0,06                | 0,13           | 0,16                    |
| Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv    | 0,11     | 0,10            | -0,32 *              | 0,08     | -0,15                | 0,19           | 0,11                    |
| Kokonaisjalostusarvo <sup>1</sup> | 0,26     | -0,14           | -0,46 **             | 0,03     | 0,14                 | -0,10          | 0,08                    |
| Lihaksikkuussarvo <sup>2</sup>    | 0,20     | 0,06            | -0,35 *              | 0,13     | -0,11                | 0,06           | 0,11                    |
| Rasvaluokka (EUROP)               | 0,02     | -0,14           | -0,27                | 0,29     | -0,01                | 0,11           | 0,52 **                 |
| Lihakkuusluokka (EUROP)           | -0,20    | 0,13            | -0,09                | 0,14     | -0,22                | 0,28           | 0,03                    |

<sup>1</sup>Eläimen kokonaisjalostusarvo (Faba). <sup>2</sup>Lineaarisen rakennearvostelun eläimen lihaksikkuussarvo/tulos. Keskiarvo 80 pistettä. (\*) P≤0.1, \* P≤0.05, \*\* P≤0.01, \*\*\* P≤0.001

Taulukko 3. Korrelaatiokertoimet geenitestin ja mitattujen muuttujien välillä: simmental, kaikki muut rodut paitsi angus ja koko aineisto.

|                                       | Mureus    | Marmoroituminen | Residuaalinen syönti | Kasvu     | Punaisen lihan saanto | Rasvan paksuus | Selkälihaksen pinta-ala |
|---------------------------------------|-----------|-----------------|----------------------|-----------|-----------------------|----------------|-------------------------|
| <b>Simmental</b>                      |           |                 |                      |           |                       |                |                         |
| Syntymäpaino, kg                      | 0,03      | 0,15            | 0,16                 | 0,14      | -0,02                 | -0,14          | 0,02                    |
| 200 päivän paino, kg                  | -0,29     | 0,13            | -0,19                | -0,30 (*) | 0,05                  | 0,01           | -0,23                   |
| 365 päivän paino, kg                  | -0,26     | -0,15           | -0,07                | -0,36 *   | -0,00                 | 0,06           | -0,23                   |
| Teuraspaino, kg                       | -0,16     | 0,01            | -0,01                | -0,29     | -0,00                 | -0,10          | -0,19                   |
| Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv        | -0,31 (*) | 0,11            | -0,21                | -0,36 *   | 0,08                  | -0,02          | -0,21                   |
| Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv      | 0,07      | -0,24           | 0,16                 | -0,05     | -0,13                 | 0,08           | -0,07                   |
| Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv        | -0,29     | -0,14           | -0,13                | -0,40 *   | 0,00                  | 0,05           | -0,23                   |
| Kokonaisjalostusarvo <sup>1</sup>     | -0,35 (*) | -0,16           | -0,16                | -0,34 (*) | 0,11                  | -0,03          | -0,21                   |
| Lihaksikkuusarvo <sup>2</sup>         | -0,03     | 0,30            | -0,28                | 0,03      | -0,14                 | 0,07           | -0,05                   |
| Rasvaluokka (EUROP)                   | 0,29      | 0,30            | 0,01                 | 0,29      | -0,49 *               | 0,43 *         | -0,03                   |
| Lihakkuusluokka (EUROP)               | -0,29     | 0,01            | 0,12                 | -0,27     | 0,01                  | 0,11           | -0,21                   |
| <b>Kaikki muut rodut paitsi angus</b> |           |                 |                      |           |                       |                |                         |
| Syntymäpaino, kg                      | 0,02      | 0,22 *          | 0,02                 | -0,11     | 0,07                  | 0,02           | 0,20 *                  |
| 200 päivän paino, kg                  | -0,22 *   | -0,03           | -0,19 *              | -0,23 **  | -0,08                 | 0,07           | -0,01                   |
| 365 päivän paino, kg                  | -0,14     | 0,12            | -0,17 *              | -0,14 (*) | 0,03                  | 0,10           | 0,28 **                 |
| Teuraspaino, kg                       | -0,04     | 0,25*           | -0,10                | -0,15     | 0,01                  | 0,16           | 0,34 **                 |
| Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv        | -0,24 **  | -0,07           | -0,19 *              | -0,23 **  | -0,10                 | 0,07           | -0,05                   |
| Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv      | 0,01      | 0,21 *          | -0,06                | 0,03      | 0,11                  | 0,11           | 0,37 ***                |
| Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv        | -0,15 (*) | 0,11            | -0,18 *              | -0,14 (*) | 0,03                  | 0,10           | 0,27 **                 |
| Kokonaisjalostusarvo <sup>1</sup>     | -0,03     | -0,19 *         | -0,16 (*)            | -0,09     | 0,09                  | -0,05          | -0,14                   |
| Lihaksikkuusarvo <sup>2</sup>         | 0,13      | 0,15            | -0,14                | 0,15      | 0,01                  | -0,10          | -0,07                   |
| Rasvaluokka (EUROP)                   | 0,37 ***  | 0,08            | 0,19 (*)             | 0,30 **   | -0,04                 | 0,09           | -0,18 (*)               |
| Lihakkuusluokka (EUROP)               | -0,09     | 0,28 **         | -0,01                | -0,14     | 0,07                  | 0,21 (*)       | 0,32 **                 |
| <b>Kaikki rodut</b>                   |           |                 |                      |           |                       |                |                         |
| Syntymäpaino, kg                      | -0,14 *   | -0,17 *         | -0,27 ***            | -0,37 *** | 0,23 **               | -0,12 (*)      | 0,22 **                 |
| 200 päivän paino, kg                  | -0,03     | -0,02           | -0,17 *              | -0,10     | -0,08                 | 0,01           | -0,06                   |
| 365 päivän paino, kg                  | -0,12     | -0,08           | -0,28 ***            | -0,21 **  | 0,09                  | -0,01          | 0,25 ***                |
| Teuraspaino, kg                       | -0,19 *   | -0,16 (*)       | -0,29 ***            | -0,35 *** | 0,15 (*)              | -0,06          | 0,32 ***                |
| Päiväkasvu 0–200 päivää, kg/pv        | -0,01     | 0,00            | -0,13 (*)            | -0,05     | -0,12 (*)             | 0,03           | -0,10                   |
| Päiväkasvu 200–365 päivää, kg/pv      | -0,13 (*) | -0,12 (*)       | -0,22 **             | -0,19 **  | 0,18 *                | -0,02          | 0,34 ***                |
| Päiväkasvu 0–365 päivää, kg/pv        | -0,12     | -0,09           | -0,26 ***            | -0,18 *   | 0,08                  | -0,01          | 0,23 **                 |
| Kokonaisjalostusarvo <sup>1</sup>     | 0,05      | -0,16 *         | -0,12 (*)            | -0,06     | 0,04                  | -0,08          | -0,13 (*)               |
| Lihaksikkuusarvo <sup>2</sup>         | 0,14 (*)  | 0,05            | -0,10                | 0,09      | -0,03                 | -0,10          | -0,03                   |
| Rasvaluokka (EUROP)                   | 0,30 ***  | 0,13            | 0,18 *               | 0,29 ***  | -0,08                 | 0,08           | -0,18 *                 |
| Lihakkuusluokka (EUROP)               | -0,22 *   | -0,14           | -0,21 *              | -0,32 *** | 0,14                  | 0,03           | 0,35 ***                |

<sup>1</sup> Eläimen kokonaisjalostusarvo (Faba). <sup>2</sup> Lineaarisen rakennearvostelun eläimen lihaksikkuusarvo/tulos. Keskiarvo 80 pistettä. (\*) P≤0.1, \* P≤0.05, \*\* P≤0.01, \*\*\* P≤0.001