

Sikojen lihakkuuden, luun murtolujuuden ja osteokondroosin geneettinen vaihtelu

Marja-Liisa Sevón-Aimonen¹⁾, Annina Storskrubb²⁾, Asko Mäki-Tanila¹⁾ ja Markku Honkavaara³⁾

¹⁾MTT, Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, H-talo, 31600 Jokioinen etunimi.sukunimi@mtt.fi

²⁾Harjun oppimiskeskus, Katariinankuja 19, 49980 Ravijoki, annina.storskrubb@helsinki.fi

³⁾Lihateollisuuden tutkimuskeskus LTK, Luukkaankatu 8, PL 56, 13101 Hämeenlinna, markku.honkavaara@ltk.fi

Tiivistelmä

Lihaprosentti on taloudellisesti tärkeimpiä ominaisuuksia sianjalostuksessa. Toisaalta luunmurtumat ja osteokondroosi aiheuttavat hylkäyksiä ruhontarkastuksessa. Lihakkuutta parannettaessa on oltava varma, ettei eläimille aiheuteta luusto- tai nivelongelmia. Tutkimuksen tavoite oli selvittää luuston lujuuden ja osteokondroosin periytyvyys ja tutkia, ovatko nämä kaksi korreloituneet lihakkuuteen. Luuston lujuuden geneettisestä vaihtelusta on erittäin vähän tietoja. Tutkimus kuului osana suuremman hankkeeseen "Suomalaisen sian teuraslaadun kehittäminen, mittaus ja genetiikka".

Aineisto koostui 426 maatiais- ja 326 yorkshiresiasta. Sukulaistiedot saatiin Faba Jalostukselta. Lihakkuusmittoja olivat Hennessy-lihaprosentti, vanha ja uusi koesikojen lihaprosentti ja eri lajitelmien saannot ruhosta. Murtolujuus mitattiin luiden kolmipistetaivutuksella ja osteokondroosi visuaalisesti. Aineisto analysoitiin 'restricted maximum likelihood' -menetelmällä (DMU-ohjelma) soveltaen eläinmallia. Lihakkuusominaisuuksien periytymisasteet olivat kohtalaisia tai korkeita (0,15 – 0,42). Murtolujuuden periytymisaste (0,27) samoin kuin reisiluun alapään osteokondroosin (0,26) periytymisaste oli kohtalainen, joten niitä pystytään tarvittaessa valinnalla muuttamaan. Lihakkuuden ja murtolujuuden korrelaatio oli matala. Ei ole siis huolta siitä, että lihakkuuden parantaminen heikentäisi murtolujuutta. Sen sijaan lihakkuuden ja osteokondroosin korrelaatio oli epäsuotuisa. Parempaa lihakkuutta valittaessa on seurattava nivelten kunnon muutoksia.

Asiasanat: sika, ruhonlaatu, murtolujuus, osteokondroosi, periytymisaste, korrelaatio

Johdanto

Lihaprosentti on taloudellisesti tärkeimpiä ominaisuuksia sianjalostuksessa. Toisaalta luunmurtumat ja osteokondroosi aiheuttavat hylkäyksiä ruhontarkastuksessa. Lihakkuutta parannettaessa on oltava varma, ettei eläimille aiheuteta luusto- tai nivelongelmia. Ruhon koostumuksen ja osteokondroosin periytyvyyttä on tutkittu, mutta luuston lujuuden geneettisestä vaihtelusta on erittäin vähän tietoja. Luuston lujuutta ja nivelpintojen terveyttä tutkittiin v. 2004 alkaneessa kolmivuotisessa Maa- ja metsätalousministeriön ja Lihateollisuusyhdistyksen rahoittamassa hankkeessa "Suomalaisen sian teuraslaadun kehittäminen, mittaus ja genetiikka". Tutkimuksen tavoite oli selvittää luuston lujuuden ja osteokondroosin periytyvyys ja tutkia, ovatko nämä kaksi korreloituneet lihakkuuteen.

Materiaali ja menetelmät

Aineisto oli otanta kantakokeessa 2004-2006 olleista sioista. Aineiston siat oli poimittu siten, että kun karjulle oli ilmoitettu vähintään kolme ryhmää koeasemille, karjun jälkeläiset otettiin kokeeseen. Tavoite oli saada noin 15 jälkeläisen ryhmiä ja yhteensä tuhat sikaa. Tavoitteesta kuitenkin jäätin, ja keskimäärin jälkeläisiä oli 9 karjua kohti. Yhteensä aineistossa oli 464 maatiais- ja 326 yorkshiresikaa. Eläimille saatiin sukulaistiedot Faba Jalostukselta.

Siat teurastettiin 100 kg elopainossa ja ruhon puolikkaat kuljetettiin Lihateollisuuden tutkimuskeskukseen. Puolikkaat paloitteltiin ensin vanhan kantakoerutiinin mukaisesti eli karkeapaloiksi ja näistä selkä ja kinkku nahattomiksi ja silavattomiksi. Paloittelua jatkettiin kaupallisen leikkuutavan mukaan niin, että ruhot leikattiin paisteiksi, fileiksi ja lajitelmiksi. Ruhoista otettiin talteen pohjeluu (*fibula*). Tutkitut ruho-ominaisuudet olivat Hennessy GP4 liha-% (mitattu teurastamalla), vanha ja uusi koesikojen lihaprosentti sekä erilaisten lajitelmien osuudet ruhosta. Lasketuissa nahan ja luuston osuuksissa paloittelutapa vaikuttaa tuloksiin, mikä pitää huomioida vertailtaessa prosenttilukuja muiden tutkimusten tuloksiin.

Luun vahvuuden mittana käytettiin murtolujuutta ja se mitattiin pohjeluusta kolmipistetäivutuksella (Jackson 1992). Osteokondroosimuutokset tutkittiin reisiluun alapäästä (polvinivel) ja olkaluun yläpäästä (olkanivel). Nivelet katkaistiin vannesahalla, ja nivelpinta arvosteltiin käyttäen apuna norjalaisen Fagsentered for Kjøtt –lihateollisuuden tutkimuslaitoksen käyttämää kuvallista asteikkoa yhdestä kuuteen, missä yksi merkitsee, ettei havaittavia muutoksia ole ja kuusi merkitsee vakavia muutoksia. Lisäksi muut rustossa ja nivelpinnassa esiintyneet muutokset kuvattiin sanallisesti. .

Ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät testattiin ensin käyttäen 'general linear model' –menetelmää (GLM, SAS 2000). Perinnölliset tunnusluvut analysoitiin käyttäen DMU ohjelmistoa (Jensen ja Madsen 2000), 'restricted maximum likelihood'. –menetelmää ja eläinmallia. Perinnöllisten analyysien tilastollisessa mallissa oli rotu, kasvatusera, teuraspaino ja sukupuoli kiinteinä tekijöinä ja pahnueen aiheuttama yhteinen ympäristö, additiivinen eläintekijä ja residuaali satunnaisina tekijöinä. Rodut analysoitiin yhdessä.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Ominaisuuksien keskiarvot, hajonnat, minimi ja maksimit on esitetty taulukossa 1. Varsinkin murtolujuudessa sikojen välinen vaihtelu oli suurta (6kg – 46 kg). Luun osuus ruhosta oli suurempi yorkshirella kuin maatiaisella. Yorkshirella oli myös murtolujuuden perusteella arvioituna vahvemmat luut. Yorkshiresioista 64 prosentilla ja maatiaisista 70 prosentilla ei ollut muutoksia olkaluun yläpäässä ja samanlainen tulos oli myös reisiluun alapään osalta. Kaikkein vakavimpia (osteokondroosipisteet 5 ja 6) muutoksia ei tässä tutkimuksessa havaittu. Aineisto voi olla tältä osin esikarsittu, sillä tutkimukseen tulivat vain normaaliin kaupalliseen teurastukseen kelpaavat siat eli terveet, liikuntakykyiset yksilöt.

Ominaisuuksien periytymisasteet on esitetty taulukossa 2. Ruho-ominaisuuksien periytymisasteet vaihtelivat keskinkertaisesta korkeaan. Myös kirjallisuudessa ruho-ominaisuuksien on todettu periytyvän hyvin (Sonesson ym. 1998, Serenius ym. 2001) Murtolujuuden periytymisaste oli 0,27 eli keskinkertainen. Murtolujuuden periytymisestä ei kirjallisuudesta löytynyt tietoja. Kyynärluun alapään osteokondroosin periytymisaste ei eronnut merkitsevästi nollassa. Sen sijaan reisiluun osteokondroottisuus näyttää periytyvän keskinkertaisesti (0,27). Tulos oli samaa suuruusluokkaa kuin Jørgensenin ja Andersenin (2000) ja Nikkilän (2004) tutkimuksissa. Pahnuevaikutukset olivat kohtuullisen korkeita. Koska aineistossa emakolla oli keskimäärin vain 2,3 jälkeläistä, ja aineiston eläimet olivat

yhdestä sukupolvesta, pahnuevaikutuksen ja perinnöllisen osuuden erottaminen toisistaan ei välttämättä onnistu. Tähän viittaa myös se, että ruho-ominaisuuksien periytymisastearviot ovat matalampia ja pahnuevaikutukset korkeampia, kuin yleensä kirjallisuudessa on esitetty.

Geneettiset korrelaatiot eri ruho-ominaisuuksien välillä on esitetty taulukossa 3 ja luusto- ja ruho-ominaisuuksien välillä taulukossa 4. Ruho-ominaisuuksien keskinäiset korrelaatiot olivat oletetusti korkeita vaihdellen 0,42 – 1,0. Poikkeuksena oli luuston osuus, jonka korrelaatio muihin ruho-ominaisuuksiin oli matala tai korkeintaan keskinkertainen. Lihaprozentin ja murtolujuuden korrelaatiot vaihtelivat negatiivisesta keskinkertaiseen positiiviseen (-0,13 – 0,30). Luiden osuus ja luiden paino oli voimakkaasti korreloitunut murtolujuuden kanssa (0,88 – 0,90). Sekä luiden osuus että luiden lujuus olivat negatiivisesti eli tässä tapauksessa suotuisasti korreloituneet osteokondroottisuuden kanssa (-0,09 – -0,23). Olkaluun yläpään ja reisiluun alapään osteokondroosipisteiden korrelaatio oli matala (0,04). Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että nivelten osteokondroosimuutokset ovat ennemmin yksittäisten nivelten sairaus kuin yleissairaus (Wiro 1999, Jorgensen ja Andersen 2000). Eri lihaprozenttien ja osteokondroosin korrelaatio oli useimmissa tapauksissa keskinkertainen ja epäsuotuisa (0,11 – 0,46). Myös Lundenheimin ja Rydmerin (1990) tutkimuksessa lihakkuus oli epäsuotuisasti korreloitunut polvinivelen osteokondroottisuuden kanssa. Kuitenkin joissakin tutkimuksissa on löydetty myös suotuisia yhteyksiä lihakkuuden ja nivelten kunnan välillä (Stern ym. 1995).

Fenotyypilliset korrelaatiot eri ruho-ominaisuuksien välillä on esitetty taulukossa 5 ja luusto- ja luusto-ominaisuuksien taulukossa 6. Eri lihaprozenttien ja arvokkaimpien lajitelmien osuuksien korrelaatiot olivat korkeita (0,46 – 0,86). Fenotyypillinen korrelaatio lihaprozenttien ja luuston osuuden välillä oli matala tai keskinkertainen (0,06 – 0,30) ja, toisin kuin geneettinen korrelaatio, positiivinen. Samoin kuin geneettinen, myös fenotyypillinen korrelaatio lihaprozentin ja murtolujuuden välillä oli matala (0,00 – 0,11). Vaikka geneettinen korrelaatio lihakkuuden ja osteokondroosin välillä oli epäsuotuisa, näiden ominaisuuksien fenotyypillinen korrelaatio oli matala ja nollan molemmin puolin. Luiden osuus ja luun vahvuus olivat keskinkertaisesti korreloituneet (0,22 – 0,23). Sitä vastoin luiden osuuden ja osteokondroosin fenotyypillinen korrelaatio oli matala.

Johtopäätökset

Luun murtolujuuden ja reisiluun alapään osteokondroosimuutosten periytymisasteet olivat keskinkertaisia. Tämä merkitsee, että niihin voidaan valinnalla puuttua, mikäli se koetaan tarpeelliseksi eläinten hyvinvoinnin tai taloudellisuuden kannalta. Geneettinen korrelaatio lihaprozentin ja murtolujuuden tai luiden osuuden välillä oli erittäin matala. Ei ole otaksuttavaa, että lihakkuuden valinnalla olisi haitallista vaikutusta luuston lujuteen. Sen sijaan lihakkuuden ja reisiluun alapään osteokondroosin epäsuotuisan geneettisen korrelaation vuoksi nivelpintojen laatu on tärkeää ottaa sikoja valittaessa huomioon.

Taulukko 1. Tutkittujen ominaisuuksien tilastolliset tunnusluvut suomalaisilla yorkshire- (Y) ja maatiaissoilla (M).

	Rotu	Keskiarvo	Keskihajonta	Variaatio-%	Minimi	Maksimi
Hennessy	Y	59,7	1,7	2,8	55,0	64,0
liha-%	M	59,6	1,9	3,2	53,0	66,0
Koeasema-	Y	63,6	1,7	2,7	58,0	68,0
liha-%, vanha	M	63,0	1,9	3,0	56,0	69,0
Koeasema-	Y	61,3	2,3	3,8	54,0	68,0
liha-%, uusi	M	61,6	2,4	3,9	52,0	68,0
Arvokkaimmat	Y	25,9	1,4	5,5	19,0	31,0
lajitelmat, %	M	26,4	1,4	5,3	21,0	30,0
Silava-%	Y	5,4	1,4	25,6	2,0	12,0
	M	5,8	1,4	23,8	2,0	10,0
Nahka-%	Y	5,7	0,7	12,9	4,0	7,0
	M	5,7	0,8	13,2	4,0	8,0
Luu- %	Y	19,9	1,2	5,9	17,0	25,0
	M	18,7	1,1	5,9	15,0	22,0
Murto-	Y	26,6	5,7	21,4	10,7	46,3
lujuus, kg	M	24,2	6,0	24,5	6,3	44,2
Olkaniivelen	Y	1,3	0,6	41,2	1	4
osteokondroosi	M	1,3	0,5	36,5	1	3
Polvinivelen	Y	1,3	0,6	41,2	1	4
osteokondroosi	M	1,3	0,5	37,0	1	3

Taulukko 2. Periytymisasteet (h^2), pahnuevaikutus (c^2) sekä estimaattien keskivirheet (s.e.).

	h^2	s.e.	c^2	s.e.
Hennessy GP4 liha-%	0.27	0.12	0.11	0.06
Koeasemaliha-%, vanha	0.38	0.15	0.11	0.06
Koeasemaliha-%, uusi	0.42	0.14	0.09	0.06
Arvokkaimmat lajitelmat, %	0.35	0.15	0.13	0.07
Silava-%	0.20	0.11	0.14	0.06
Nahka-%	0.15	0.11	0.24	0.06
Luu-%	0.21	0.11	0.19	0.06
Luiden paino, kg	0.16	0.10	0.19	0.06
Murtolujuus, kg	0.27	0.12	0.04	0.06
Kyynärnivelen osteokondroosi	0.03	0.08	0.00	0.06
Polvinivelen osteokondroosi	0.26	0.11	0.00	0.06

Taulukko 3. Ruho-ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot.

	Arvokkaimmat lajitelmat, %	Silava-%	Nahka-%	Luu-%
Hennessy liha-%	1.00	-0.42	-1.00	-0.29
Koeasemaliha-%, vanha	0.78	-0.59	-0.92	0.03
Koeasemaliha-%, uusi	0.93	-0.67	-0.93	-0.10

Taulukko 4. Ruho- ja luusto-ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot.

	Murtolujuus, kg	Olkanivelen osteokondroosi	Polvinivelen osteokondroosi
Hennessy liha-%	-0.13	-0.29	0.22
Koeasemaliha-%, vanha	0.30	-0.07	0.11
Koeasemaliha-%, uusi	0.11	0.26	0.46
Arvokkaimmat lajitelmat, %	-0.20	0.22	0.43
Silava-%	-0.21	-0.13	0.08
Nahka-%	0.23	0.47	-0.27
Luu-%	0.90	-0.23	-0.09
Luiden paino, kg	0.88	-0.17	-0.21
Murtolujuus, kg		0.29	-0.26
Olkanivelen osteokondroosi			0.04

Taulukko 5. Ruho-ominaisuuksien väliset fenotyypiset korrelaatiot.

	Arvokkaimmat lajitelmat %	Silava-%	Nahka-%	Luut-%
Hennessy liha-%	0.46	-0.53	-0.08	0.22
Koeasemaliha-%, vanha	0.70	-0.64	-0.02	0.30
Koeasemaliha-%, uusi	0.86	-0.59	-0.07	0.06

Taulukko 6. Ruho- ja luusto-ominaisuuksien väliset fenotyypiset korrelaatiot.

	Murtolujuus, kg	Olkanivelen osteokondroosi	Polvinivelen osteokondroosi
Hennessy liha-%	0.09	0.04	0.06
Koeasemaliha-%, vanha	0.11	0.04	0.01
Koeasemaliha-%, uusi	0.07	0.05	0.07
Arvokkaimmat lajitelmat, %	0.01	0.03	0.06
Silava-%	-0.07	-0.08	0.00
Nahka-%	0.01	0.06	-0.11
Luu-%	0.23	0.05	0.08
Luiden paino, kg	0.22	0.04	0.07
Murtolujuus, kg		0.03	-0.05
Olkanivelen osteokondroosi			0.08

Kirjallisuus

Jackson, A.P. 1992. Bone, Nacre and Other Ceramics. Biomechanics materials a Practical Approach (toim. Vincent, J.F.V.), Oxford University Press, USA

Jensen, J. & Madsen, P. 2000. *A user guide to DMU. A Package for analysing Multivariate Mixed Models.* National Institute of Animal Science, Tjele, Denmark. 22 p.

Jørgensen, B. & Andersen, S. 2000. Genetic parameters for osteochondrosis in Danish Landrace and Yorkshire boars and correlations with leg weakness and production traits. *Animal Science* 71:427-434.

Lundeheim, N. & Rydhmer, L. 1990. Genetic analysis of osteochondrosis and leg weakness in the Swedish Landrace pig population. *Proceedings of the fourth world congress on genetics applied to livestock production*, Edinburgh, vol XV, s. 493-496.

Nikkilä, M. 2006. Sikojen jalkarakenteen ja nivelvammojen sekä kasvu- ja lihantuotanto-ominaisuuksien väliset yhteydet. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisu no. 78, 42 s.

SAS 2000. *SAS OnlineDoc® Version 8.*

Serenius, T., Sevón-Aimonen, M.-L., Mäntysaari, E. A. 2001. The genetics of leg weakness in Finnish Large White and Landrace Populations. *Livestock Production Science* 69:101-111.

Sonesson, A.K., de Greef, K.H. & Meuwissen, T.H.E. 1998. Genetic parameters and trends of meat quality, carcass composition and performance traits in two selected lines of large white pigs. *Livestock Production Science* 57:23-32.

Stern, S., Lundeheim, N., Johansson, K., Andersson, K. 1995. Osteochondrosis and leg weakness in pigs selected for lean tissue growth rate. *Livestock Production Science* 44:45-52.

Wiro, P. 1999. Sikojen jalkojen rakennevikojen ja nivelvammojen yleisyys ja niiden periytyminen. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisu no. 40, 53 s.