

Hopeakettujen luottavaisuuden ja aggressiivisuuden perinnölliset tunnusluvut ja edistymiset luottavaisuuden perusteella valituilla pennuilla ja siitoseläimillä

Hilkka Kenttämies¹⁾, Marja Nikkilä¹⁾, Maija Miettinen^{2,3)} ja Juha Asikainen^{2,4)}

¹⁾Kotieläintieteen laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto, hilkka.kenttamies@animal.helsinki.fi

^{2,3)}Joensuun yliopisto, Siikasalmen tutkimus- ja koeasema

nykyisin Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry, PL 5, 01601 Vantaa,

^{2,4)} nykyisin Joensuun yliopisto, Biologian laitos

Johdanto

Turkiseläinten elinoloja ja samalla niiden yleistä hyvinvointia on tarhauksen ajan kehitetty, mutta eläinten luonteeseen ei näillä toimenpiteillä ole ollut pysyvää vaikutusta. Pentujen luonteeseen kohdistuvan pitkäaikaisen valinnan avulla Venäjällä kehitettiin kesy hopeakettukanta (Belyaev 1979). Kesyysasteen myötä hedelmällisyysominaisuudet paranivat, mikä johtui suurelta osin samanaikaisista hormonaalisista muutoksista (Belyaev 1979, Popova ym. 1991). Lisääntyneellä luottavaisuudella on myöhemmissä valintakokeissa todettu olevan suotuisa vaikutus kettujen pentutulokseen (Henderson ym. 1996, Nordrum ym. 2002, Kenttämies ja Smeds 2003), mikä on osittain johtunut dominoivien emojen arkoja emoja paremmista hoito-ominaisuuksista (Bakken 1993, Henderson ym. 1996). Aikuisien sini- ja hopeakettujen luottavaisuudella ja hedelmällisyydellä on ollut suotuisa yhteys (Nikula ym. 2000). Siten tarhakettujen ihmistä kohtaan tuntemaan luottavaisuuden lisääntymisellä on suuri merkitys taloudellisesti ja eläinten hyvinvoinnin kannalta. Hopeaketun pentujen luottavaisuuden testaus pystytään luotettavasti suorittamaan (Rekilä ym. 1997, Kenttämies ja Miettinen 1999) samoin kuin aggressiivisuuden testaus (Kenttämies ja Miettinen 1999). Oheisessa tutkimuksessa pyritään arvioimaan pentuna ja aikuisena arvostellun luottavaisuuden ja aggressiivisuuden välisiä geneettisiä yhteyksiä. Niiden avulla voidaan päätellä, miten pysyvästi nämä luonneominaisuudet säilyvät ikäkaudesta toiseen. Tällä on merkitystä myös eläinten hyvinvoinnin kannalta.

Aineistot ja menetelmät

Kokeet tehtiin vuosina 1995-1999 Joensuun yliopiston Siikasalmen tutkimus- ja koeasemalla, minne eläimet hankittiin oman tarhan ohella 6 muulta tarhalla Länsi- ja Itä-Suomesta. Kultakin tarhalla saatu lähtöaineisto (1995) jaettiin kahteen polveutumiseläimien ja hedelmällisyydeltään samanarvoiseen ryhmään, joissa seuraavien sukupolvien valinta tehtiin linjojen sisäisesti. *Valintalinjassa* siitoseläimet valittiin pelkästään pentujen luottavaisuuden jalostusarvon ennusteen perusteella ja *kontrollilinjassa* tuotanto-ominaisuuksien yhdistelmäindeksin perusteella.

Luottavaisuus mitattiin 1690 pennulta, joista 1021 pentua oli nuorten (1-vuotiaiden) naaraiden jälkeläisiä. Luottavaisuuden suhteen arvostelluista pennuista 748 eläintä testattiin myös 1-vuotiaana siitoseläiminä (Taul. 1). Aggressiivisuus testattiin 913 pennulta, joista 570 pentua oli nuorten naaraiden jälkeläisiä. Aggressiivisuuden suhteen arvostelluista pennuista 198 eläintä testattiin myös 1-vuotiaana. Oheisessa tutkimuksessa tunnusluvut on ilmoitettu eläimiltä, joilta on sekä pentuna että aikuisena arvosteltu tutkittavat luonneominaisuudet. Kummankin ominaisuuden jalostusarvojen ennusteet arvioitiin koko pentuaineistosta.

Taulukko 1. Luottavaisuuden suhteen sekä pentuna että 1-vuotiaana testattujen eläinten lukumäärät linjoittain, sukupuolittain ja syntymävuosittain.

Vuosi	Valintalinja		Kontrollilinja	
	♂	♀	♂	♀
1996	72	78	96	88
1997	24	70	24	85
1998	24	83	24	80

Luonnetestit

Luottavaisuus/pelko ihmistä kohtaan määritettiin Kuopion yliopistossa kehitetyllä ruokintatestillä (Rekilä ym. 1997). Testauksessa käytettiin 3 pisteen asteikkoa, missä 1 osoitti pelokasta ja 3 luottavaista

suhtautumista ihmiseen. *Aggressiivisuus* määritettiin ns. keppitestin avulla (Plyusnina ym. 1991, Reki-lä 1999). Käsiteltävässä aineistossa 0 pistettä merkitsi hyvin aggressiivista eläintä (ei havaintoja), kun taas pisteen 6 saaneet eläimet eivät osoittaneet minkäänlaista aggressiivisuutta.

Tilastolliset analyysit

Aineisto muokattiin tiedostoiksi WSYS-ohjelmistoilla (Wilva, 1989 ja 1999), joita käytettiin myös fenotyypisten tunnuslukujen ja ominaisuuksiin vaikuttavien kiinteiden tekijöiden analysointiin. Luottavaisuuden ja pentutuloksen perinnölliset tunnusluvut, periytymisasteet (h^2) ja ominaisuuksien väliset geneettiset (r_g) ja fenotyypiset korrelaatiot (r_p) arvioitiin eläinmallilla käyttäen REML-menetelmää ja VCE 4.0 -ohjelmaa. Arvioinneissa käytettiin yhden ja kahden ominaisuuden eläinmalleja. Pentujen luottavaisuuden ja sen kanssa korreloituneen aggressiivisuuden jalostusarvojen ennusteet ratkaistiin PEST-ohjelmalla. Jalostusarvojen vuosittaiset ja linjoittaiset tunnusluvut taulukoitiin L-WSYS -ohjelmistolla. Eläimen syntymävuoden, sukupuolen ja emän luokitellun pentuekoon kiinteät vaikutukset huomioitiin satunnaisten eläin- ja ympäristötekijäin lisäksi. Aggressiivisuuden suhteen sama eläin testattiin pentuna ja aikuisena vain yhtenä vuonna, jolloin vuositekijää ei otettu mukaan analyysiin.

Tulokset

Samojen eläinten pentuna ja aikuisena testattujen luottavaisuuden ja aggressiivisuuden keskiarvot ja hajonnat on esitetty vuosittain koko aineistoista ja linjoittain taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 2. Samojen pentuna ja 1-vuotiaana testattujen eläinten luottavaisuuden keskiarvot ja hajonnat syntymävuosittain koko aineistossa ja linjoittain.

Luottavaisuus	1996		1997		1998	
	ka.	s.d.	ka.	s.d.	ka.	s.d.
Pennut	2,28	0,71	2,15	0,72	1,92	0,69
Valintalinja	2,32	0,67	2,24	0,70	2,16	0,63
Kontrollilinja	2,25	0,74	2,08	0,72	1,68	0,67
Siitoseläimet	2,64	0,56	2,70	0,47	2,34	0,65
Valintalinja	2,73	0,50	2,75	0,44	2,46	0,58
Kontrollilinja	2,57	0,61	2,66	0,50	2,22	0,69

Taulukko 3. Vuonna 1998 syntyneiden, pentuna ja 1-vuotiaana testattujen eläinten aggressiivisuuden keskiarvot koko aineistossa ja linjoittain.

Aggressiivisuus	1998	
	ka.	s.d.
Pennut	5,27	0,92
Valintalinja	5,19	0,96
Kontrollilinja	5,35	0,88
Siitoseläimet	5,07	0,99
Valintalinja	4,95	1,00
Kontrollilinja	5,19	0,98

Pentujen luonneominaisuuksissa emän tai isän ikäluokkien, vuosien tai linjojen ei havaittu eroavan toisistaan. Urospennut olivat luottavaisempia ($p < 0.001$) ja ilmeisesti vähemmän aggressiivisia kuin naaraspennut. Pienissä pentueissa (1-3 pentua) syntyneet pennut olivat luottavaisempia ($p < 0.001$) ja vähemmän aggressiivisia ($p < 0.05$) kuin suuremmissa pentueissa syntyneet pennut.

Periytymisasteet

Hopeaketun pennuilla luottavaisuuden periytymisaste oli koko pentuaineistossa kohtalainen ($h^2 = 0.24 \pm 0.05$), samoin kuin yhteisestä ympäristöstä johtuvan muuntelun osuus ($c^2 = 0.16 \pm 0.02$). Pentujen aggressiivisuudessa ei ilmennyt additiivista geneettistä muuntelua, mutta emon ja sisarusten varhaiskasvatuksen aikaisesta kilpailutilanteesta johtuva muuntelun osuus oli melko suuri ($c^2 = 0.18 \pm 0.02$).

Siitoseläimillä, jotka oli arvosteltu myös pentuna, luottavaisuuden periytymisaste ($h^2 = 0.34 \pm 0.05$) oli suurempi kuin koko aineiston pennuilla. Linjoittain arvioidut siitoseläinten luottavaisuuden periytymisasteet olivat samankaltaisia kuin koko aineistosta lasketut arviot (*valintalinjassa* $h^2 = 0.33 \pm 0.08$ ja *kontrollilinjassa* $h^2 = 0.31 \pm 0.07$). Samoilta eläimiltä aggressiivisuus arvosteltiin sekä pentuna että siitoseläimenä vain yhtenä vuonna. 1-vuotiaiden siitoseläinten aggressiivisuudelle arvioi-

tu periytymisaste oli suuri ($h^2 = 0.43 \pm 0.11$), vaikka pennuilla ei lainkaan ilmennyt additiivista geneettistä muuntelua. *Valintalinjan* siitoseläinten periytymisaste ($h^2 = 0.04 \pm 0.12$) oli alhainen ja epävarma, kun taas *kontrollilinjassa* se oli korkea ($h^2 = 0.67 \pm 0.15$). Linjoittaisten arvioiden luotettavuutta saattoi suuresti heikentää entuudestaan vähäisen aineiston pilkkoutuminen puoleen ($n = 98/100$).

Geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot

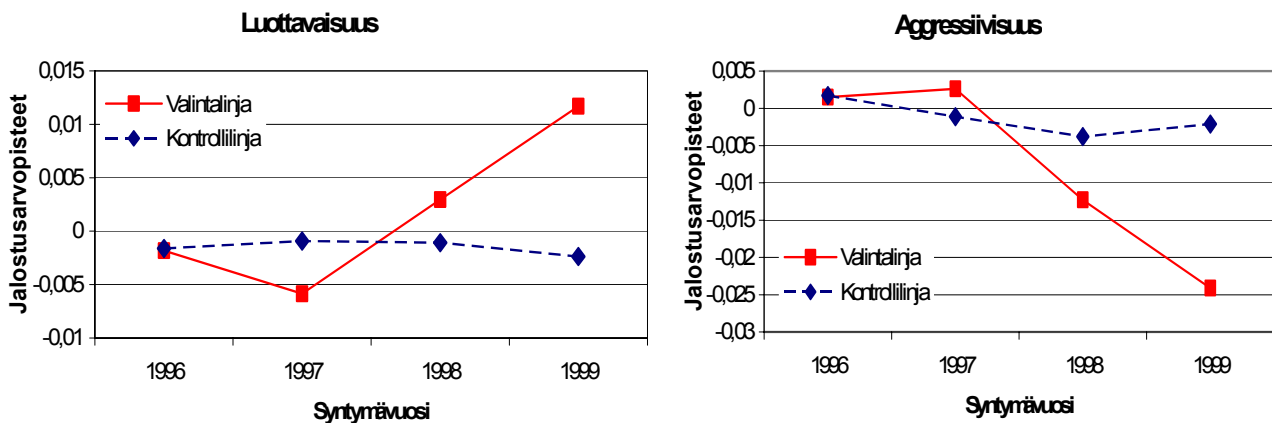
Koko aineistossa pentuna ja aikuisena arvostellun luottavaisuuden välillä oli kiinteä ja luotettava geneettinen yhteys, myös fenotyypinen korrelaatio oli suuri ($r_g = 0.80 \pm 0.07$, $r_p = 0.53$). Samoin aggressiivisuudessa oli yhden vuoden pennut kattavassa aineistossa eri ikävaiheissa tehtyjen testien välillä kiinteä geneettinen ja fenotyypinen yhteys ($r_g = 0.75 \pm 0.14$, $r_p = 0.57$).

Linjoittain lasketut geneettiset korrelaatiot eri iässä tehtyjen luottavaisuusmittausten välillä olivat samansuuruisia kuin koko aineistosta lasketut korrelaatiot (*valintalinjassa* $r_g = 0.80 \pm 0.12$, $r_p = 0.50$ ja *kontrollilinjassa* $r_g = 0.82 \pm 0.12$, $r_p = 0.52$). Aggressiivisuudelle linjoittaisia korrelaatioita ei laskettu yhden vuoden aineistosta kertyneiden vähäisten lukumäärien vuoksi.

Syntymävuosittain luottavaisuudelle lasketut pennun ja saman 1-vuotiaan eläimen väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot olivat kiinteitä ja luotettavia. Ne vaihtelivat välillä ($r_g = 0.72, \dots, 0.92$; $r_p = 0.44, \dots, 0.56$). Myös sukupuolittain lasketut luottavaisuuden geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot olivat hyvin suuria ja luotettavia (urokset: $r_g = 0.89 \pm 0.10$, $r_p = 0.61$; naaraat: $r_g = 0.84 \pm 0.09$, $r_p = 0.49$).

Geneettiset muutokset

Luottavaisuuden suhteen valittujen ja vertailueläinten geneettiset muutokset olivat tässä kokeessa varsin vähäisiä. Perinnöllinen edistyminen hopeakettujen luottavaisessa luonteessa oli hyvin lievää (0.02 pistettä asteikolla 1,...,3). (Kuvio 1a). Luottavaisuuteen kohdistunut valinta näytti hieman lisäävän pentujen aggressiivisuutta (0.02 pistettä asteikolla 0,...,6) (Kuvio 1b). Valintaa heikensi hopeakettujen luontaisesti heikko hedelmällisyys, mikä pidensi sukupolvien välistä aikaa. Vuosittain 30-40 % tulevasta siitoseläimistä jouduttiin valitsemaan vanhempien, enimmäkseen 2-vuotiaiden naaraiden keskuudesta. Tutkimustarhalle kerättyjen pentujen joukossa oli myös eläimiä, jotka vaikeiden perinnöllisten sairauksien ja vikojen vuoksi rajoittivat siitokseen kelvollisten eläinten määrää.



Kuviot 1a ja 1b. Luottavaisuuden (1a) ja aggressiivisuuden (1b) perinnölliset muutokset luottavaisuuden suhteen valituilla hopeakettuilla ja kontrollieläimillä.

Johtopäätökset

Hopeakettuilla tehdyssä tutkimuksessa kävi ilmi, että pentuna testattu luottavaisuus ihmistä kohtaan on kohtalaisen voimakkaasti periytyvä ominaisuus, jota jalostusvalinnan avulla pystytään varsin helposti parantamaan. Pentuna testattu aggressiivisuus sen sijaan näytti tässä tutkimuksessa periytyvän heikosti. Aggressiivisuuden toistumiskerroin oli kuitenkin kohtalainen, johtuen melko suuresta pysyvien ympäristötekijöiden osuudesta. Siten hopeakettujen aggressiivisuuteen näyttää vaikuttavan muutkin kuin additiiviset geneettiset tekijät. Pentuna tehdyt luonnearvostelut olivat varsin yhdenmukaisia myöhemmän kehityksen aikana. Tällä on merkitystä kettujen luonnearvosteluiden varmuutta ja hyvinvoinnin kestävyttä arvioitaessa.

Kirjallisuus

- Bakken, M.** 1993. Reproduction of farmed Silver fox vixens, in relation to own competition capacity and that of neighbouring vixens. *J. Anim. Breed. Genet.* 110: 305-311.
- Belyaev, D.** 1979. Destabilizing selection as a factor in domestication. *J. Hered.* 70: 301-311.
- Henderson, M., Rouvinen, K. & Tennessean, T.** 1996. Behaviour related to reproductive performance in silver fox vixens. In Frindt, A. and Brozowski, M. (Eds.), *Progress in Fur Animal Science. Anim. Prod. Rew.* 29: 53-57. Polish Society of Animal Science.
- Kenttämies, H. & Miettinen, M.** 1999. Confidence and aggressiveness can be reliably tested in silver fox cubs. NJF Seminarium no 308. Reykjavik, Iceland 21-24 October 1999. 8 p.
- Kenttämies, H. & Smeds, K.** 2003. Correlated responses in reproductive performance of blue foxes in a selection experiment for confident behaviour. NJF Seminarium no 354, Lillehammer, Norway, October 8 - 10, 2003, 9 p.
- Nikula, S., Smeds, K., Hietanen, H., Kenttämies, H. & Ojala, M.** 2000. Confident behaviour and production traits – Results from a field study. In Murphy, B. D. and Lohi, O. (Eds.), *Scientifur Vol 24, no 4, Volume III – B: Genetics*, pp. 90-102. Proc. VIIth Congr. Fur Anim. Prod., Castoria, Greece. 21-24 September 2000.
- Nordrum, N. V., Brenøe, U.T., Johannessen, K.R. & Bakken, M.** 2002. Selection response for confident behaviour in silver foxes (*Vulpes vulpes*) and correlated responses in the production traits. NJF - Seminar No.347, Vuokatti, Finland. pp.169-177.
- Plyusnina, I.Z., Oskina, L. & Trut, L.N.** 1991. An analysis of fear and aggression during early development of behaviour in silver foxes (*Vulpes vulpes*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32: 235-268.
- Popova, N.K., Voitenko, N.N., Kulikov, A.V. & Augustinovich, D.F.** 1991. Evidence for the Involvement of Central Serotonin in Mechanism of Domestication of Silver Foxes. *Pharmacology Biochemistry & Behavior* 40: 751-756.
- Rekilä, T., Ahola, L. & Harri, M.** 1997. Validation of Feeding Test as an Index of Fear in Farmed Foxes (*Vulpes vulpes*). *Physiol. Behav.* 62: 805 - 810.
- Rekilä, T.** 1999. Behavioural Tests in Welfare Research of Foxes. *Kuopio Univ. Publ. C. Nat. and Environ. Sci.* 92: 1 – 52.
- Vilva, V.** 1989. WSYS-D Program Package. Department. of Animal Science, Univ. Helsinki, Finl.
- Vilva, V.** 1999. WSYS-L Program Package. Department. of Animal Science, Univ. Helsinki, Finl. URL = <http://www.animal.helsinki.fi/guide/>.