

**Valintaindeksien rakentaminen
kanojen jalostusarvostelua varten**

Heikki Uusitalo
Kotieläinjalostuslaitos

Julkaisijat:

Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin Yliopisto, Viikki
Kotieläinjalostuslaitos, Maatalouden Tutkimuskeskus, Tikkurila

Valintaindeksien rakentaminen kanojen
jalostusarvostelua varten

Heikki
Uusitalo
1975

ISBN 951-45-0594-8
Helsingin yliopiston monistuspalvelu 1975

Painovirheitä

sivu

on

tulee olla

6	11.	rivi	saadaa	saadaan
8	1.	"	jotka lajin-	jotka ovat lajin-
10	7.	"	alhaalta	aikana
12	8.	"		munantuotantoon
12	14.	"		puolestaan
18	8.	"	alhaalta	samalla poistaa muidenkir-
32	6.	"		todellisen
43	9.	"	"	neljä
45	11.	"	"	muuttujan
47	13.	"		laskelmas-
49	11.	"		sul-
52	2.	"	alhaalta	Munintaproosentissa
71	1.	"		ominaisuuksien
74	6.	"		taulukossa 30a.
74	8.	"		Taulukko 30a.
76			taulukkoktekstissä	suhteel-
77	1.	rivi		tutotantokautta
77	8.	"		jollion
86	1.	"		alennemistä.
87	3.	"		saman aikaisesti
88	11.	"		muuta
89	12.	"		päästii
92	16.	"		kyinen kohtuullisen
94	6.	"	alhaalta	luodellisen
96	11.	"		kokonaisgeneotyypin

Lämpimät kiitokseni

Työni tämän vaiheen päättyessä haluan kiittää kaikkia työni edistymiseen ja jatkumiseen ratkaisevasti myötävaikuttaneita henkilöitä ja yhteisöjä. Erityisen kiitoksen ansaitsevat esimieheni, professori Kalle Maijala, joka toimi työni ohjaajana, sekä muut kotieläinjalostuslaitoksella lyhemmän tai pitemmän aikaa vaikuttaneet pulmieni ratkaisuihin sekä työn tekniseen edistymiseen vaikuttaneet henkilöt.

Työni mahdollistamisen ja edistymisen kannalta tärkeitä yhteisöjä ovat olleet Siipikarjanhoitajain Liitto jalostuskannaloinen, Suomen Akatemian maatalous- metsätieteellinen toimikunta sekä August Johannes ja Aino Tiuran Maatalouden Tutkimussäätiö.

Sisällysluettelo

I	Johdanto	1
II	Aikaisempia tutkimuksia	3
A	Kananjalostusmenetelmien kehitys	3
B	Perinnölliset tunnusluvut	7
1.	Periytymisaste	7
2.	Perinnöllinen vuorosuhde	8
C	Arviointiin vaikuttavat muuntelun syyt	8
1.	Sattuman aiheuttamat	8
2.	Systemaattiset tekijät	9
3.	Virhemuuntelun poistomenetelmät	16
D	Tutkittavien ominaisuuksien periytyminen	19
1.	Periytymisastetutkimuksia	19
2.	Ominaisuuksien väliset yhteydet	21
E	Indeksivalinta	23
III	Omat tutkimukset	26
A	Aineisto ja tutkimusmenetelmät	26
1.	Aineisto	26
2.	Tutkitut ominaisuudet ja niiden mittaaminen	27
3.	Tilastolliset menetelmät	28
4.	Virhemuuntelun poisto	30
5.	Valintaindeksin laatiminen	32
B	Tulokset	36
1.	Ominaisuuksien keskiarvot, hajonnat ja jakautumat	36
2.	Muuntelun syyt	41
3.	Haudontaerän vaikutus	53

4.	Ominaisuuksien periytymisasteet	55
5.	Ominaisuuksien väliset yhteydet	60
6.	Haudontaerän vaikutuksen poisto	68
7.	Ominaisuuksien varianssit sekä ominai- suuksien väliset kovarianssit	72
8.	Ominaisuuksien taloudelliset painot	72
9.	Indeksien laatiminen	74
10.	Indeksien vaikutus ominaisuuksiin	80
11.	Indeksien ja nykyisen valintamenetel- män vertailu	83
C	Tulosten tarkastelu	84
1.	Ominaisuuksien keskiarvot	84
2.	Mahdollisuudet tuloksellisen jalostus- työn tekemiseen	85
	-ulkoiset edellytykset	85
	-perinnölliset edellytykset	88
3.	Ominaisuuksien taloudelliset merkitykset	91
4.	Laadittujen indeksien käyttökelpoisuus	94
IV	Yhteenveto	97
V	Liitteet	100
VI	Kirjallisuusluettelo	115

I Johdanto

Jalostustyön keskeisin ongelma on yksilön jalostusarvon määrittäminen. Positiivista jalostusarvoa omaavat yksilöt tulee voida löytää riittävän luotettavasti jalostusaineistosta. Yksityisen eläimen jalostusarvon määrää ainoastaan sen perimä. Kun eläimen mitattavissa olevaan tuotantoon vaikuttaa kuitenkin myös eläimen ympäristö, on tämän vaikutus voitava poistaa yksilön tuotantokykyä kuvaavasta tuloksesta. Vaikutusta ei tosin käytännössä ole tarpeellista poistaa absoluuttisesti, sillä sehän ei ole nykyisen tietämyksen rajoissa mahdollistakaan. Riittää se, että niihin yksilöihin, joiden välillä on suoritettava valinta, on ympäristö vaikuttanut samalla tavalla. Tällöin esiintyvät erot ovat perintötekijöiden aiheuttamia. Toisin sanoen; yksilölle saadun jalostusarvon ja sen todellisen, perinnöllisen, jalostusarvon välisen korrelaation tulee olla mahdollisimman suuri.

Yksilön jalostusarvon määrittämismahdollisuuksia tällä hetkellä ovat yksilön oma tai sen sukulaisten tuotokset tai näiden molempien yhdistelmä. Kehitys siipikarjan jalostuksessa on kulkenut yksilöarvostelusta jälkeläisarvostelun kautta perhevalintaan.

Meillä Suomessa on toistaiseksi jääty jälkeläisarvosteluun. Tällä on kuitenkin määrättyjä heikkouksia. Sukupolvien välinen aika on pitkä ja sen lyhentämismahdollisuudet ovat rajoitetut. Yhdistämällä yksilön oma tuotos sukulaisten, esim. puoli- ja täyssisarten tuotoksiin, on mahdollista saada sama informaatio kuin jälkeläistenkin perusteella, mutta huo-

mattavasti nopeammin.

Yksilön eri ominaisuuksien tuotosten yhdistäminen eläimen koko jalostusarvoa kuvaavaksi indeksiluvuksi on tarkoituksenmukaista. Oikeisiin lähtöarvoihin perustuvan indeksin käytöllä helpottuu valintatilanne huomattavasti.

Tehtävän tutkimuksen tarkoituksena on sellaisten rutiininomaisten käsittelymenetelmien kehittäminen, joilla yksilötarkkailussa kertyvä materiaali voidaan käsitellä sellaiseksi, että siitä voidaan laskea yksilöiden jalostusarvo mahdollisimman luotettavasti. Edellytys sille, että voidaan kehittää jalostusohjelma, joka käsittää useita ominaisuuksia, on se, että tunnetaan ominaisuuksien muuntelu ja periytymisasteet sekä ominaisuuksien väliset fenotyypiset ja perinnölliset yhteydet. Tutkimuksen tarkoituksena on määrittää nämä suomalaisesta aineistosta, josta niitä ei ole aikaisemmin selvitetty.

Saatavien jalostusaineiston tunnuslukujen avulla rakennetaan vaihtoehtoisia yksilön jalostusarvoa kuvaavia indeksejä, joiden käyttökelpoisuutta verrataan toisiinsa sekä nykyisin käytössä olevaan menetelmään.

II Aikaisemmat tutkimukset

A Kananjalostusmenetelmien kehitys

Järkiperäisen kananjalostuksen voidaan katsoa alkaneen viime vuosisadan vaihteessa. Tähän vaikutti pääasiallisesti kaksi seikkaa. Ensimmäinen oli tarkastuspesien käytön leviäminen. Siihen asti oli yksilötarkkailu ollut käytännöllisesti katsoen mahdotonta. Nyt ei enää tarvinnut tyytyä arvostelevaan kanan munintakykyä yksinomaan kanan ruumiinmuodon perusteella. Tarkastuspesät keksittiin Itävallassa vuonna 1879 (MEHNER 1962 s.105). Niiden käyttö alkoi Amerikassa jo 1882, ja siellä pääsikin siipikarjanjalostus nopeimmin vauhtiin.

Toinen merkittävä keksintö oli kananjalostukselle, kuten kaikelle muullekin jalostustyölle, Mendelin lakien uudelleen keksiminen v. 1900. Suuren lisääntymiskykynsä takia kanasta tuli yleinen perinnöllisyystutkimusten kohde. Täten kananjalostustyö sai tukea toiselta tieteenalalta.

Kehitysvaiheet

Koska kanamateriaalissa oli alussa erittäin suuria yksilöeroja, saavutettiin tarkastuspesiä käyttämällä ja yksilövalinnalla nopeaa edistymistä. Kun perinnöllinen taso oli noussut, oli kuitenkin sattuman suhteellinen osuus yksilöiden välisissä eroissa tullut suuremmaksi. Sen takia tuli välttämättömäksi käyttää uusia arvostelumenetelmiä, jotka varmemmin näyttäisivät yksilön jalostusarvon. Toisin sanoen katsottiin tarpeelliseksi ruveta arvostelevaan jalostuseläimet myös niiden jälkeläisten tuotosten perusteella. Lisäsyynä tähän oli elinvoiman ottaminen jalostuskohteeksi. Tämän heikosti periytyvän ominaisuuden vaihteluissa sattuman vaikutus on erikoisen suuri.

Amerikka oli suuren kanamääränsä perusteella kananjalostuksen johtava maa. Jalostajat liittyivät siellä yhteen jo vuonna 1873 tarkoituksenaan luoda yhtenäiset kanojen arvosteluperusteet. Siellä sovellettiin nopeimmin uudet jalostusmenetelmät siipikarjanjalostukseen. Jälkeläisarvostelu otettiin kanojen arvostelussa käyttöön 1920-luvulla.

Kananjalostuksen tähänastisen kehityksen NORDSKOG (1966) esittää tapahtuneen Amerikassa kolmessa vaiheessa. Hän kuvaa vaiheita seuraavasti:

- 1) Old School 1900-1930. Sille oli ominaista jälkeläisarvostelun sekä Mendelin lakien soveltaminen jalostukseen. Lait eivät kuitenkaan tuntuneet päteväksi.
- 2) New School 1930-1950. Tässä vaiheessa siirryttiin perhevalinnan käyttöön. Tällä kaudella luotiin varsinaisesti kvantitatiivinen genetiikka käsitteineen. LUSH (1947) osoitti perhevalinnan olevan edullisimman pienen periytymisasteen omaavien ominaisuuksien jalostuksessa. Samoin hän totesi jälkeläisarvostelun suurimpana haittana olevan pidentyneen sukupolvien välisen ajan. Avain perinnöllisen edistymisen maksimoinnissa näytti olevan perhevalinnassa ja valinnan tehokkuudessa. Tämän kauden aikana kehittyi kanoille sovellettu kaudellisten hybridikantojen, joiksi eri tyyppisiä linjaristeytyksiä alettiin kutsua, tuottaminen.
- 3) Optimaalinen valintaintensiteetti on Contemporary Schoolin tunnus. Maksimaalista perinnöllistä edistymistä ei välttämättä saavuteta maksimaalisen tehokkuuden käytöllä. NORDSKOGin (1966) mukaan meidän tulee tulevaisuudessa uudelleen arvioida katsantotapamme tieteelliseen jalostukseen, ottaen huomioon laboratorio-organismeilla suoritettujen valintakokeitten tulokset.

Kehitys Suomessa

Suomessa kehitys kulki useita vuosikymmeniä jäljessä. Ensimmäinen yhdistys, joka kiinnitti huomiota siipikarjan jalostukseen, perustettiin vuonna 1901. Yhdistys sai aikaan nykyisiä jalostuskanaloita vastaavien "siitoskeskustojen" perus-

tamisen. Lisäksi ulkomailta tuotettiin puhdasrotuisia leghorn- ja wyandotte-rotuisia siitoskanoja. Suomen Siipikarjanhoitajain Liiton perustamisen (vuonna 1918) jälkeen alkoi kanojen kantakirjaustoiminta vuonna 1923. Lisäksi siitoskeskusten eläinaineksen tarkkailua varten aloitti toimintansa v.1926 munintatarkastusasema. Syy aseman perustamiseen oli se, että maamme kanakantaa käsiteltiin sen pienuuden takia yhtenä yksikkönä. Eri siitoskeskusten parhaat yksilöt tuotiin asemalle vertailukelpoisiin oloihin ja siten ne saatiin asetetuiksi arvojärjestykseen kanaloiden välistä eläinaineksen vaihtoa varten. Asemalla saavuttamiensa tulosten perusteella kana saattoi päästä ylempään kantakirjaluokkaan.

Aluksi munintatarkastusasemalla kilpailivat yksittäiset kanat, mutta 1940-luvulla siirtyi pääpaino kukkojen jälkeläisryhmien arvosteluun. Jalostuskanalat ottivat jälkeläisarvostelun ohjelmaansa 1950-luvun alussa. Jotta asemalla suoritettu arvostelu varmenisi, laajennettiin koe käsittämään myös poikasten kasvatusvaiheen. Tämä tapahtui vuonna 1956. Aikaisemmin kanat oli tuotu asemalle munintansa aloittavina.

Tälle laajennetulle munintatarkastusasemalle lähetettiin 20 kanauntuvikkoa arvosteltavaksi halutulta isältä. Poikasten tuli olla vähintään viideltä eri emältä. Poikaset kasvatettiin yhtenäisissä oloissa. Munintaa varten valittiin syksyllä kustakin ryhmästä kymmenen vahvinta kanaa. Munintakausi kesti ensimmäisestä munasta kanan 500 päivän ikään.

Kotiarvostelu

Munintatarkastusasema toimi vuoteen 1963, jolloin siirryttiin eläinten kotikanaloissa tapahtuvaan arvosteluun. Arvostelunetelmän on kehittänyt Maijala. Hän on lukuisissa kirjoituksissaan selvittänyt sekä uutta menetelmää, että sen käyttöönottamiseen vaikuttaneita syitä (MAIJALA 1956, 1965a,b, 1968). Syynä asematarkkailusta luopumiseen oli pääasiassa aseman kapasiteetin pienuus. Kokeessa saattoi olla yhtäaikaan 122 kukkoa. Lisäksi jälkeläisryhmät olivat pieniä ja tulokset si-

ten epävarmoja. Kuolleisuuden merkitys oli huomattavasti kasvanut ja havaintojen ja johtopäätösten tekemiseen asemalla testattu jälkeläisryhmä oli aivan liian pieni. Aseman toiminnassaoloaikaanakin jalostuskanaloiden oli perustettava omien kukkojensa valinta lähinnä kotikanaloissa saatuihin jälkeläisarvosteluihin, jotka voitiin laskea huomattavasti suuremmista tytärmääristä kuin munintatarkastusaseman tulokset.

Viimeisin kehitysvaihe on linjaristeytysten käyttöön perustuva kananjalostus. Risteyttämällä keskenään sopivia linjoja saadaan esille ns. heteroosivaikutus. Menetelmä on kehitetty kasvinjalostuksessa. Ilmiö on todettu jo 1930 luvulla. Heteroosivaikutus tulee esille lähinnä elävyydessä sekä parantuneissa tuotanto-ominaisuuksissa. Käytännön kannalta sillä on merkitystä vasta sitten, kun jälkeläinen on jossain ominaisuudessa parempi kuin sen molemmat vanhemmat.

Nykytilanne

Vuoden -75 alussa oli Suomessa toiminnassa yhdeksän jalostuskanalaa. Niillä kullakin on kahdesta viiteen kanalinjaa, joita lisätään puhdassitoksella. Linjat ovat suljettuja linjoja, joihin ei siten tuoda uutta geenistöä. Linjojen valinta tapahtuu virallisesti molemminpuolista jälleenvaikuttavaa valintaa käyttämällä, joskin kullakin kanalalla on tästä oma sovellutuksensa. Jalostuksen tavoitteena on siten pääsääntöisesti luoda ja parantaa kahden linjan risteytystä, "hybridiä". Jalostusmateriaalin vaihtoa ei kanaloiden välillä tapahdu. Osa kanaloiden linjoista on muodostettu -50-luvulla sekä -60 ja -70-lukujen alussa maahantuodusta materiaalista. Muut linjoista ovat alkuperältään vanhempia. Yhtä rhode island red-rotuista linjaa lukuunottamatta muut linjoista ovat valkea leghorn-rotuisia.

B Perinnölliset tunnusluvut

1. Periytymisaste

Ainoastaan perinnöllisesti määräytyvää osaa kokonaisuunte-
lusta voidaan käyttää hyväksi populaation ominaisuuksien to-
dellisessa parantamisessa. Jos kaikki muuntelu on ympäris-
töstä johtuvaa, ei fenotyypillisesti, ilmiäsuullisesti, parhai-
den yksilöiden valinta muuta seuraavaa sukupolvea. Jalostus-
suunnitelmia tehtäessä tulee sen takia tuntea perinnöllisen
ja ympäristöstä johtuvan muuntelun suhteelliset osuudet ja-
lostettavassa ominaisuudessa. Myöskin eri jalostustavoittei-
den oikean keskinäisen painotuksen eli jalostuksellisen ar-
vojärjestyksen löytämiseksi on perinnöllisen ja ympäristöllii-
sen vaikutuksen osuuksista oltava selvillä. Juuri näihin pää-
määriin pyritään periytymisastetutkimuksilla. LUSH (1945)
määrittelee periytymisasteeksi eli heritabiliteetiksi suhteen

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2} \quad \begin{array}{l} \sigma_G^2 = \text{perinnöllinen muuntelu} \\ \sigma_E^2 = \text{ympäristömuuntelu} \end{array}$$

Suhteen saavuttaessa suuren arvon sanotaan ominaisuuden ole-
van voimakkaasti periytyvän.

Heritabiliteettikäsitteen suurin merkitys määrällisten omi-
naisuuksien tutkimuksessa on sen ennustearvo, joka ilmaisee
fenotyypin merkityksen jalostusarvon määräämisessä. Yksi-
löstä voidaan mitata ainoastaan fenotyypinen tuotantokyky,
kuitenkin yksilön jalostusarvo määrää yksilön vaikutuksen
seuraavaan sukupolveen.

Pienimmät periytymisasteen arvot on ominaisuuksilla, jotka
suoranaisesti vaikuttavat eläinlajin elin- ja suvunjakamis-
mahdollisuuksiin. Tällaisia ovat esim. kuolleisuus, hedel-
möttymiskyky, jälkeläisten lukumäärä jne. Näiden ominai-
suuksien kohdalla on tapahtunut niin paljon luonnonvalintaa,
että yksilöiden väliset erot ovat pienentyneet. Vastaavasti

suurin periytymisasteen arvo on ominaisuuksilla, jotka lajin säilymisen kannalta toisarvoisia. Tällaisia ovat kotieläinlajeillamme usein mm. koko, väri ja monet muutoseikat.

2. Perinnöllinen vuorosuhde

Perinnöllisen vuorosuhteen tilastollinen malli on HAZELin (1943) kehittämä ja hän määrittelee sen kahden ominaisuuden additiivisen geneettisen arvon väliseksi korrelaatioksi. Samoin kuin populaation kunkin ominaisuuden varianssi on populaation tunnusluku, samoin on kahden ominaisuuden välinen kovarianssi populaation tunnusluku.

Jos ominaisuuden 1 perinnöllinen additiivinen varianssi on σ_1^2 ja jos ominaisuuden 2 vastaava varianssi on σ_2^2 sekä ominaisuuksien 1 ja 2 geneettinen additiivinen kovarianssi (yhteismuuntelu) on σ_{12} , niin ominaisuuksien välinen perinnöllinen vuorosuhde eli korrelaatio on

$$r_G = \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_2^2}}$$

Perinnöllisen vuorosuhteen määrittäminen on siten perinnöllisen kovarianssin ja kahden perinnöllisen varianssin määrittämistä.

C Arviointiin vaikuttavat muuntelun syyt

1. Sattuman aiheuttamat

Mendelöivä jakautuminen ja sattumanvaraisesti jakautuneet ympäristöolosuhteet aiheuttavat muuntelua, joka on eliminoitava haluttaessa saada selville perinnöllinen muuntelu. Se tapahtuu esimerkiksi lisäämällä jälkeläisryhmän kokoa.

Jälkeläisarvostelussa riittää useimmissa kvantitatiivisissä ominaisuuksissa 5 - 6 tyttäätä jalostusarvon tyydyttävän

varmaan määräämiseen (LUSH 1931). Tämä on ilmeisesti riittävä kanojen niiden ominaisuuksien arvostelamisessa, joilla on melko suuri periytyמיaste sekä joissa muuntelu on jatkuvaa kuten munantuotanto, munan koko jne. Luonnollisesti on edellytyksenä se, että tyttäret ovat eri emiltä, siis puolisisaria. Sellaisen ominaisuuden suhteen kuten elinvoima, ei tämä tytärmäärä riitä. Ominaisuuden esiintymisfrekvenssi on alhainen sekä ominaisuus on tyypillinen joko-tai-ominaisuus. Yhden jälkeläisen kuolema kuuden kanan parvessa nostaa kuolleisuutta lähes seitsemällätoista prosentilla, kun taas viidenkymmenen kanan parvessa vain kahdella prosentilla. MUELLER ja HUTT (1946) toteavat, että jälkeläisryhmän tulisi olla kukkojen elinvoiman testauksessa 30 kpl ja kanoja arvosteltaessa 12 kpl.

Kanojen munantuotannon arvostelusta he totesivat, että tyttärien lukumäärän noustessa yli kuuden ei saatava lisäinformaatio ole kovin suuri.

2. Systemaattiset tekijät

Kanaloiden vaikutus

GOWE ja WAKELY (1954) tekivät kokeen, jossa samalla kertaa haudotetut untuvikot jaettiin viidelle koeasemalle. Siellä ruokinta-, valaistus-, ruokailutila- ja häkkiolosuhteet standardoitiin. Tästä huolimatta eri asemien väliset erot elinvoimassa ja munantuotannossa olivat erittäin merkitsevät. Olosuhteet kanaloissa, joissa ei näitäkään tekijöitä ole standardoitu, poikkevat varmasti toisistaan.

Siipikarjanhoitajain Liiton munintatarkastusasemalla on suoritettu eri kanaloiden kanakantojen arvostelua. Kanaloiden välisistä eroista voitiin todeta, että ne olivat munatuotoksessa pienempiä asemalla kuin kotikanaloissa. Tämä näkyi erikoisesti, mikäli poikaset oli toimitettu asemalle untuvikkoina. Kun otettiin huomioon, että tällöinkin asemalla olivat vaikuttamassa kanaloiden väliset haudontaa edeltävät ja sen

aikaiset olosuhde-erot, voitiin kokeista päätellä, että kanaloiden välisistä tuotoseroista ehkä 10 % johtui perinnöllisyydestä (MAIJALA 1967).

Kuolleisuuden suhteen ei asemalla yhteisen kasvatuksen jälkeen ollut lainkaan merkitseviä eroja kanaloiden välillä, vaikka kuolleisuus kotikanaloissa vaihtelikin erittäin suuresti.

Kanaloiden välisten erojen merkityksen eliminoi Suomessa käytössä oleva menetelmä, jossa jalostusmateriaalia ei siirretä jalostajalta toiselle, ja jossa jalostukselliset päätökset tehdään kanaloittain.

Haudontaerän vaikutus

Haudontaerän vaikutusta munantuotantoon liittyviin ominaisuuksiin on tutkittu. JULLIn (1952 s. 296) mukaan UPP ja THOMPSON (1927) olivat ensimmäiset, jotka tutkivat sen vaikutusta sukukypsyyssikään. He totesivat, että leghorn-kanat, jotka kuoriutuivat marraskuun ja tammikuun puolivälien välillä, tulivat sukukypsiksi 170 päivän ikäisinä, kun taas huhtitoukokuun aikana kuoriutuneet olivat sukukypsiksi 210 päivän ikäisinä. BYERLY ja KNOX (1946) saivat tulokseksi, että poikaset, jotka olivat kuoriutuneet kauden maaliskuu-toukokuun alkupuolella, tulivat nuorempina sukukypsiksi kuin kauden loppupuolella syntyneet. Sukukypsyyssikässä oli eroa 15 - 20 päivää. He totesivat myös, että jos päivän pituus oli sukukypsyyden puhjetessa yhden tunnin lyhyempi, sukukypsyyssikä oli 5 - 15 päivää suurempi. Keinovaalaistuksen käyttö tänä aikana vaikuttaa sukukypsyyssikää laskevasti.

SKALLER (1954a) on todennut, että haudontaerän siirtyessä viikon myöhäisemmäksi kasvaa haudontaerä 3.8 päivää. Vaikutus oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Hänen mukaansa piteneminen tapahtuu suoraviivaisesti ainakin tuotosvuoden alussa. ABPLANALP (1956) on saanut taulukossa 1 esitetyt regressiot ominaisuuksien ja haudonta-ajan välille.

Taulukko 1 . Tuotanto-ominaisuuksien ja haudontapäivämäärän väliset regressiokertoimet (ABPLANALP 1956)

ominaisuus	vuosi	keskiarvo	regressio
munan paino unssia/tusina	1947	24.91	-0.025
	48	24.63	-0.080 ⁺
	49	24.76	-0.079 ⁺
	50	24.90	0.099 ⁺
talvimunatuotos	1947	35.7	-0.326 ⁺
	48	37.4	-1.004 ⁺
	49	41.0	-2.110 ⁺
	50	40.8	0.366 ⁺
72 viikon tuotos	1947	112.3	-1.127 ⁺
	48	114.3	-1.161 ⁺
	49	124.7	-1.134 ⁺
	50	117.3	-0.366 ⁺
sukukypsyyssikä viikkoina	1947	26.7	0.553 ⁺
	48	25.9	0.323 ⁺
	49	25.4	0.241 ⁺
	50	25.5	0.217 ⁺

+ = P<0.001

Samoin kuin on havaittu varhain haudotettujen kananpoikien kehittyvän nopeammin sukukypsiksi, ovat mm. GARBBER ja GODBEY (1952) havainneet, että aikaisin haudotetut poikaset kasvavat aluksi nopeammin kuin myöhään haudotetut. Aikaisemmin oli osoitettu (WATERS 1937), että se prosenttimäärä täysin kehittyneen kanan ruumiinpainosta, mikä oli saavutettu sukukypsyyssikään mennessä, on alhaisempi aikaisin sukukypsiksi kehittyvillä kuin myöhään kehittyvillä roduilla.

Koska haudontaerän vaikutuksesta on pääosa päivän pituuden vaikutusta kanan sukukypsyyden ja eri tuotanto-ominaisuuksien kehittymiseen (BYERLY ja KNOX 1946), tuntuu mahdolliselta saada se eliminoiduksi keinovalaistusohjelmilla. Nämä saattavat eri aikaan kuoriutuneet poikaset samoihin valaistus-suhteisiin. BOWMAN (1960), BOWMAN ja JONES (1961, 1963) ja BOWMAN ym. (1964) ovat osoittaneet useiden erilaisten valaistusmallien vaikutuksen munan tuotantoon. Näitä valaistusohjelmia käytetään sekä poikaskasvatusvaiheen että munintakauden aikana.

Ohjelmilla on haudontaerän vaikutuksen eliminoinnin lisäksi se etu, että ne tehostavat merkittävästi munantuotantoa. Sukukypsyyksiän ollessa haudontaerästä riippuvainen ja eräiden ominaisuuksien ollessa puolestaan sukukypsyyksiän vaikutuksen alaisia, saadaan haudontaerien vaikutuksen eliminoinnilla poistettua se osa näiden ominaisuuksien virheellisestä muuntelusta, joka on välillisesti siitä riippuvaista.

Valaistusohjelmilla tapahtuva sukukypsyyksiän säätely on lisäksi huomattavasti vähentänyt sukukypsyyksiän merkitystä jalostuskohteena.

Sukukypsyyksiän vaikutus

LERNER (1946) ja HAYS (1951) ovat todenneet, että kanarodussa myöhään sukukypsät yksilöt ovat sukukypsyyksiän painossa muita kookkaampia. CALLENBACH (1934) ja HAYS (1952) ovat saaneet erittäin merkitsevän positiivisen korrelaation sukukypsyyksiän ja ruumiinpainon välille. HAYSin (1952) mukaan eri sukukypsyyksiluokkien väliset painoerot ovat tasoittuneet 14 kuukauden iässä. CALLENBACH (1934), LERNER (1946) ja HAYS (1952) ovat todenneet, että alhaiseen sukukypsyyksikään liittyy paitsi alhainen kanan paino, myös pieni munan koko. HAYS (1952) oli jakanut rhode island red-rotuiset kanat sukukypsyyksiän perusteella kolmeen luokkaan ja laskenut keskimääräiset munan painot eri luokissa. Tulokset ovat taulukossa 2. Hän suosittelee tulostensa perusteella, että mainitulla

Taulukko 2. Sukukypsyyksiän vaikutus munan kokoon rhode island red-rodulla (HAYS 1952).

	munan paino
aikaisin sukukypsät	57.89 g
keskim. sukukypsät	58.78 g
myöhään sukukypsät	61.53 g

rodulla pyrittäisiin sukukypsyyksiässä lukujen 140 - 189 välillä oleviin arvoihin.

Alhaisesta ruumiin painosta on seurauksena alhainen munan paino. MILLER ja QUISENBERRY (1959) ovat saaneet korrelaatioksi niiden välille 0.3, hybridilinjooilla peräti 0.5. Tuntuu siis ilmeiseltä, ettei kannata pyrkiä kovin alhaiseen sukukypsyyksiäkään, koska se saavutetaan paljolti munan painon kustannuksella. Tällöin munintakauden alussa saatavien vaikeasti markkinoitavien ns. pikkumunien osuus kasvaa.

Kanan ikä

Kanan ikä vaikuttaa suuresti sen munantuotantokykyyn. HALL ja MARBLE (1931) totesivat vuosittaisen vähenemisen kappaletuotoksessa olevan 13 %. CLARK (1940) sai vastaavaksi vähenemäksi 19 %. Hänellä oli kokeen alkaessa 200 kanaa, joita ei koeaikana lainkaan karsittu. Kokeen loppuessa kymmenen vuoden kuluttua elossa oli 26 yksilöä. Keskituotos oli laskeutunut 170 munasta 20 munaan.

CLARK selvitti kokeessaan myös munan koon muutoksia kanan iän lisääntyessä. Hän totesi, että keskimääräinen munan paino oli toisena tuotosvuonna suurempi kuin ensimmäisenä. Toisena ja kolmantena vuonna se oli yhtä suuri aleten sen jälkeen vuosittain. Tilastollisesti merkitsevät muutokset tapahtuivat 1 ja 2, 4 ja 5 sekä 7 ja 8 vuosien välillä.

vuosi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
munan paino	53.2	56.8	56.5	56.0	54.1	53.7	52.8	50.4	49.6	47.4

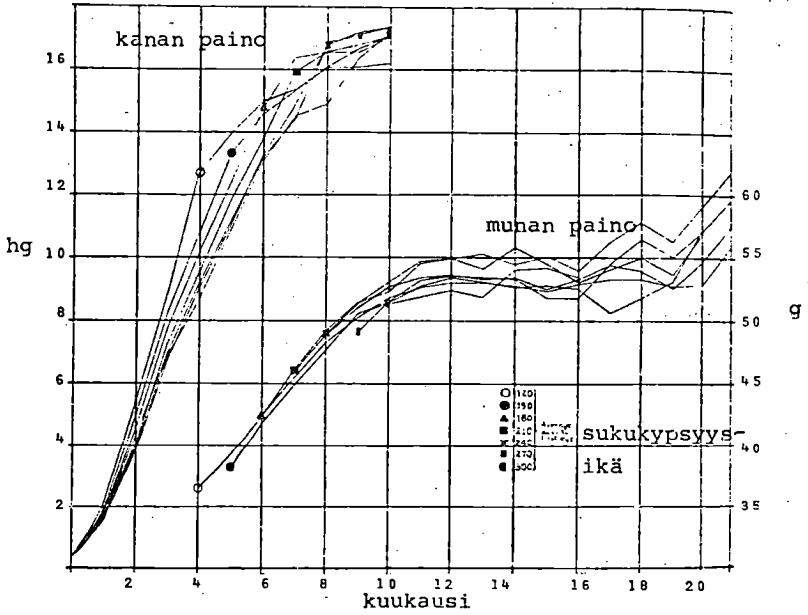
Kanan eri tuotosvuosien vaikutus poistetaan käyttämällä arvosteluaineistona ainoastaan nuorikoita.

Nuorikon ikä vaikuttaa myös sen ruumiin ja munan painoon. ASMUNDSON ja LERNER (1933) totesivat, että kukkojen kasvunopeus oli suurempi kuin kanojen ja että aikaisemmin kuoriutuneet kasvavat nopeammin. Geneettisiä eroja kasvunopeudessa he eivät löytäneet. WILSON ja WARREN (1934) saivat tulokseksi, että kanan mahdollisuuksiin saavuttaa tyydyttävä munan paino vaikuttaa kuukausi, jonka aikana se aloittaa munintansa. BENNION ja WARREN (1933) ilmoittavat, että leghorn- ja rhode island red-rotuiset kanat saavuttavat suurimman munan koon helmikuun alkupuolella käytettäessä normaalia tuotantovuotta.

WATERS (1937) oli ensimmäisiä, joka tutki kanan ruumiin ja munan painon samanaikaista kehittymistä. Näiden ominaisuuksien lisäksi hän otti huomioon sukukypsyyksiä. Hän totesi, että maksimaalinen munan paino saavutetaan vasta sen jälkeen, kun täysi ruumiin paino on saavutettu. Tämä tapahtuu noin 10 kuukauden iässä. Eläimet, jotka saavuttavat sukukypsyyden aikaisin, ovat kasvaneet siihen mennessä nopeammin kuin muut kanat. Kanat ovat 10 kuukauden ikäisinä kuitenkin lähes saman painoisia. Kuviossal ovat hänen saamansa tulokset.

Suomessa on VAINIKAINEN (1957) selvittänyt kanan ja munan painon kehittymistä. Hän on todennut, että kanojen elopaino kasvaa vielä muninta-aikanakin ja kanaa voidaan pitää täysikasvuiseina vasta 11 - 12 kuukauden ikäisenä. Kanojen elopainon lisäys muninta-aikana oli 280 g eli 16 %. Kokeessa kävi ilmi, että jo syyskuun keskipainon perusteella voidaan kanojen lopullinen keskipaino ennustaa 80 %:n varmuudella.

Munien paino on em. kokeessa lisääntynyt melko kauan ja korkeimmilleen se on kohonnut vasta maaliskuussa. Painon li-



Kuvio 1. Kanan painon, munan painon ja sukukypsyysiän samanaikainen kehitys (WATERS 1937).

sääntyminen oli hidastunut tammikuussa. Munien paino oli koeaikana lisääntynyt 8.7 g eli 12 %. Tutkija totesi, että munien painon määrittämisessä riittää 10:n maaliskuussa munittun munan punnitseminen. Nuorikoita siitosryhmiin valittaessa voidaan alustava käsitys niiden munan tulevasta painosta saada punnitsemalla 5 - 10 peräkkäistä munaa muninnan alussa.

Lämpötilan vaikutus

On todettu, että kanalailman lämpötila vaikuttaa munan kokoon (BENNION ja WARREN 1933). Lisäksi lämpötilan noustessa munantuotanto vähenee (RAGAB ja ASSEM 1953, HAYS 1958, MUELLER 1961). Tuotanto vähenee myös jos lämpötila on normaalia matalampi (HAYS 1958). Kuolleisuus kasvaa sekä munan koko ja rehunkulutus vähenevät lämpötilan noustessa normaalista (MUELLER 1961).

3. Virhemuuntelun poistomenetelmät

Kanamateriaalissa suoritettava valinta tapahtuu linjojen sisäisesti. Jotta valinta olisi tehokasta, tulee arvostelun perustana olevien yksilöiden olla saavuttanut tuotoksensa vertailukelpoisissa oloissa tai niiden tulee olla systemaattisesti jakautuneita kaikkiin esiintyviin ympäristöihin.

Mikäli näin ei ole asianlaita, on välttämätöntä poistaa erilaisten ympäristötekijöiden vaikutus yksilöiden tuotoksista joko perustamalla valinta vaikutuksista vapaisiin ominaisuuksiin tai korjata tuotokset matemaattisin menetelmin.

Haudontaerän vaikutus voidaan jakaa systemaattiseen ja sattumanvaraiseen komponenttiin. Jos vertailussa tai arvostelussa otetaan määrättyyn päivään mennessä munittu munamäärä, haudontaerän vaikutus ei kohdistu pelkästään mahdollisten munintapäivien lukumäärään. Sillä on myös epäsuoraa vaikutusta munintakauden pituuteen, koska sukukypsyytikä on haudontaerästä riippuvainen. Muninta-%:n käytöllä on tällaisessa tapauk-

sessä etuja, kuten LERNER ja CRUDEN (1948) ovat todenneet. Se poistaa osan haudontaerän vaikutuksesta. SKALLER (1954b) on todennut, että %-tuotoskin on haudonta-ajan systemaattisen vaikutuksen alainen. OLIVER ym. (1957) ovat verranneet vuoden vaihteeseen mennessä saavutetun tuotoksen perusteella suoritetun valinnan tehoa, kun tuotos on mitattu sekä kappaleina että %:sena. Tulokset ovat taulukossa 3.

Taulukko 3 . Valinnan teho verrattaessa l.l. mennessä saavutettua kpl-tuotosta ja muninta-%:a toisiinsa (OLIVER ym 1957).

valinnan peruste	gen.edist/sukupolvi	valinnan teho/sukup.
muninta-%	0.290	0.744
kpl-tuotos	0.251	0.644

Lukujen perusteella he pääättelevät, että kanan prosentti-tuotos on geneettisenä munintataipumuksen määrittäjänä kpl-tuotosta parempi. Tämän he arvelevat johtuvan siitä, että se mittaa ensisijaisesti muninnan kokonaisarvoa ja se on vähemmän altis sellaisille häiriötekijöille kuten esim. sukukypsyyksiä.

MADDISONin (1961) mukaan paras menetelmä on käyttää yksityisten yksilöiden tuotoksina yksilön tuotoksen poikkeamaa haudontaeränsä keskiarvosta. Tällä menetelmällä saadaan kaikki edellämainitut vaikutukset eliminoitua ilman, että niiden kunkin osuutta tarvitsee erikseen selvittää. Tämä menetelmä on sovellutukseltaan erittäin yksinkertainen.

Toinen mahdollisuus on yrittää selvittää virhemuuntelua aiheuttavien tekijöiden vaikutuksen suuruutta ja poistaa se

sitten tuotoksista. Mikäli vaikutukset kohdistuvat aineis-
toon systemaattisesti ja mikäli yksilöt ovat jakautuneet
eri haudontaeriin säännöllisesti, voidaan vaikutusten mää-
rittämisessä käyttää monimuuttujaregressioanalyysiä ja kor-
jata yksilöiden tuotokset saatujen kertoimien ja vakioiden
avulla. Kuten todettiin, vaatii menetelmä muuntelun aiheut-
tajien tarkempaa tuntemista, mutta toisaalta menetelmällä
voidaan samalla muidenkin kuin haudontaan liittyvien häi-
riötekijöiden vaikutusta.

Käytettäessä korjausmenetelmänä regressiokorjausta joudu-
taan selvittämään funktion aste, onko kyseessä suoraviivai-
nen riippuvuus tai käyrän muoto. Mikäli vaikutus on suora-
viivainen voidaan käyttää ensimmäisen asteen funktiota eli
lineaarista mallia. Funktion aste tulisi testata, jotta so-
piva malli olisi käytössä. Samaan malliin voitaisiin si-
joittaa useamman asteen termejä ja mikäli käytettävissä ole-
va menetelmä on valikoiva, voidaan paras malli valita. Rutii-
nimomaiseen menettelyyn tämä ei kuitenkaan sovi.

Useat haudontaerän johdannaisvaikutukset eivät vaikuta kaik-
kiin haudontaeriin, joten funktion määrittäminen kaikkien te-
kijöiden osalta tulee mahdottomaksi.

Yhteenveto muuntelun syistä

Yhtenvetona kanan munantuotanto-ominaisuuksiin vaikuttavista
muuntelunsyistä ja niiden poistamisesta voidaan todeta seu-
raavaa:

sattumanvaraisten syiden vaikutus voidaan eliminoida aineis-
tosta käyttämällä arvostelun perustana riittävän suurta jäl-
keläismäärää,

systemaattisten syiden suhteen voidaan menetellä seuraavas-
ti:

kanaloiden vaikutusta ei tarvitse ottaa huomioon, mikäli ar-
vostelu tapahtuu kanaloiden sisäisesti,

kanan iän vaikutusta ei tarvitse huomioida, mikäli arvoste-

lujen perustana käytetään nuorikkojen tuotoksia, lämpötilan ym. kanalan ilmaston suhteen voidaan ympäristö saattaa ilmastoinnilla kaikille vertailukelpoiseksi, haudonta-ajan ja sukukypsyysiän aiheuttamien muuntelun syiden suhteen voidaan aineisto saattaa vertailukelpoiseksi ennalta ehkäisevien toimenpiteiden avulla, eli haudottamalla kaikki keskenään vertailtavat yksilöt samanaikaisesti. Tämä ei kuitenkaan ole tavallisesti mahdollista haudonta- ja kasvatustilakapasiteetin puuttuessa. Tällöin joudutaan turvautumaan tuloslaskennassa tilastollisiin käsittelyihin, joilla virhemuuntelu poistetaan tuloksista.

D Tutkittavien ominaisuuksien periytyminen

1. Periytymisasetetutkimuksia

Kanan taloudellisesti tärkeistä tuotanto-ominaisuuksista on tehty lukuisia tutkimuksia. KINNEY (1969) on laatinut näistä yhteenvedon, josta eräitten ominaisuuksien osalta on esitetty tuloksia taulukossa 4 .

Taulukkoon on liitetty suomalaisissa tutkimuksissa saatuja arvioita sekä eräitä norjalaisesta kanamateriaalista laskettuja arvoja. Perusmateriaaliltaan ja jalostusmenetelmiltään suomalainen ja norjalainen kananjalostus ovat hyvin yhdenmuokaisia, joten ne on syytä esittää yhdessä.

Munan paino ja kanan paino ovat melko varmasti periytyviä ominaisuuksia. Arviot niiden osalta vaihtelevat 45 - 80 %:n välillä. Kappaletuotoksen ja sen johdannaisten periytymisas-teen arvo on huomattavasti alhaisempi, noin 15 - 30 %. Sukukypsyysikä sijoittuu mainittujen ryhmien väliin arvion ollessa noin 40 %.

Useimmat arviot on laskettu isäkomponenteista. Emä- tai yhdistetystä isä-emä-komponentista lasketut arviot ovat hieman korkeampia kuin isäkomponentista lasketut. Tämä johtuu sii-

Taulukko 4 . Kirjallisuudessa esitetyjä periytymisasteen arvioita.

S = isäkomponentista laskettu,
 D = emäkomponentista laskettu
 S + D = täyysisarkorrelaatiosta laskettu
 b_{PO} = vanhempi-jälkeläis-korrelaatiosta laskettu
 real. = valinnan tehon perusteella laskettu

ominaisuus tutkija	S	D	S + D	b_{PO}	real.
munan paino					
KINNEY (1969) ^{x)}	0.46 (35)	0.49 (23)	0.49 (26)	0.32 (6)	0.61 (1)
KOLSTAD (1972)	0.67	0.53	0.60		
ESKILT (1962)	0.05				
MAIJALA (1967)	0.78				
MIDTLID (1953)	0.56				
UUSITALO (1969)	0.58				
kanan paino					
KINNEY	0.52 (25)	0.59 (17)	0.56 (15)	0.60 (2)	0.67 (2)
KOLSTAD	0.57	0.51	0.53		
MAIJALA	0.40				
UUSITALO	0.65				
sukukypsyysikä					
KINNEY	0.39 (29)	0.44 (18)	0.42 (11)	0.31 (2)	
KOLSTAD	0.43	0.45	0.44		
ESKILT	0.37				
MAIJALA	0.37				
UUSITALO	0.36				
kpl-tuotos					
KINNEY	0.22 (21)	0.30 (20)	0.27 (17)	0.31 (2)	
KOLSTAD	0.29	0.31	0.30		
ESKILT	0.06				
MAIJALA	0.30				
MIDTLID	0.28				
UUSITALO	0.18				
muninta-%					
KINNEY	0.15 (8)	0.64 (1)	0.31 (3)	0.12 (2)	0.04 (1)
MAIJALA	0.16				
UUSITALO	0.19				
g/p-tuotos					
UUSITALO	0.17				

x) KINNEYn esittämät luvut ovat keskiarvoja perustuen suluissa ilmoitettuun määrään tutkimuksia

tä, että emäkomponenttiin voi tulla mukaan emävaikutusta sekä dominanssi-vaikutuksesta johtuvaa muuntelua, jotka aiheuttavat arvioon suurentavaa harhaa. Valintakokeissa todetun valinnan tehon perusteella lasketut heritabiliteetit ovat munan ja kanan painossa huomattavasti suurempia, noin puolitoistakertaisia isäkomponenttiin perustuvaan arvioon verrattuna. Munintaprosentissa valinnan tehosta arvioitu heritabiliteetti oli miltei olematon.

2. Ominaisuuksien väliset yhteydet

Korrelaatiotutkimuksia

Tuotanto-ominaisuuksien välisistä vuorosuhteista, joita kirjallisuudessa on esitetty, on KINNEY (1969) laatinut kokoomataulun, josta on esitetty otteita taulukossa 5. Siihen on lisätty eräitä kotimaisia ja norjalaisia arvioita.

Kananjalostuksessa edistymistä eniten hidastavat yhteydet ovat munan painon ja kanan painon, kappaletuotoksen ja munan painon sekä kanan painon ja kappaletuotoksen väliset.

Munan ja kanan painon välillä todetut perinnölliset korrelaatiot ovat hyvin yhdenmukaisia kun taas fenotyypilliset arviot poikkeavat toisistaan melko paljon. Perinnöllinen yhteys näiden ominaisuuksien välillä on noin +0.4. Kappaletuotoksen ja munan painon väliset korrelaation arvot, sekä perinnölliset että fenotyypilliset, poikkeavat runsaasti toisistaan, jopa vaihtuksen suuntakin vaihtelee. Arviot ovat kuitenkin suuruusluokaltaan pieniä. Myös kanan painon ja kpl-tuotoksen väliset yhteydet vaihtelevat eri tutkimuksissa. Perinnölliset arviot ovat kaikki pieniä ja positiivisia, fenotyypillisissä arvioissa taas on sekä suuruusluokassa että etumerkissä eroja. Yhteys on useimmiten positiivinen sekä melko pieni.

Taulukko 5 . Ominaisuuksien välisten perinnöllisten ja fenotyypisten vuorosuhteiden kirjallisuudessa esitettyjä arvioita.

ominaisuudet	perinnölliset korrelaatiot			fenotyypiset korrelaatiot		
	KINNEY ^{x)} KOLSTAD MAIJALA			KINNEY ^{x)} KOLSTAD MAIJALA		
	(1969)	(1972)	(1966)			
sukukypsyyssikä						
-kanan paino	0.06(10)	0.11	0.00	0.12(10)	0.03	0.05
-munan paino	0.10(8)	0.06	0.13	-0.01(8)	0.14	0.11
-kpl-tuotos	-0.23(7)	-0.18	-0.36	-0.20(7)	-0.16	-0.66
-muninta-%	-0.50(2)	--	--	0.27(2)	--	--
-g/p-tuotos	--	--	-0.23	--	--	-0.57
kanan paino						
-munan paino	0.36(14)	0.38	0.39	0.23(14)	0.32	0.54
-kpl-tuotos	0.03(2)	0.06	0.02	0.11(2)	-0.06	0.24
-muninta-%	0.16(1)	--	--	0.17(1)		
-g/p-tuotos	--	--	0.16	--	--	0.40
munan paino						
-kpl-tuotos	-0.04(9)	-0.18	0.08	-0.03(9)	0.01	0.05
-muninta-%	-0.36(2)	--	--	--	--	--
-g/p-tuotos	--	--	0.33	--	--	0.41
kpl-tuotos						
-muninta-%	0.83(1)	--	--	--	--	--
-g/p-tuotos	--	--	0.51	--	--	0.93

x) KINNEYn esittämät luvut ovat keskiarvoja perustuen suluissa ilmoitettuun määrään tutkimuksia

E Indeksivalinta

Käytännön sovellutuksia varten on monessa tapauksessa hyödyllistä erottaa toisistaan 1) tarve löytää yksilön oman sekä sukulaisten tuotosten optimaalinen yhdistelmä yhden ominaisuuden suhteen valinnan suorittamiseksi, sekä 2) löytää vastaava yhdistelmä yksilön ja sen sukulaisten suhteen silloin, kun kyseessä on joukko ominaisuuksia. Indeksivalinnan teoria kehitettiin jälkimmäisen tavoitteen saavuttamiseksi, mutta on voitu todeta samojen periaatteiden pätevän molemmissa tapauksissa.

Indeksimenetelmä kehitettiin kasvinjalostajien toimesta. HAZEL (1943) sovelsi sitä ensimmäisenä kotieläinjalostukseen. Indeksivalinnassa kullekin yksilölle lasketaan indeksiarvo, johon on yhdistetty useita ominaisuuksia painotettuina niiden suhteellisilla merkityksillä.

Indeksejä käyttämällä ehdokkaat asetetaan arvojärjestykseen valintaa varten. Sitä voidaan käyttää useissa eri tilanteissa:

- 1) valittaessa yksilöitä yhden ominaisuuden perusteella käyttämällä niiden ja/tai sukulaisten tuotoksia,
- 2) valittaessa yksilöitä usean ominaisuuden suhteen käyttämällä niiden ja/tai sukulaisten tuotoksia,
- 3) valittaessa linjoja ja linjaristeytyksiä.

Kussakin tapauksessa indeksimenetelmä tiivistää olemassa olevan informaation ehdokkaan osalta indeksiarvoksi. Indeksi on ehdokkaan todellisen jalostusarvon paras arvio seuraavien syiden perusteella:

- 1) se maksimoi r_{TI} :n, todellisen jalostusarvon (T) ja indeksin (I) välisen korrelaation
- 2) se maksimoi todennäköisyyden asettaa ehdokkaat paremmuusjärjestykseen niiden todellisen jalostusarvon perusteella
- 3) se maksimoi valinnalla saatavan perinnöllisen edistymisen
- 4) se minimoi todellisen jalostusarvon ja indeksin poikkeaman neliön $E(I-T)^2$ (CUNNINGHAM 1969).

Yksilön α indeksi on muotoa

$$I_{\alpha} = \sum_{i=1}^n b_i x_i$$

jossa x_i on yksilön α oma tai sen sukulaisen tuotos ja b_i on vastaava painokertoimen.

Käytössä olevia indeksejä

Koska siipikarjanjalostus on nykyisin erittäin voimakkaasti keskittynyt muutamien suurten kaupallisten jalostusyritysten käsiin, ovat käytettävissä olevat tiedot sovelletuista indekseistä erittäin vähäiset. On kuitenkin ilmeistä, että kaikki johtavat siipikarjan jalostusyritykset käyttävät niitä työssään.

Pohjoismaista Norjan jalostustyö on rakenteeltaan suomalaisista vastaavaa, kansallista sekä menetelmiltään julkista. Vuodesta 1961 vuoteen 1970 kukkojen arvostelussa käytettiin jälkeläisarvostelua, jossa 39 - 40 tyttären tuotoksista neljä ominaisuutta yhdistettiin indeksiksi seuraavasti (SANNAN ja NILSSEN 1969):

$$I = h_A^2 a(A-\bar{A}) + h_B^2 b(B-\bar{B}) - h_C^2 c(C-\bar{C}) - h_D^2 d(D-\bar{D}) + 100,$$

jossa

A =	jälkeläisten kpl-tuotoksen keskiarvo,
B =	" munan painon "
C =	" kuolleisuuden "
D =	" kanan painon "
$\bar{A} - \bar{D}$ =	vastaavat populaation keskiarvot,
a - d =	" ominaisuuksien painokertoimet sekä
h_{A-D}^2 =	" ominaisuuksien periytymisasteet.

Vuonna 1970 osa Norjan jalostajista siirtyi uuteen menetelmään, jossa kukot arvosteltiin puoli- ja täyssisartensa sekä kanat oman sekä täyssisarrien tuotoksen perusteella. Käyttöön otettiin seuraavat ominaisuudet ja indeksit (ANONYM 1973)

x) merkintätapa CUNNINHAMin (1969)

$$I_{\text{kukko}} = b_1 E_f + b_2 E_h + b_3 S_f + b_4 S_h + b_5 O_f + b_6 O_h + b_7 V_f + b_8 V_h + 100$$

$$I_{\text{kana}} = b_1 E_d + b_2 E_f + b_3 S_d + b_4 S_f + b_5 O_d + b_6 O_f + b_7 V_d + b_8 V_f + 100,$$

joissa E = kpl-tuotos
S = munan paino
O = sukukypsyyssikä
V = kanan paino

alaviitit

d = oma tuotos
f = täyssisarten tuotos
h = puolisisarten tuotos

b_{1-8} = painokertoimet, joihin vaikuttavat ominaisuuden taloudellinen paino, muuntelu, periytymisaste, korrelaatiot sekä sisarryhmien koko.

Taloudelliset painot

Indeksivalinnassa tarvittavia ominaisuuksien taloudellisia painokertoimia on ollut mahdollista saada vain Norjassa käynnissä olevasta valintakokeesta (KOLSTAD 1974). Käytettävät kertoimet on laskettu katetuottoperiaatteella kahdella eri tuotostasolla ja laskemalla yhden muuttujan yksikön muutoksen vaikutus katetuottoon. Indekseissä on käytetty seuraavia kertoimia:

munan paino 1.16 Nkr/g
kanan paino -1.27 Nkr/hg
sukukypsyyssikä 0 Nkr/p
kpl-tuotos 0.28 Nkr/kpl

III Omat tutkimukset

A Aineisto ja tutkimusmenetelmät

1. Aineisto

Tutkimusmateriaali koostui kahdesta aineistosta. Aineiston I muodosti Siipikarjanhoitajain Liiton jalostuskanaloiden jalostuskirjanpito tarkkailuvuosilta -64 - -67. Aineisto II on vastaava kirjanpito vuosilta -67 - -70. Jalostuskanaloita oli mukana keskimäärin 10.5 kappaletta. Niiden jalostuskirjanpito tapahtuu kotieläinjalostuslaitoksella kehitetyn menetelmän avulla. Menetelmän on esittänyt UUSITALO (1969).

Tutkimuksessa olivat mukana vain puhdaslinjaiset yksilötarkkaillut kanat, koska risteytyspoikasten tuotantoon vaikuttava heteroosi olisi ilmeisesti häirinnyt tuloksia. Tutkimuksessa mukana olleitten kanojen lukumäärät olivat eri aineistoissa seuraavat:

	aineisto I		aineisto II
vuosi -64	3000 kanaa	-67	7462 kanaa
-65	6200 "	-68	8702 "
-66	6700 "	-69	9182 "
-67	6700 "	-70	8981 "
yht.	22600 kanaa	yht.	34327 kanaa

Molemmissa aineistoissa olevassa vuoden -67 materiaalissa on jälkimmäisenä vuonna mukana erään jalostuskanalan rhode island Red-linja, mistä syystä lukumäärät tämän vuoden kohdalla poikkeavat toisistaan.

2. Tutkitut ominaisuudet ja niiden mittaaminen

Kananjalostuskirjanpidossa seuratut ominaisuudet käyvät ilmi MAIJALAN (1968) esittämästä luettelosta. Niistä otettiin tutkittaviksi seuraavat:

1. munan paino
2. kanan paino
3. sukukypsyyssikä
4. kappaletuotos
5. munintaprosentti
6. g/p-tuotos
7. Haugh-luku (=valkuaisen laatu)
8. ominaispaino (=kuoren vahvuus)

Viimeksi mainitut kaksi ominaisuutta ovat mukana osassa aineistosta I tehdyissä analyyseissä.

Tutkittujen ominaisuuksien mittaaminen tapahtuu seuraavasti:

Munan painon määrittämistä varten punnitaan tammi-huhtikuun aikana munituista munista kaksitoista. Mittauksista poistetaan suurin ja pienin ja määritetään loppujen kymmenen munan keskipaino. Se ilmoitetaan gramman tarkkuudella.

Kanan painon määrittäminen tapahtuu punnitsemalla tammi-huhtikuun aikana kaikki kanat. Punnitustarkkuus on sata grammaa.

Sukukypsyyssikä ilmoittaa kanan iän päivinä sen muniessa ensimmäisen munansa tarkastuspesään.

Kappaletuotos on munintatarkkailun aikana munittujen munien lukumäärä. Tarkastuspesiä käytetään kuukausittain yleensä kaksi viiden päivän jaksoa. Muninnan alkuvaiheessa on tarkkailua kuitenkin joka viikko viitenä päivänä, jotta kunkin kanan muninnan alkamisajankohta saataisiin määritettyä riittävän tarkasti. Tarkkailupäivien aikana munittujen munien lukumäärä korjataan vastaamaan koko kuukauden munintaa kertomalla se kolmella.

Munintaprosentti on keskimääräinen kappaletuotos munintapäivää kohti.

G/p-tuotos saadaan kertomalla munintaprosentti munan keskipainolla. Se ilmoittaa päivittäin munitun munamassan määrän. Laskutarkkuus on yksi gramma.

Haugh-luku saadaan määrittämällä rikutun munan kiinteän valkuaisen korkeus ja kertomalla se munan painon huomioon ottavalla kertoimella. Mittaus suoritetaan kahdesta munasta kultakin kanalta. Mitä kiinteämpi valkuainen on, sitä suurempi on Haugh-luku. Kiinteys on toivottava ominaisuus.

Munan ominaispaino kuvaa kuoren vahvuutta. Mitä paksumpi on munan kuori, sitä suurempi on ominaispaino. Määritys suoritetaan kultakin kanalta kahdesta munasta upottamalla se suolaliuoksiin, joiden ominaispaino tunnetaan. Ominaispainon arvo liikkuu välillä 1.070 - 1.95 ja ilmoitetaan arvoina välillä 70 - 95.

3. Tilastolliset menetelmät

Kaikki tutkimuksessa olevat laskelmat on tehty käyttämällä maatalouden tutkimuskeskuksen kotieläinjalostuslaitoksen käytössä ollutta IBM-1130 tietokonetta ja sille olevia IBM:n kirjasto-ohjelmia sekä valtaosaltaan laitoksella laadittuja erikoisohjelmia.

Jakautumien normaalisuus on määritetty laskemalla kullekin jakautumalle g_1 - ja g_2 -arvot ja testaamalla niiden merkitsevyydet t-testillä (SOKAL ja ROHLF 1969).

Periytymisasteen arviot laskettiin kaavalla

$$h^2 = \frac{4 \sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2}, \text{ jossa}$$

σ_s^2 = linjojen sisäinen isien välinen varianssikomponentti ja

σ_e^2 = virheen varianssikomponentti.

Heritabiliteetin keskivirhe laskettiin kaavalla

$$\sigma_{h^2} = \sqrt{\frac{32 h^2}{df + 1}}, \quad (\text{ROBERTSON 1959 a})$$

jossa

df = vapausasteet varianssikomponentteja määrättäessä.

Hierarkkisessa varianssianalyysissä eri tasojen merkittävyyksien testaamisessa käytettiin seuraavan kaltaista menetelmää. Koska F-testiä ei voida käyttää sellaisen aineiston tasojen merkittävyyksien testaamiseen, jossa on alaluokissa vaihteleva määrä havaintoja, laskettiin alaluokalle synteettinen keskineliö ja vapausasteiden lukumäärä (SOKAL ja ROHLF 1969, s. 280). Tästä johtuen F-testin tulos ei ole ehdottoman tarkka.

Määritettäessä ominaisuuksien välisiä geneettisiä korrelaatioita käytettiin sekä hierarkkista varianssianalyysiä että hierarkkista kovarianssianalyysiä. Geneettinen korrelaatio laskettiin kaavalla

$$r_g = \frac{\sigma_{S_{12}}}{\sqrt{\sigma_{S_1}^2 \sigma_{S_2}^2}}, \quad \text{jossa}$$

$\sigma_{S_{12}}$ = muuttujien 1 ja 2 välinen kovarianssikomponentti, joka on laskettu linjojen sisäisesti ja isien välisesti,

$\sigma_{S_1}^2$ = muuttujan 1 linjojen sisäinen isien välinen varianssikomponentti ja

$\sigma_{S_2}^2$ = muuttujan 2 linjojen sisäinen isien välinen varianssikomponentti.

Geneettisten korrelaatioiden keskivirheet laskettiin kaavalla

$$\sigma_{r_G} = (1 - r_G) \sqrt{\frac{\sigma_{h^2_1} \sigma_{h^2_2}}{2 h^2_1 h^2_2}}, \quad (\text{ROBERTSON 1959 b})$$

jossa $\sigma_{h_1}^2$ ja $\sigma_{h_2}^2$ ovat muuttujien 1 ja 2 heritabiliteettien keskivirheet.

Kun on haluttu selvittää useiden riippumattomien eli selitettävien muuttujien ja yhden riippuvan eli selitettävän muuttujan välinen yhteys, on tutkimuksessa käytetty askeltavaa regressioanalyysiä (STEEL ja TORRIE 1960). Käytetty tietokoneohjelma antaa vakion ja kertoimet yhtälömuotoista ratkaisua varten. Yhtälö on muotoa

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n, \text{ jossa}$$

y = riippuva muuttuja,

$x_1, x_2 \dots$ = riippumattomat muuttujat,

b_0 = regressioyhtälön vakio ja

$b_1, b_2 \dots$ = kertoimet regressioyhtälöä varten.

Ratkaisussa saadaan paitsi vakio ja kertoimet, myös arviot kunkin kertoimen luotettavuudelle. Käytetyllä ohjelmalla saadaan välitulokset kultakin askelmalta sekä standardoidut osittaisregressiokertoimet, beta-kertoimet.

4. Virhemuuntelun poisto

Analyysit tapahtuivat kanaloittain ja vuosittain. Tutkimuksessa käytettiin kahta virhemuuntelun poistomenetelmää. Ensimmäisessä menetelmässä ominaisuuden ja siihen vaikuttavien tekijöiden välisen askeltavan regressioanalyysin antamien vakion ja kertoimien avulla ominaisuudelle laskettiin uusi arvo, "korjattu tuotos".

Toisessa menetelmässä yksilöiden tuotokset laskettiin poikkeamina sen haudontaerän keskiarvosta, jossa kyseinen yksilö oli syntynyt.

Tutkimuksessa käytetään ensin mainitusta korjausmenetelmää nimitystä regressiokorjaus sekä aineistosta regressiokorjattu aineisto. Toista menetelmää nimitetään poikkeamakorjaukseksi ja aineistoa poikkeamakorjatuksi aineistoksi.

Regressiokorjaus

Regressiokorjauksessa riippumattomiksi muuttujiksi valittiin aikaisemman tutkimuksen (UUSITALO 1969) perusteella seuraavat tekijät:

1. haudontapäivämäärä,
2. munintapäivien lukumäärä sukukypsyydestä seuraavaan vuodenvaihteeseen,
3. munintapäivien lukumäärä vuodenvaihteesta tarkkailun loppuun tai poistoon ja
4. kanan ikä.

Tekijä 2 käsittää siten muninnan alkukauden ja tekijä 3 loppukauden pituuden vaikutuksen.

Tutkituista kuudesta ominaisuudesta (ominaisuudet 1 - 6 sivulla 27) korjattiin munan paino, kanan paino ja kappaletuotos. Munintaprosenttia ja g/p-tuotosta ei korjattu, koska niiden osakomponenteista sekä munan paino että kpl-tuotos korjattiin. Haugh-lukua eikä ominaispainoa oltu määritetty aineistosta II, joka korjattiin.

Korjausmalliksi valittiin seuraava lineaarinen malli:

$$y_i = a + b_{11}x_{i1} + b_{12}x_{i2} + b_{13}x_{i3} + b_{14}x_{i4} \quad , \text{ jos-}$$

sa

y_i = i:nnen selitettävän muuttujan arvo,

a = vakio (regressiosuoran ja y-akselin leikkauskohta),

b_{ij} = i:nnen selitettävän muuttujan ja j:nnen selittävän muuttujan välinen regressiokerroin,

x_{ij} = j:nnen selittävän muuttujan arvo muuttujan i arvoa määrättäessä.

Käytetty regressioanalyysimenetelmä oli askeltava, selitettävän ja selittävän muuttujan välisen regressiokertoimen tulla olla 80 %:n luotettavuudella merkitsevä, jotta muuttuja olisi otettu selittävänä mukaan malliin.

Korjaus suoritettiin linjojen sisäisesti. Korjattu muuttujan i arvo laskettiin yksilöllä n seuraavalla kaavalla:

$$Y_{in} = y_{in} + b_{i1}(\bar{x}_1 - x_{1n}) + b_{i2}(\bar{x}_2 - x_{2n}) + b_{i3}(\bar{x}_3 - x_{3n}) + b_{i4}(\bar{x}_4 - x_{4n}), \text{ jossa}$$

- Y_{in} = korjattu muuttujan i arvo yksilöllä n
 y_{in} = korjaamaton " " "
 b_{ij} = korjattavan muuttujan i ja j :n:n selittävän muuttujan välinen regressiokerroin
 \bar{x}_j = selittävän muuttujan j keskiarvo kanalla
 x_{jn} = selittävän muuttujan j arvo yksilöllä n .

5. Valintaindeksin laatiminen

Tutkimuksen valintaindeksit on laadittu "SELIND"-ohjelmalla (CUNNINGHAM 1970). Kyseisen valintamenetelmän periaate on seuraava (CUNNINGHAM 1969):

Laskettava indeksi sisältää n muuttujaa, joita käytetään yksilön kokonaisgenotyypin (aggregate genotype) määrittämiseen. Tämä genotyyppi muodostuu ominaisuuksista, joita on m kappaletta. Yksilön α indeksi on seuraavaa muotoa:

$$I_{\alpha} = b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n, \text{ missä } b:t$$

ovat osittaisregressiokertoimia, jotka maksimoivat indeksin I ja todelliset jalostusarvon (true breeding value) T välisen korrelaation. T on muotoa

$$T_{\alpha} = v_1 Y_1 + v_2 Y_2 + \dots + v_n Y_n, \text{ missä } v:t$$

ovat muuttujien Y taloudellisia painokertoimia.

Indeksi saadaan laskemalla joukko kertoimien b :n arvoja, jotka maksimoivat T :n ja I :n välisen korrelaation

$$r_{TI} = \frac{\sigma_{TI}}{\sqrt{\sigma_T^2 \sigma_I^2}}, \text{ missä}$$

- σ_{TI} = T:n ja I:n välinen kovarianssi,
- σ_T^2 = T:n varianssi ja
- σ_I^2 = I:n varianssi.

Kertoimet saadaan laatimalla yhtälöryhmä, jossa on n kap-
paletta yhtälöitä, jotka voidaan ratkaista b_i :n ($i=1\dots n$)
suhteen. Näiden yhtälöiden yleinen muoto on seuraava:

$$b_1\sigma_{x_1}^2 + b_2\sigma_{x_1x_2} + \dots + b_n\sigma_{x_1x_n} = v_1\sigma_{x_1y_1} + v_2\sigma_{x_1y_2} + \dots + v_m\sigma_{x_1y_m}$$

$$b_1\sigma_{x_2x_1} + b_2\sigma_{x_2}^2 + \dots + b_n\sigma_{x_2x_n} = v_1\sigma_{x_2y_1} + v_2\sigma_{x_2y_2} + \dots + v_m\sigma_{x_2y_m}$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & = & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & = & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$b_1\sigma_{x_nx_1} + b_2\sigma_{x_nx_2} + \dots + b_n\sigma_{x_n}^2 = v_1\sigma_{x_ny_1} + v_2\sigma_{x_ny_2} + \dots + v_m\sigma_{x_ny_m}$$

- joissa $\sigma_{x_i}^2$ = indeksin i:n muuttujan varianssi,
- $\sigma_{x_i x_k}$ = indeksin i:n ja k:n muuttujan välinen kovarianssi ja
- $\sigma_{x_i y_j}$ = indeksin i:n muuttujan ja j:n ominaisuuden välinen kovarianssi.

Jos oletetaan, että ainoa kovarianssin aiheuttaja x_i :n ja y_j :n välillä on yhteisen additiivisen genotyypin osuus, voidaan $\sigma_{x_i y_j}$ kirjoittaa muotoon

$$\sigma_{x_i y_j} = (h_i^2 x_i) y_j.$$

Jos $h_i^2 x_i = y_i'$,

niin $\sigma_{x_i y_j} = \sigma_{y_i' y_j}$

Edellä oleva yhtälöryhmä saa silloin muodon

$$b_1 \sigma_{x_1}^2 + b_2 \sigma_{x_1 x_2} + \dots + b_n \sigma_{x_1 x_n} = v_1 \sigma_{y_1 y_1} + v_2 \sigma_{y_2 y_1} + \dots + v_m \sigma_{y_m y_1}$$

$$b_1 \sigma_{x_2 x_1} + b_2 \sigma_{x_2}^2 + \dots + b_n \sigma_{x_2 x_n} = v_1 \sigma_{y_1 y_2} + v_2 \sigma_{y_2 y_2} + \dots + v_m \sigma_{y_m y_2}$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & = & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & = & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$b_1 \sigma_{x_n x_1} + b_2 \sigma_{x_n x_2} + \dots + b_n \sigma_{x_n}^2 = v_1 \sigma_{y_1 y_n} + v_2 \sigma_{y_2 y_n} + \dots + v_m \sigma_{y_m y_n}$$

Tämä yhtälöryhmä voidaan kirjoittaa matriisimuotoon

$$b \cdot P = G \cdot v$$

$$b = P^{-1} G v$$

- jossa
- b = indeksissä käytettävä painokerroinvektori,
 - P = n x n -matriisi, joka sisältää indeksiin kuuluvien n:n muuttujan (X_i) väliset fenotyypipiset kovarianssit,
 - G = n x m -matriisi, joka sisältää indeksiin kuuluvien n:n muuttujan (X_i) ja kokonaisgenotyyppiin kuuluvien m:n ominaisuuden (Y_i) väliset geneettiset kovarianssit,
 - V = vektori, joka sisältää todellisen jalostusarvon laskemisessa käytettävät taloudelliset painot kokonaisgenotyypin ominaisuuksista (Y_i),
 - X = vektori, jossa on indeksiin kuuluvien n:n muuttujan tai tietolähteen fenotyypipiset mitta-arvot
 - Y = vektori, jossa on todelliseen jalostusarvoon sisältyvien m:n ominaisuuden additiiviset geneettiset arvot.

Matriisialgebraa käyttäen saadaan indeksiytälöt seuraavaan muotoon

- 1) indeksi

$$I = b'X$$

- 2) indeksin varianssi

$$\sigma_I^2 = b'Pb \quad \text{tai} \quad b'Gv$$

- 3) todellinen jalostusarvo

$$T = v'Y$$

- 4) todellisen jalostuarvon varianssi

$$\sigma_T^2 = v'Cv \quad (C \text{ on } m \times m \text{ -matriisi, joka sisältää } Y\text{:n ominaisuuksien varianssit ja kovarianssit})$$

- 5) yleinen indeksiytälö

$$Pb = Gv \quad , \text{ josta seuraa } b = P^{-1}Gv$$

- 6) T:n ja I:n välinen kovarianssi

$$\sigma_{TI} = b'Gv \quad \text{tai} \quad b'Pb \quad (\text{koska indeksi on asetettu siten, että } \sigma_{TI} / \sigma_I^2 = 1)$$

- 7) T:n ja I:n välinen korrelaatio

$$r_{TI} = \frac{\sigma_{TI}}{\sqrt{\sigma_T^2 \sigma_I^2}} = \sqrt{\frac{b'Pb}{v'Gv}}$$

- 8) geneettinen edistyminen T:ssä indeksillä suoritettavan valinnan johdosta

$$\Delta_T = r_{TI} D \sigma_T = \sqrt{b'Pb} D \quad , \quad (D \text{ on valintaero})$$

- 9) kussakin ominaisuudessa tapahtuva perinnöllinen edistyminen lasketaan kunkin ominaisuuden ja indeksin välisenä regressiona

$$b_{Y_j I} = \frac{\sigma_{Y_j I}}{\sigma_I^2} = \frac{b' \text{ (j. sarake } G\text{:ssä)}}{\sigma_I^2}$$

B Tulokset

1. Ominaisuuksien keskiarvot, hajonnat ja jakautumat

Aineistosta II laskettiin kunkin vuoden ja kanalan ominaisuuksien keskiarvot ja hajonnat. Yksityisten kanaloiden tuloksissa on melkoista vaihtelua. Useimpien ominaisuuksien taso on pysynyt jokseenkin samana koko tutkimuskauden (taulukko 6 ja liite A). Systemaattista muutosta on tapahtunut ainoastaan munan painossa, jossa on havaittavissa selvä lasku. Selityksenä tälle lienee mittauksen siirtäminen munan kehityksen aikaisempaan vaiheeseen. Todisteita ei tälle kuitenkaan ole, sillä mittauksen suorittamisaika ei ilmene tarkkailutuloksista. Suurimmat muutokset ovat lähes 9 gramman vähennykset kanaloissa 6 ja 9.

Kappaletuotoksen lievä lasku tutkimuskaudella kuvastaa enemmän lyhentynyttä tarkkailukautta kuin itse ominaisuudessa tapahtunutta taantumista (UUSITALO 1969).

Ominaisuuksien jakautumien normaalisuuden testauksen tulokset on esitetty liitteessä B. Kuvioon 2 on valittu eräitä ominaisuuksien jakautumia, joista ilmenee kullekin ominaisuudelle tyypillinen muoto. Munan paino, kanan paino ja g/p-tuotos poikkeavat tutkituista ominaisuuksista vähiten normaalista jakautumasta. Sukukypsyysiän positiivinen vinous ja huipukuus viittaavat mittauksen epätarkkuuteen, sillä jos yksilötarkkailun alku viivästyy kanalassa, saavat aikaisin munintansa aloittaneet yksilöt liian suuren sukukypsyysiän. Tällöin jakautumakuviossa vasen reuna siirtyy lähemmäs keskiarvoa ja jakautumasta tulee oikealle vino.

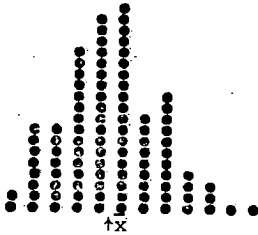
Ominaisuuksien keskiarvojen poikkeaminen toisistaan tutkittiin sekä kanaloittain että vuosittain varianssianalyysillä.

Taulukko 6. Tutkittujen ominaisuuksien vuosittaiset keskiarvot. Kanaloittaiset arvot liitteessä A.Aineisto II.

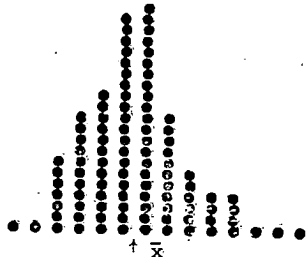
ominaisuus	-67	-68	-69	-70	keskim.
munan paino, g	57.8	57.8	55.8	54.8	56.5
kanan paino, kg	1.96	1.98	1.88	1.96	1.95
sukuk.ikä, p	177.2	176.4	185.7	178.9	179.7
kpl-tuotos, kpl	200.7	192.8	185.6	201.5	194.8
muninta-%, %	68.7	70.4	65.0	67.3	68.8
g/p-tuotos, g/p	41.1	41.8	37.7	41.2	40.4

Kanaloittaisessa analyysissä todettiin (taulukko 7), että kanaloiden väliset erot olivat erittäin merkitseviä kanan painossa, kpl-tuotoksessa sekä munintaosentissa. Sukukypsyyssiässä erot olivat vähemmän selviä ja kanaloiden vaikutus oli lievin munan painoon ja g/p-tuotokseen. Kanan painossa kanaloiden välinen muuntelu oli 75% kokonaismuuntelusta. G/p-tuotoksessa sen osuus oli 30%.

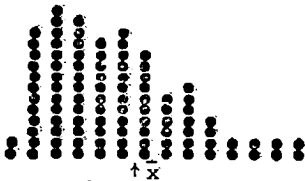
Ominaisuuksien keskiarvojen välistä muuntelua verrattiin kanaloiden väliseen muunteluun varianssianalyysillä. Vuosien välinen muuntelu oli ainoastaan munan painossa suurempaa kuin vuosien sisäinen muuntelu (taulukko 8). Vaikutus oli tässä ominaisuudessa hyvin merkitsevää.



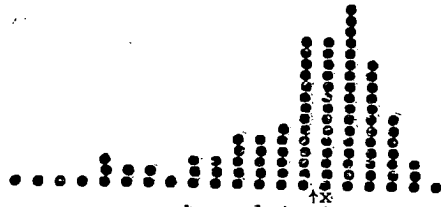
munan paino
kanala 11/67
g1 +, g2 +
 $\bar{x} = 60.6g, \sigma = 2.5$
luokkaväli 1 g



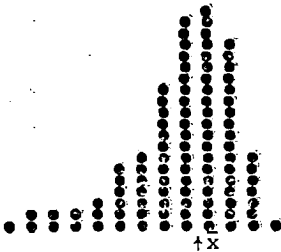
kanan paino
kanala 13/68
g1 +, g2 +
 $\bar{x} = 2.04, \sigma = 0.23$
luokkaväli 100 g



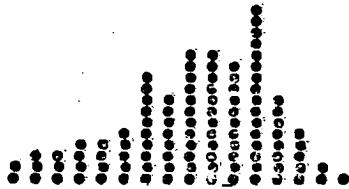
sukukypsyysikä
kanala 6/67
g1 +, g2 +
 $\bar{x} = 172.6p, \sigma = 17.0$
luokkaväli 5 p



kappaletuotos
kanala 1/67
g1 -, g2 +
 $\bar{x} = 203.2kpl, \sigma = 39.8$
luokkaväli 10-kpl



munintaprosentti
kanala 12/67
g1 -, g2 +
 $\bar{x} = 78.8\%, \sigma = 10.0$
luokkaväli 4%



g/p-tuotos
kanala 5/68
g1 -, g2 -
 $\bar{x} = 40.7g/p, \sigma = 6.8$
luokkaväli 1 g/p

Kuvio 2. Esimerkkejä ominaisuuksien tyypillisistä jakautumista. Yksi piste vastaa yhtä prosenttia aineistosta.

Taulukko 7 . Kanaloiden vaikutus ominaisuuksien keskiarvojen muunteluun. Aineisto II.

ominaisuus muunt.syy	vap. ast	keskineliö	% kokon. muunt.	F
munan paino				
kanala	10	0.152841	30.1	2.68 x
virhe	32	0.056942	69.9	
kanan paino				
kanala	9	0.051919	74.7	11.61 xxx
virhe	26	0.004472	25.3	
sukukypsyysikä				
kanala	10	0.067600	40.8	3.69 xx
virhe	32	0.018335	59.3	
kpl-tuotos				
kanala	10	0.324449	64.7	8.16 xxx
virhe	32	0.039765	35.3	
muninta-%				
kanala	10	0.010362	44.7	4.16 xxx
virhe	32	0.248877	55.3	
g/p-tuotos				
kanala	10	0.622663	30.8	2.74 x
virhe	32	0.227526	69.2	

xxx = P < 0.001, xx = P < 0.01, x = P < 0.05

Taulukko 8 . Vuosien vaikutus ominaisuuksien keskiarvojen muunteluun. Aineisto II.

ominaisuus muunt.syy	vap. ast	keskineliö	%kokon. muunt.	F
munan paino				
vuosi	3	0.312236	27.4	5.05 xx
virhe	39	0.061894	72.6	
kanan paino				
vuosi	3	0.014477	---	0.87
virhe	33	0.016715	100.0	
sukukypsyyssikä				
vuosi	3	0.019379	---	0.63
virhe	39	0.030886	100.0	
kpl-tuotos				
vuosi	3	0.011258	---	0.10
virhe	39	0.114954	100.0	
muninta-%				
vuosi	3	0.339878	---	0.77
virhe	39	0.443747	100.0	
g/p-tuotos				
vuosi	3	0.292948	---	0.91
virhe	39	0.323811	100.0	

xx = P <0.01

2. Muuntelun syyt

Aineistosta I tutkittiin hierarkkisella varianssianalyysillä vuosien, kanaloiden, haudontaerien, linjojen ja isien välisen erojen merkitystä ominaisuuksien muuntelussa (taulukko 9). Lisäksi laskettiin vastaava analyysi eri kuukausituotosten osalta (taulukko 10).

Muuntelun syyt

Vuosien välinen muuntelu oli kaikissa ominaisuuksissa merkityksettömän pientä. Syistä oscittoi tärkeimmäksi kanala. Sen vaikutus kaikkiin muihin ominaisuuksiin paitsi valkuaisen laatuun oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Linjojen ja isien vaikutus kaikkiin ominaisuuksiin oli lähes samanlainen. Niiden yhteinen vaikutus oli kuitenkin vähemmän kuin puolet kanaloiden vaikutuksesta. Haudonta-aika vaikuttaa erittäin merkitsevästi sukukypsyysikään, kappaletuotokseen ja muninta-prosenttiin. Lisäksi sillä on vaikutusta g/p-tuotokseen ja valkuaisen laatuun. Munan ja kanan painoon ei sillä laskelman mukaan ole vaikutusta samoin kuin ei ominaispainoonkaan.

Tutkitut ominaisuudet voitaisiin jakaa kolmeen ryhmään sen perusteella, miten eri tekijät niihin vaikuttavat. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat molemmat paino-ominaisuudet sekä ominaispaino. Ne ovat riippuvaisia kanalasta, linjasta sekä isästä. Kullakin niistä on kaikkiin kolmeen ominaisuuteen lähes yhtä suuri vaikutus, yhteensä noin 40 %. Toiseen ryhmään kuuluvat sukukypsyysikä, kpl-tuotos, muninta-% ja g/p-tuotos. Kaikki nämä ominaisuudet ovat voimakkaimmin riippuvaisia kanalau vaikutuksesta. Muiden tekijöiden vaikutus on myös tilastollisesti erittäin merkitsevää. Poikkeuksena on haudonnan vaikutus g/p-tuotokseen, joka on suuruudeltaan paljon vähäisempää. Munan valkuaisen laatu on riippuvuudeltaan muista ominaisuuksista poikkeava. Siihen on kanalalla vain lievä vaikutus. Haudonta-ajan vaikutus on suurempi, mutta suurin merkitys on isien välisillä eroilla. Kuitenkin selvitetyn muuntelun

Taulukko 9 . Munantuotanto-ominaisuuksien muuntelun syyt.
Varianssianalyysi vuosien -64 - -66 aineis-
tosta.

ominaisuus	kokonais- vap.ast.	vuosien kana- haudon- lin- isien laiden tojen jojen				
		välinen muuntelu %:na kokon.muuntelusta				
munan paino	12255	0	18 ^{xxx}	0	10 ^{xxx}	10 ^{xxx}
kanan paino	12028	1	18 ^{xxx}	0	11 ^{xxx}	11 ^{xxx}
sukuk.ikä	12404	0	40 ^{xxx}	11 ^{xxx}	5 ^{xxx}	4 ^{xxx}
kpl-tuotos	12602	0	20 ^{xxx}	9 ^{xxx}	4 ^{xxx}	3 ^{xxx}
muninta-%	12404	1	22 ^{xxx}	2 ^{xxx}	4 ^{xxx}	3 ^{xxx}
g/p-tuotos	12176	0	25 ^{xxx}	1 ^x	4 ^{xxx}	3 ^{xxx}
Haugh	1189	0	2	5 ^{xx}	1	9 ^{xxx}
ominaispaino	1664	0	17 ^{xxx}	0	8 ^{xxx}	4 ^{xx}
vapausasteet		2	29	130	233	880

xxx = P<0.001, xx = P<0.01, x = P<0.05

Taulukko 10 . Eri kuukausien kpl-tuotosten muuntelun syyt %:na.
Varianssianalyysi aineistosta I.

muuntelun syy	k u u k a u s i										
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
vuosien välinen	4	0	0	1	1	0	0	0	1	1	5
kanaloiden "	15	12	15	14	15	6	7	11	16	20	31
haud.erien "	36	19	3	0	1	1	0	1	1	2	13
linjojen "	4	1	3	3	2	2	3	2	1	2	1
isien "	1	5	3	1	2	2	3	4	3	2	2
isien sis. l. virhem.	41	63	78	81	79	89	87	82	78	74	47

osuus kokonaismuuntelusta on vain 16 prosenttia.

Kuukausituotosten muuntelun syyt

Kappaletuotoksen muuntelun muodostumisen selvittämiseksi laskettiin vastaava varianssianalyysi eri kuukausituotoksista. Analyysin tulokset ovat taulukossa 10.

Vuosien välinen muuntelu oli suurinta munintavuoden alussa ja lopussa. Lisäksi vuodella oli vaikutusta tammi- ja helmi-kuun tuotokseen. Kokonaisuutena vuosien vaikutus oli melko pientä, suuruudeltaan keskimäärin noin 1 %. Sen vaikutus yhdistettyyn koko vuoden tuotokseen olikin 0.0. Kanaloiden vaikutus on maaliskuuhun asti tasainen 15 % laskien sen jälkeen miltei viiteen prosenttiin. Loppuvuotta kohti sen vaikutus jälleen kasvaa, ilmeisesti syynä on eri kanaloissa eri aikaan suoritettu karsinta. Pienimmillään kanaloiden välinen muuntelu on maaliskuussa.

Haudontaerien vaikutus on suurinta munintakauden alussa. Tämä on luonnollista, koska aikaisin haudotetut kanat ovat jo aloittaneet munintansa, mutta myöhään haudotetut eivät. Elokuussa sen vaikutus taas on melko suurta johtuen ilmeisesti siitä, että kaikille kanoille on haluttu suoda yhtä pitkä munintakausi, ja siten aikaisemmin haudotetut on karsittu aikaisemmin. Tammikuusta heinäkuuhun haudontaerän vaikutus on suuruusluokaltaan 1-4 %.

Linjojen välinen muuntelu on suuruudeltaan 2-3%, poikkeuksena on lokakuu, jolloin vaikutus on lähes yhdeksän prosenttia. Ilmeisesti kanalat haudottavat kerrallaan vain harvoja linjoja ja siten tässä muuntelussa on mukana haudontaerän vaikutusta.

Munintapäivien luvun, haudontaerän ja sukukypsyyksiän yhteisvaikutus

Koska haudonta-ajan vaikutus tuotanto-ominaisuuksiin tapahtuu osittain välillisesti, tutkittiin munintapäivien lukumäärän, haudontaerän ja sukukypsyyksiän samanaikaista vaikutusta tuo-

Taulukko 11. Munintapäivien lukumäärän, haudontaerän ja sukukypsyyksiän vaikutus eräisiin tuotanto-ominaisuuksiin. Laskettu vuoden -67 aineistosta kanaloiden ja linjojen sisäisesti askeltavalla regressioanalyysillä. Kokonaisvapausasteita 5300.

selitettävä muuttuja selittävät muuttajat	korrel. kerroin	yhteis- korrel. kerroin	lopullinen ositt.regr. kerroin	paino- kerroin (beta- kerroin)
munan paino				
haudontaerä	-0.08	0.08	-0.03	-0.012
munintap.lkm.	-0.01	0.11	-0.01	-0.073
sukuk.ikä	0.07	0.12	0.01	0.048
kanan paino				
haudontaerä	-0.06	0.06	-0.01	-0.068
sukuk.ikä	0.04	0.07	0.00	0.031
munintap.lkm.	0.02	0.07	0.00	-0.011
sukukypsyyssikä				
munintap.lkm.	-0.10	0.10		
haudontaerä	-0.05	0.16		
kappaletuotos				
munintap.lkm.	0.57	0.57	0.85	0.600
haudontaerä	-0.25	0.57	0.19	0.070
sukuk.ikä	-0.09	0.57	-0.07	-0.033
munintaprosentti				
munintap.lkm	0.30	0.30	0.19	0.447
haudontaerä	-0.01	0.35	0.20	0.245
sukuk.ikä	0.13	0.39	0.12	0.183
g/p-tuotos				
munintap.lkm.	0.28	0.28	0.12	0.402
haudontaerä	-0.03	0.32	0.11	0.192
sukuk.ikä	0.11	0.35	0.07	0.157

tanto-ominaisuuksiin askeltavalla regressioanalyysillä. Laskelmien tulokset ovat taulukossa 11. Munintapäivien lukumäärällä oli suurin vaikutus suoranaisiin tuotanto-ominaisuuksiin, kuten kpl-tuotokseen, munintaprosenttiin sekä g/p-tuotokseen, toiseksi suurin vaikuttaja oli haudontaerä. Munan paino poikkesi näistä; siihen vaikutti eniten haudontaerä. Tosin yhteiskorrelaatiokerroin ei noussut suuremmaksi kuin 0.12. Sukukypsyyksiän osalta voidaan todeta, että todellinen syy- ja seuraussuhde on, että sukukypsyyksiä vaikuttaa munintapäivien lukuun. Kanan painon osalta tulokset vastaavat munan painosta saatuja tuloksia. Kummassakaan ei yhteiskorrelaatiokerroin nouse yli 0.12 ja suurin tekijä näissä oli haudontaerä. Ilmeisesti on niin, että myöhäisistä haudonnoista peräisin olevat nuorikot eivät ole ennättäneet saavuttaa täyttä painoaan punnituspäivään mennessä.

Munintapäivien lukuun vaikuttavat tekijät

Edellisen laskelman perusteella munintapäivien lukumäärä vaikuttaa useimpiin tuotanto-ominaisuuksiin. Seuraavassa askeltavassa regressioanalyysissä on tarkemmin selvitetty, mitkä tekijät ovat määräävinä sen muodostumisessa. Tulokset ovat taulukossa 12. Tärkein vaikuttava muuttuja on haudontaerä. Aikaisin haudotetut poikaset ennättävät munia kauemman aikaa ennen tarkkailuvuoden päättymistä. Sen vaikutus on kaksi kertaa suurempi kuin seuraavaksi tärkeimmän muuttujan, munintaprosentin. Sukukypsyyksiä antaa enää vähän lisäinformaatiota sen mukaanoton nosttaessa yhteiskorrelaatiokerrointa vain merkityksettömän vähän. G/p-tuotos on jo miltei merkityksetön edellisten lisänä. Vaikka sen korrelaatiokerroin on samaa suuruusluokkaa kuin munintaprosentin, ei se enää nosta yhteiskorrelaatiota. Ilmeisesti sen antama selvitys sisältyy jo muninta-%:n tietoihin. G/p-tuotos ja munintaprosentti mittaavat paljolti samaa asiaa. Mielenkiintoinen seikka on muninta-%:n suuri merkitys. Tulokset ovat ilmeisesti tulkittavissa siten, että munintaprosenttiltaan hyvät kanat

Taulukko 12 . Haudontaerän, munintaprosentin, sukukypsyyksiän ja g/p-tuotoksen vaikutus munintapäivien lukumäärään. Askeltava regressioanalyysi, aineistona vuosi -67, kanaloiden ja linjojen sisäisesti, vapausasteita 5360.

ominaisuus	keski- arvo	korrel. kerroin	yhteis- korrel. kerroin	askelien regressio- kertoimet			
				1.askel	2.a.	3.a.	4.a.
haudontaerä	105.7 p	-0.54	0.54	-1.04	-1.04	-1.05	-1.05
muninta_%	70.8 %	0.30	0.62		0.71	0.76	0.68
sukuk.ikä	174.6 p	-0.10	0.64			-0.26	-0.26
g/p-tuotos	40.6 g/p	0.28	0.64				0.12

saavat munia kauemmin kuin huonot, eli että kanojen kesäkauden karsinta on tapahtunut munintaprosentin perusteella.

Muninnan aloitusajan merkitys

Eräs tuotantotuloksiin mahdollisesti vaikuttava vaihe on muninnan aloitusaika. Sen vaikutusta muninta-%:iin ja g/p-tuotokseen selvitettiin laskemalla sen vaikutus aineistossa, joka oli hierarkkisesti jaettu paitsi kanalan ja linjan, myös poistopäivän suhteen. Täten näiden kolmen tekijän vaikutukset eliminoitiin. Haudontaerästä, sukukypsyyksiästä ja muninnan aloitusajasta oli munintaprosenttiin vain sukukypsyyksiällä tilastollisesti merkitsevä vaikutus. G/p-tuotokseen muninnan aloitusajan vaikutus oli merkitsevä korrelaation ollessa +0.03 ja regression +0.01. Vapausasteita oli laskemassa 5230. Muninnan aloitusaika ei siis vaikuta merkitsevästi muninta-%:iin, g/p-tuotokseen sillä on vaikutusta korrelaation ollessa positiivinen.

Karsinta ja sen syyt

Kanojen oman tuotoksen merkitystä karsinnan syynä selvitettiin jakamalla munintapäivien luku kahteen osaan, talvimunintakauteen, joka oli sukukypsyyksiästä huhtikuun loppuun ja kesämunintakauteen, toukokuun alusta karsintapäivään tai munintakauden loppuun. Jälkimmäinen kausi on siten karsinta-ajan kohdasta riippuvainen. Menetelmänä käytettiin regressioanalyysiä vuosien -65 ja -67 aineistossa. Analyysin tulokset on taulukossa 13. Edellisissä laskelmissa käytetyt kokovuoden tuotoksesta lasketut muninta-prosentti ja g/p-tuotos eivät olleet tässä analyysissä käyttökelpoisia, vaan käytössä olivat huhtikuun lopussa päättyneen II:n tarkkailukauden loppuun mennessä saavutetut tulokset. Tuloksista käy ilmi, että karsinta on tapahtunut g/p-tuotoksen perusteella. Korrelaatioiden mukaan munintaprosentti selvittää muninnan loppukauden pituutta miltei yhtä hyvin. Näiden kahden ominaisuuden välinen korrelaatiokerroin oli ensimmäisenä vuotena 0.94 ja toisena vuotena 0.85. Syynä siihen, että muninta-%:n merkitys jäi lo-

Taulukko 13 . Eräiden tekijöiden vaikutus kesämunintakauden pituuteen kahtena vuotena. Askeltava regressio-analyysi.

vaikuttava tekijä	keskiarvo	korrel. kerroin	yhteis- korrel. kerroin	lopulliset osittaiset regressio-kertoimet	painokerroin (beta-kerroin)
-65					
kokonaisvapausasteita	5310				
g/p-tuotos	41.32 g	0.18	0.18	2.13	0.62
tälvikauden munintapäivien lkm	210.86 p	0.07	0.25	0.13	0.22
haudontaerä	106.35 p	0.12	0.31	0.25	0.20
muninta-%	71.12 %	0.13	0.33	- 0.70	-0.34
sukuk.ikä	176.28 p	-0.08	0.33	0.00	0.00
-67					
kokonaisvapausasteita	5350				
g/p-tuotos	43.25 g	0.20	0.20	0.15	0.17
sukuk.ikä	174.60 p	-0.04	0.21	0.01	0.02
muninta-%	75.05 %	0.18	0.21	0.03	0.39
talvik.mun. p.lukumäärä	205.97 p	0.03	0.21	0.03	0.09
haudontaerä	105.67 p	0.00	0.21	0.03	0.05

pullisessa regressioyhtälössä niinkin vähäiseksi, on se, että siitä on munintaprosentin ja g/p-tuotoksen yhteisvaikutus poistettu. Toisena vuotena ei muiden analyysissä olleitten tekijöiden mukaan ottaminen ole pystynyt sanottavasti lisäämään g/p-tuotoksen yksinään antamaa selitysasetta. Valtaosa muuntelusta jää kuitenkin kokonaan selittämättä

Karsinnan merkitys

Kana tulee sulkasadolle ensimmäisen tuotosvuoden jälkeen. Ennen sulkasadon alkamista tuotos vähitellen alenee loppuen osalla kanoista kokonaan ja alkaa myöhemmin uudestaan. Osa kanoista ei paljoakaan vähennä munintaansa, vaan uusii sulkan pitemmän ajan kuluessa.

Kuviossa 3 on aineiston I kuukausituotosten keskiarvot. Käyrän hidas nousu johtuu siitä, että vaaka-akselilla on kalenterikuukausi, joten eri-ikäiset kanat ovat hieman eri tuotantovaiheessa. Tuotantovaiheiden poikkeama ei kuitenkaan ollut suurempi kuin noin 1 - 2 kuukautta.

kpl-tuotos/kk/kana



Kuvio 3. Kanän keskimääräinen kpl-tuotos eri kalenterikuukausina. Aineisto I.

Käyristä voidaan todeta, että munantuotannon saavutettua huippunsa se laskee tasaisesti puoliväliin kesää, jolloin tapahtuu voimakas muninnan väheneminen. Jos kana karsitaan kesken tuotoskautta, voi se saada arvokseen suhteettoman hyvän tuotoksen verrattuina samanarvoisiin kanoihin, jotka saavat munia tuotosvuoden loppuun ja joiden tuotokseen tulee vaikuttamaan niiden tuotannon kestävyys.

Jotta saataisiin selville, vaikuttaako karsinta tärkeimpiin munintataipumuksen mittoihin, munintaprosenttiin ja g/p-tuotokseen, suoritettiin askeltava regressioanalyysi. Riippumattomiksi muuttujiksi otettiin poistopäivän (päivinä vuoden alusta) lisäksi haudonta-aika, sukukypsyyssikä ja talvimunintakauden kpl-tuotos. Laskeman tulokset ovat taulukoissa 14 ja 15. Riippumattomista muuttujista tärkeimmäksi on molemmissa tapauksissa tullut poistopäivä. Ei kuitenkaan siten, että aikaisemmin poistetuilla olisi suurempi munintaprosentti tai g/p-tuotos, vaan päinvastoin. Poistopäivän osalta tulokset ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Syynä voi olla se, että poistetut kanat ovat olleet munimatta jonkin aikaa ennen poistoa ja siten niiden tulokset ovat heikompia. Nämä tulokset osoittavat tutkittujen ominaisuuksien arvon arvostelukriteereinä. Ne ovat pystyneet vähentämään eri pituisen tuotoskauden aiheuttamaa haittaa.

Karsinnan tehoa selvitettiin laskemalla eri aikoina karsituille eläimille ominaisuuksien keskiarvot. Ne ovat taulukossa 16. Tuloksista voidaan todeta edellisten laskelmien nojalla, että g/p-tuotokseen perustuva karsinta pystyy poistamaan parvesta heikoimmat yksilöt. Tämä karsinta on ollut tehokasta kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin. Ainoa ominaisuus, jossa eri vuosien tulokset poikkeavat toisistaan, on sukukypsyyssikä. Toisena vuonna karsittujen ikä on suurempi, toisena vuonna pienempi kuin karsimattomien. Sukukypsyyssikä on kuitenkin ominaisuus, jonka jalostamisessa kovin alas tulee olla pidättyväinen, koska se korreloitessaan posi-

Taulukko 14 . Muninta-%:n riippuvuus poistopäivästä, sukukypsyydestä, talvimunatuotoksesta ja haudontaerästä. Askeltava regressioanalyysi vuoden -67 aineistosta kanaloiden ja linjojen sisäisesti. Kokonaisvapausasteita 5341.

ominaisuus	keski-arvo	korrel. kerroin	yhteis-korrel. kerroin	lopullinen regressio-kerroin
poistopäivä	229.6 p	0.22	0.22	0.340
sukuk.ikä	175.0 p	-0.08	0.23	-0.057
talvimuna-				
tuotos	205.4 kpl	0.05	0.23	--
haudontaerä	105.6 p	0.01	0.23	--

Taulukko 15 . G/p-tuotoksen riippuvuus poistopäivästä, sukukypsyydestä, talvimunatuotoksesta (1.muna-30.4.) ja haudontaerästä. Askeltava regressioanalyysi vuoden -67 aineistosta kanaloiden ja linjojen sisäisesti. Kokonaisvapausasteita 5341.

ominaisuus	keski-arvo	korrel. kerroin	yhteis-korrel. kerroin	lopullinen regressio-kerroin
poistopäivä	229.6 p	0.22	0.22	0.248
talvim.tuotos	205.4 kpl	0.05	0.22	0.015
sukuk.ikä	175.0 p	-0.04	0.22	--
haudontaerä	105.6 p	-0.02	0.22	--

Taulukko 16 . Eri aikoina karsittujen ja karsimattomien kanojen tuotosten tasoerot kahtena vuonna.

ominaisuus	keski- arvo	p o i k k e a m a t				ero huom c-a
		V-VI	VII-VIII	karsi-	ero	
		karsitut a	karsitut b	mattomat c	c-a	
-65						
munan paino	59.00	-0.75	-0.44	+1.19	+1.94g	
kanan paino	-	-	-	-	-	
sukuk.ikä	186.20	+5.02	+0.61	-5.63	-10.65p	
kpl-tuotos	239.29	-40.10	-1.87	+41.97	+82.07kpl	
muninta-%	62.02	-1.59	-2.67	+4.26	+ 6.93%	c-b
g/p-tuotos	37.05	-1.00	-2.00	+3.00	+ 4.00g/p	
-66						
munan paino	60.54	-0.87	-0.19	+1.05	+ 1.92g	
kanan paino	2.030	-0.031	-0.001	+0.031	+ 0.062kg	
sukuk.ikä	187.24	-0.42	+1.43	-1.00	- 2.43p	c-b
kpl-tuotos	287.49	-47.74	+1.74	+46.01	+93.75kpl	
muninta-%	63.47	-5.50	-0.79	+ 6.29	+11.78%	
g/p-tuotos	39.06	-2.84	-1.00	+ 3.84	+ 6.68g/p	

tiivisesti sekä munan painoon että g/p-tuotokseen (taulukon 11 mukaan sen korrelaatiot em. ominaisuuksiin ovat 0.07 ja 0.11) voi hidastaa näiden ominaisuuksien kehittymistä.

Munan paino on karsituilla kanoilla ollut 2 g pienempi kuin karsimattomilla. Karsimattomien g/p-tuotos on keskimäärin ollut 5.5 g suurempi kuin karsittujen. Munintaproesentissa ero oli lähes kymmenen prosenttiyksikköä.

3. Haudontaerän vaikutus

Haudontaerän vaikutuksella tarkoitetaan myöhemmin tässä tutkimuksessa kaikkien niiden tekijöiden yhteisvaikutusta, jotka vaikuttavat yhdenmukaisemmin samassa haudonnassa syntyneisiin yksilöihin, kuin eri kerralla haudottuihin. Tähän voidaan katsoa siten kuuluvaksi seuraavia tekijöitä, joiden vaikutusta erikseen ei ole pyritty selvittämään:

- a) emokanojen ikä siitosmunia kerätessä,
- b) siitosmunien säilytyskauden olosuhteet,
- c) haudonta- ja kuoriutumisaajan olosuhteet,
- d) kasvatuskauden yhteiset olot,
- e) kasvatuskauden mahdolliset tautien vaikutukset,
- f) päivänpituuden kehittymisen vaikutus esim. sukuk. ikään,
- g) tarkkailukausi aloitetaan yleensä koko kanalassa yhtäaikaaisesti, joten eri haudonnoissa syntyneet kanat ovat tällöin eri-ikäisiä, sukukypsyyksiän rekisteröinti voi olla virheellinen,
- h) munan ja kanan painon mittauksen tapahtuessa koko kanalassa yhtäaikaaisesti ovat eri haudontojen kanat eri-ikäisiä,
- i) tarkkailun päättyessä ovat eri haudontaerien kanat muni- neet eripituisen tuotantokauden.

Luetellut tekijät voidaan jakaa sattumanvaraisiin ja systemaattisiin muuntelun aiheuttajiin. Systemaattisia ovat a, f - i. Sattumanvaraisia ovat b - e.

Haudontakauden keskimääräinen pituus aineistossa II oli 41.5 päivää. Tänä aikana suoritettiin keskimäärin 4.2 haudontaa (taulukko 17). Siten haudontojen väli oli runsas viikko. Käytännön oloissa yksityisissä kanaloissa se on viikko tai sen kerrannainen. Pisin haudontakausi oli 146 päivää ja suurin haudontaerien lukumäärä oli 15. Tutkimusaineistossa mukana

Taulukko 17. Haudontaerien lukumäärät, haudontakauden pituus sekä ensimmäisen ja viimeisen haudonnan päivämäärä kanaloissa aineistossa II.

kanala	-67		-68		-69		-70		keskim.					
	h. eriä	haudonta- kausi p	h. eriä	haudonta- jakso	h. eriä	haudonta- jakso	h. eriä	haudonta- jakso						
1	2	23.4.-5.5.	13	3	25.4.-8.5.	14	3	6.5.-22.5.	17	2	4.5.-10.5.	7	2.5	12.8
2	4	11.4.-3.5.	23	3	11.4.-30.5.	50	5	2.3.-28.5.	88	4	18.4.-22.5.	35	4.0	40.0
3	4	5.4.-26.4.	22	3	24.4.-9.4.	16	4	14.5.-5.6.	23	9	22.4.-11.6.	51	5.0	28.0
5	7	4.4.-29.6.	87	7	23.2.-17.7.	146	3	4.3.-25.3.	22					5.7
6	3	11.3.-27.4.	48	3	19.4.-8.5.	20	3	1.3.-1.5.	62	4	23.3.-2.5.	41	3.3	42.8
9	8	28.2.-25.4.	57	15	21.2.-5.6.	106	7	12.2.-7.5.	85	4	27.5.-17.6.	22	8.5	67.5
11	2	23.3.-30.3.	8	3	4.4.-25.4.	22	2	3.4.-10.4.	8	3	26.3.-9.4.	15	2.5	13.3
12	3	20.4.-14.6.	56	2	30.4.-14.5.	15	4	15.4.-13.5.	29	2	4.5.-11.5.	8	2.7	27.0
13	4	29.3.-10.5.	43	3	27.3.-17.4.	22	4	27.3.-23.4.	28	4	20.3.-15.4.	27	3.8	30.0
17	4	17.3.-5.5.	50	6	15.3.-21.5.	68	6	7.3.-13.5.	68	6	13.3.-18.6.	67	5.5	63.3
18	2	21.3.-11.4.	22	2	16.4.-8.5.	23	4	29.4.-17.6.	50	4	14.7.-8.9.	57	3.0	38.0
\bar{x}	4		39	5		46	4		44	4		33	4.2	41.5

olleet haudonnat sijoittuivat välille 12.2. - 8.9. Heinäkuussa tai sen jälkeen suoritettuja haudontoja oli vain kahdessa kanalassa, joten haudonnat sijoittuivat pääosin talvi- ja kevätkauteen.

Ominaisuuksista haudontaerän vaikutukselle alttein oli sukukypsyyssikä (taulukko 18). Kahdessa kolmasosassa kanaloista siihen vaikutti haudontaerä merkitsevästi. Kpl-tuotos oli seuraavaksi alttein. Munintaprosenttiin oli haudontaerällä vaikutusta vähiten.

4. Ominaisuuksien periytymisasteet

Ominaisuuksien periytymisasteet arvioitiin varianssianalyysin avulla varianssikomponenteista. Komponentit laskettiin hierarkkisesta mallista kanaloittain linjojen sisäisesti, mikäli haudontaerällä ei oltu todettu merkitsevää vaikutusta kyseiseen ominaisuuteen. Mikäli vaikutus oli merkitsevä, laskettiin komponentit linjojen ja haudontaerien sisäisesti. Taulukossa 18 on esitetty eri kanaloissa todettu vaikutus. Kanaloittaiset arviot, niiden keskivirheet sekä lukumäärillä painotetut keskiarvot on esitetty liitteessä C, josta vuositteiset keskiarvot on otettu taulukkoon 19. Kaikista kanaloista ei arvioita saatu laskettua kyseisellä menetelmällä. Perinnöllinen varianssi (perinnöllinen varianssi = 4 x isäkomponentti) tuli suuremmaksi kuin kokonaisuuntelu johtuen ilmeisesti siitä, että kanalassa oli pieni määrä isiä, joiden jakautuma poikkesi normaalista, mikä on laskumenetelmässä olettamuksena, ja siten isien välinen varianssi tuli suhteellisen suureksi.

Eri kanaloissa todetut arviot vaihtelivat runsaasti samoin kuin eri vuosina todetut. Tämän syynä lienee suhteellisen pienet eläinmäärät kanalaa ja vuotta kohden. Tätä olettamusta tukee se, että vaihtelu ei ollut säännöllistä.

Taulukko 19. Tutkittujen ominaisuuksien periytymisasteiden vuosittaiset keskiarvot aineistossa II. Kanaloittaiset tulokset liitteessä C .

ominaisuus	p e r i y t y m i s a s t e				keskim.
	-67	-68	-69	-70	
munan paino	0.68	0.60	0.59	0.52	0.59
kanan paino	0.50	0.40	0.52	0.51	0.48
sukukypsyyssikä	0.27	0.40	0.33	0.30	0.33
kpl-tuotos	0.21	0.22	0.16	0.21	0.20
muninta-%	0.32	0.22	0.14	0.20	0.21
g/p-tuotos	0.29	0.29	0.24	0.22	0.26

Aineistossa todettiin munan paino varmemmin periytyväksi kuin kanan paino, vastaavat periytymisasteitten arvot olivat 0.59 ja 0.48. Kaikilla tutkituilla ominaisuuksilla oli ainakin kohtuullinen periytymisaste, alhaisin oli kpl-tuotoksella, 0.21. G/p-tuotoksella, johon vaikuttavat sekä kpl-tuotos että munan paino periytymisasteen arvo oli keskimäärin 0.26.

Liitteessä C olevista kanaloitten tuloksista voidaan todeta, että eräissä kanaloissa kaikkien ominaisuuksien arviot olivat melko alhaisia. Tämä antaa aiheutta tarkentaa tarkkailua siinä mahdollisesti olevien puutteiden takia.

Melko suuresta vaihtelustaan huolimatta eivät eri kanaloitten ja eri vuosien arviot poikenneet merkittävästi toisistaan (taulukot 20 ja 21). Ainoastaan kanaloitten sukukypsyyksiän heritabiliteettiarvioiden todettiin poikkeavan merkittävästi toisistaan.

Tarkasteltaessa munan painon, munintaprosentin ja g/p-tuotoksen heritabiliteettiarvioiden muuttumista vuodesta toiseen

Taulukko 20 . Kanaloiden vaikutus ominaisuuksien periyty-
misasteiden arvioiden muunteluun. Aineisto II.

ominaisuus	vap.	keskineliö	% kokon.	F
muunt. syy	ast.		muunt.	
munan paino				
kanala	10	0.071058	18.4	1.84
virhe	30	0.035681	81.6	
kanan paino				
kanala	9	0.076826	3.0	1.11
virhe	25	0.069321	97.0	
sukukypsyyssikä				
kanala	10	0.135331	37.2	3.10 ^{xx}
virhe	28	0.043655	62.8	
kpl-tuotos				
kanala	10	0.030312	11.5	1.47
virhe	29	0.020618	88.5	
muninta-%				
kanala	10	0.049198	24.4	2.17
virhe	29	0.022691	75.6	
g/p-tuotos				
kanala	10	0.044986	13.2	1.58
virhe	31	0.628418	86.8	

xx = P<0.01

Taulukko 21. Vuosien vaikutus ominaisuuksien periytymisasteiden arvioiden muunteluun. Aineisto II.

ominaisuus muunt. syy	vap. ast.	keskineliö	% kokon. muunt.	F
munan paino				
vuosi	3	0.005812	2.3	1.23
virhe	36	0.004709	97.7	
kanan paino				
vuosi	3	0.005792	-	0.80
virhe	33	0.007251	100.0	
sukukypsyyssikä				
vuosi	3	0.000671	-	0.09
virhe	35	0.007304	100.0	
kpl-tuotos				
vuosi	3	0.001322	-	0.55
virhe	36	0.002392	100.0	
muninta-%				
vuosi	3	0.002027	-	0.61
virhe	38	0.003342	100.0	
g/p-tuotos				
vuosi	3	0.006245	11.8	2.34
virhe	36	0.002674	88.2	

voidaan niissä havaita lievää alenemista. Kanan painon, sukukypsyyksiän ja kpl-tuotoksen kohdalla ei systemaattista muutosta voida todeta.

5. Ominaisuuksien väliset yhteydet

Kovarianssianalyysillä selvitetettiin haudontaerän vaikutusta ominaisuuksien välisiin yhteyksiin. Analysointi tapahtui vuosittain ja kanaloittain. Laskelmien tuloksista on esitetty taulukossa 22 yhteenveto. Tästä voidaan todeta, että sukukypsyyksiän ollessa toisena ominaisuutena (r_{13} tai r_{31}) esiintyy haudontaerästä riippuvuutta useammin kuin muiden ominaisuuksien kyseessä ollen. Kanan painon ja muintaprosentin ollessa toisena ominaisuutena (r_{12} ja r_{21} , r_{15} ja r_{51}) on yhteys vapainta riippuvuudesta.

Verrattaessa kanaloita toisiinsa ei voida todeta, että jossain kanalassa oltaisiin vapaita riippuvuudesta haudontaerän kanssa. Eri vuosina tilanne nimittäin vaihtelee niin suuresti, lievin on tilanne ilmeisesti kanaloissa 1, 2 ja 12. Näissä kanaloissa oli taulukon 17 perusteella ollut vähiten haudontaeriä. Eräinä vuosina on kanaloissa 5, 11, 13, 17 ja 18 ollut useimmissa ominaisuuksien välisissä yhteyksissä haudontaerällä merkitsevä vaikutus.

Taulukossa 23 on ominaisuuksien välisten perinnöllisten ja fenotyyppisten korrelaatioiden eri vuosina ja eri kanaloissa todettujen arvioiden lukumäärillä painotetut keskiarvot sekä laskelmien pohjana olleitten havaintojen lukumäärät. Korrelaatioiden keskiarvoja laskettaessa ovat yksityisten kanaloiden arvot laskettu linjojen sisäisesti, mikäli haudontaerällä ei ollut merkitsevää vaikutusta kovarianssiin, ja linjojen ja haudontaerien sisäisesti, mikäli vaikutus on ollut tilastollisesti merkitsevä. Liitteessä D ovat vuorosuhteitten vuosittaiset keskiarvot. Taulukossa 23 ja liitteessä D olevat perinnöllisten korrelaatioiden keskivirheet ovat

Taulukko 22. Haudontaerän vaikutus ominaisuuksien välisiin korrelaatioihin eri vuosina. Numerot ovat kovarianssikomponenteille lasketujen F-arvojen merkitsevyyksiä seuraavasti:

- = P>0.05
- 1 = P<0.05
- 2 = P<0.01
- 3 = P<0.001

Ominaisuudet 1 munan paino
 2 kanan paino
 3 sukukypsyyssikä
 4 kpl-tuotos
 5 muninta-%
 6 g/p-tuotos

korre-	-67						-68						-69						-70					
	vuosi	kanala	1	2	3	6	vuosi	kanala	1	2	3	6	vuosi	kanala	1	2	3	6	vuosi	kanala	1	2	3	6
r12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
r13	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
r14	-	3	3	1	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3
r15	-	3	1	-	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3
r16	-	1	-	3	1	-	3	-	3	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3	-	3	-	1	3
r23	3	-	3	1	2	2	-	x	3	3	1	3	-	x	-	x	3	x	3	3	3	x	-	3
r24	-	1	3	-	1	-	-	x	3	-	-	-	-	x	-	x	3	-	-	-	-	-	-	-
r25	-	3	-	-	1	-	-	x	3	-	-	-	-	x	-	x	3	-	-	-	-	-	-	-
r26	-	1	-	2	2	-	-	x	3	-	-	-	-	x	-	x	3	-	-	-	-	-	-	-
r34	3	-	2	-	3	1	-	1	3	-	3	-	3	1	-	3	1	-	3	x	3	x	-	3
r35	3	-	3	3	-	3	1	-	3	-	3	3	-	3	3	-	3	3	-	3	3	3	-	3
r36	3	-	2	-	3	1	-	1	3	-	3	3	-	2	3	3	-	3	-	3	3	3	-	3
r45	-	3	3	-	2	-	-	3	3	-	2	-	-	3	3	-	3	-	-	3	3	3	-	3
r46	-	3	3	-	3	-	-	3	3	-	2	-	-	3	3	-	3	-	-	3	3	3	-	3
r56	-	3	-	-	2	-	-	3	3	-	2	-	-	3	3	-	3	-	-	3	3	3	-	3

x = toista ominaisuutta ei ole mitattu

Taulukko 23. Ominaisuuksien välisten yhteyksien lukumäärillä painotetut keskiarvot aineiston II vuodelta ja kaikista kanaloista. Yläkolmiossa perinnölliset vuorosuhteet ja niiden keskiarvot, alakolmiossa fenotyyppiset vuorosuhteet. Merkitsevyydet $|0.06| = P < 0.01$
 $|0.08| = P < 0.05$.

Alemmassa taulukossa käytetyn aineiston havaintojen lukumäärät.

- Ominaisuudet: 1 munan paino
 2 kanan paino
 3 sukukypsyyssikä
 4 kpl-tuotos
 5 muninta-%
 6 g/p-tuotos

	1	2	3	4	5	6
1		0.43±0.15	0.22±0.24	-0.02±0.27	-0.08±0.21	0.58±0.16
2	0.30		0.06±0.21	0.13±0.28	0.02±0.23	0.35±0.24
3	0.08	0.03		-0.28±0.24	-0.03±0.27	0.11±0.28
4	0.00	0.07	-0.27		0.80±0.11	0.66±0.26
5	-0.05	0.04	-0.06	0.82		0.73±0.17
6	0.32	0.17	-0.03	0.78	0.88	

	1	2	3	4	5	6
1		21607	19032	21483	23977	23871
2	22205		16978	17215	19728	19157
3	24248	19746		17686	17859	20403
4	25331	21299	24499		18005	22527
5	25829	21536	24679	26412		23088
6	26217	22118	24521	26007	26725	

yksityisten korrelaatioiden keskiarvojen lukumäärillä painotettuja keskiarvoja.

Perinnöllisistä korrelaatioista vain munan painon ja sukukypsyysiän korrelaatiot kappaletuotokseen ja munintaprosenttiin ovat negatiivisia. Munan painon voimakas positiivinen korrelaatio g/p-tuotokseen vaikuttaa melko lupaavalta. Kun samalla kpl-tuotoksen ja g/p-tuotoksen välinen yhteys on vielä suurempi, voidaan tämän mitan suhteen suoritettavalla valinnalla päästä edulliseen tulokseen.

Munan ja kanan painon välinen yhteys on voimakas, 0.43. Sukukypsyysikään, kpl-tuotokseen ja muninta-~~s~~:iin kanan painon yhteys on melko lievä. Munan painon ja kpl-tuotoksen välinen negatiivinen yhteys on hyvin vähäinen.

Sekä fenotyyppisistä että perinnöllisistä korrelaatioista kappaletuotoksen ja munintaprosentin väliset ovat suuria, kuten odottaa sopiikin.

Kuten liitteestä D voidaan todeta, poikkeavat eri vuosien keskiarvot toisistaan, vaikutuksen suuntakin on eri vuosina erilainen. Eri vuosien arvioitten poikkeavuus toisistaan testattiin varianssianalyysillä sekä fenotyyppistä (taulukko 24) että perinnöllistä (taulukko 25) arvioista. Fenotyyppiset arviot eivät kuitenkaan poikenneet toisistaan, perinnöllisistä arvioista vuosien väliset erot olivat merkitseviä korrelaatioissa kanan paino x sukuk.ikä sekä munan paino x kpl-tuotos.

Eri kanaloiden ominaisuuksien välisten fenotyyppisten ja perinnöllisten korrelaatioiden erojen merkitsevyyden testauksen tulokset ovat taulukoissa 26 ja 27. Analyysit on laskettu kanaloiden välisesti ja vuosien sisäisesti. Fenotyyppisissä korrelaatioissa on merkitseviä eroja lähinnä vuorosuhteissa, joissa toisena ominaisuutena ovat munan ja kanan paino. Voimakkaimmin poikkeavat kanalat munan painon

Taulukko 24. Varianssianalyysi vuosien välisistä eroista ominaisuuksien välisissä fenotyyppisissä korrelaatioissa. Merkitsevyydet: -

korrelaatio	vap.	keskineliö	% kokon.	F
muunt. syy	ast.		muunt.	
munan paino x kanan paino				
vuosi	3	0.029479	14.2	2.51
virhe	33	0.011726	85.8	
" x sukuk.ikä				
vuosi	3	0.003230	--	0.48
virhe	39	0.006673	100.0	
" x kpl-tuotos				
vuosi	3	0.005701	--	0.51
virhe	39	0.011155	100.0	
" x muninta-%				
vuosi	3	0.010172	1.6	1.17
virhe	39	0.008691	98.4	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.001968	--	1.18
virhe	39	0.011045	100.0	
kanan paino x sukuk.ikä				
vuosi	3	0.001623	--	0.33
virhe	33	0.004874	100.0	
" x kpl-tuotos				
vuosi	3	0.009098	0.1	1.01
virhe	33	0.009005	99.9	
" x muninta-%				
vuosi	3	0.006704	--	0.72
virhe	33	0.009313	100.0	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.016864	16.3	2.79
virhe	33	0.006049	83.7	
sukuk.ikä x kpl-tuotos				
vuosi	3	0.020484	11.9	2.45
virhe	39	0.008348	88.1	
" x muninta-%				
vuosi	3	0.005894	--	0.42
virhe	39	0.013928	100.0	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.003320	--	0.21
virhe	39	0.015892	100.0	
kpl-tuotos x muninta-%				
vuosi	3	0.009603	1.0	1.11
virhe	39	0.008628	99.0	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.009161	0.6	1.06
virhe	39	0.008641	99.4	
muninta-% x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.007596	5.3	1.60
virhe	39	0.004761	94.7	

Taulukko 25 . Varianssianalyysi vuosien välisistä eroista ominaisuuksien välisissä perinnöllisissä korrelaatioissa.

korrelaatio muunt. syy	vap. ast.	keskineliö	%kokon. muunt.	F
munan paino x kanan paino				
vuosi	3	0.144665	--	0.94
virhe	30	0.153606	100.0	
" x sukuk.ikä				
vuosi	3	0.101022	--	0.98
virhe	28	0.102871	100.0	
" x kpl-tuotos				
vuosi	3	0.874278	20.8	3.23 ^x
virhe	30	0.270666	79.2	
" x muninta-%				
vuosi	3	0.633468	16.6	2.84
virhe	33	0.222802	83.4	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.196093	14.2	2.49
virhe	32	0.078787	85.8	
kanan paino x sukuk.ikä				
vuosi	3	0.939877	53.6	8.49 ^{xxx}
virhe	23	0.110690	46.4	
" x kpl-tuotos				
vuosi	3	0.132051	--	0.32
virhe	25	0.419732	100.0	
" x muninta-%				
vuosi	3	0.297836	6.5	1.54
virhe	27	0.193898	93.5	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.465693	13.3	2.11
virhe	25	0.220682	86.7	
sukuk.ikä x kpl-tuotos				
vuosi	3	0.129795	--	0.52
virhe	25	0.249436	100.0	
" x muninta-%				
vuosi	3	0.252540	4.0	1.29
virhe	24	0.195908	96.0	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.052675	--	0.35
virhe	28	0.150275	100.0	
kpl-tuotos x muninta-%				
vuosi	3	0.064315	3.9	1.26
virhe	22	0.050892	96.1	
" x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.592173	6.1	1.56
virhe	31	0.379741	93.9	
muninta-% x g/p-tuotos				
vuosi	3	0.107301	0.8	1.06
virhe	31	0.100805	99.3	

xxx = P<0.001, x = P<0.05

Taulukko 26. Varianssianalyysi kanaloitten välisistä eroista ominaisuuksien välisissä fenotyyppisissä korrelaatioissa.

korrelaatio		vap.	keskineliö	% kokon.	F
muunt. syy		ast		muunt.	
munan paino	x kanan paino				
	kanala	9	0.008777	--	0.58
"	virhe	26	0.015233	100.0	
	x sukuk.ikä				
"	kanala	10	0.013939	38.2	3.42 ^{xx}
	virhe	32	0.004079	61.8	
"	x kpl-tuotos				
	kanala	10	0.016794	18.6	1.89
"	virhe	32	0.008881	81.4	
	x muninta-%				
"	kanala	10	0.018084	34.6	3.07 ^{xx}
	virhe	32	0.005894	65.4	
"	x g/p-tuotos				
	kanala	10	0.027882	54.4	5.65 ^{xxx}
"	virhe	32	0.004933	45.65	
	kanan paino	x sukuk.ikä			
kanala		9	0.008063	26.6	2.30 ^x
"	virhe	26	0.003504	73.4	
	x kpl-tuotos				
"	kanala	9	0.016904	30.8	2.60 ^x
	virhe	26	0.006512	69.2	
"	x muninta-%				
	kanala	9	0.022371	50.3	4.63 ^{xx}
"	virhe	26	0.004827	49.7	
	x g/p-tuotos				
"	kanala	9	0.007817	3.7	1.14
	virhe	26	0.006877	96.3	
sukuk.ikä	x kpl-tuotos				
	kanala	10	0.012903	13.3	1.60
"	virhe	32	0.008063	86.7	
	x muninta-%				
"	kanala	10	0.011277	--	0.81
	virhe	32	0.014003	100.0	
"	x g/p-tuotos				
	kanala	10	0.016041	2.3	1.09
"	virhe	32	0.014667	97.7	
	x muninta-%				
kpl-tuotos	kanala	10	0.014726	22.9	2.16 ^x
	virhe	32	0.006825	77.1	
"	x g/p-tuotos				
	kanala	10	0.014460	22.0	2.10
"	virhe	32	0.006872	78.0	
	x g/p-tuotos				
muninta-%	kanala	10	0.010339	35.5	3.15 ^{xx}
	virhe	32	0.003283	64.5	

Taulukko 27. Varianssianalyysi kanaloitten välisistä eroista ominaisuuksien välisissä perinnöllisissä korrelaatioissa.

korrelaatio		vap.	keskineliö	% kokon.	F
muunt. syy		ast.		muunt.	
munan paino x	kanan paino				
	kanala	9	0.079499	--	0.44
	virhe	23	0.181460	100.0	
" x	sukuk.ikä				
	kanala	8	0.168123	28.0	2.30
	virhe	21	0.073235	72.0	
" x	kpl-tuotos				
	kanala	10	0.229113	--	0.62
	virhe	23	0.367465	100.0	
" x	muninta-%				
	kanala	9	0.146523	--	0.52
	virhe	26	0.284039	100.0	
" x	g/p-tuotos				
	kanala	10	0.087066	--	0.97
	virhe	25	0.089552	100.0	
kanan paino x	sukuk.ikä				
	kanala	6	0.067021	--	0.28
	virhe	16	0.243874	100.0	
" x	kpl-tuotos				
	kanala	7	0.666832	30.0	2.39
	virhe	18	0.279303	70.0	
" x	muninta-%				
	kanala	7	0.270939	22.9	2.04
	virhe	20	0.133105	77.1	
" x	g/p-tuotos				
	kanala	8	0.113589	--	0.37
	virhe	19	0.306578	100.0	
sukuk.ikä x	kpl-tuotos				
	kanala	9	0.493402	57.9	4.81 ^{xx}
	virhe	18	0.102631	42.1	
" x	muninta-%				
	kanala	8	0.331316	33.8	2.46
	virhe	17	0.134642	66.2	
" x	g/p-tuotos				
	kanala	10	0.101698	--	0.64
	virhe	21	0.159465	100.0	
kpl-tuotos x	muninta-%				
	kanala	8	0.047841	--	0.85
	virhe	16	0.056171	100.0	
" x	g/p-tuotos				
	kanala	9	0.435649	11.5	1.44
	virhe	24	0.302801	88.5	
muninta-% x	g/p-tuotos				
	kanala	9	0.221218	45.4	3.81 ^{xx}
	virhe	24	0.058022	54.6	

ja g/p-tuotoksen välisen korrelaation suhteen.

Perinnölliset korrelaatiot poikkeavat toisistaan ainoastaan sukukypsyysiän ja kpl-tuotoksen välisen korrelaation sekä munintaprosentin ja g/p-tuotoksen välisen korrelaation suhteen.

6. Haudonnan vaikutuksen poisto

Tutkimusaineisto II korjattiin kahdella eri korjausmenetelmällä haudontaerän vaikutuksen poistamiseksi. Korjausmenetelmät on esitetty sivuilla 30 - 32 sekä haudontaerän vaikutus määriteltä sivulla 53. Käsittelyt suoritettiin vuosittain ja kanaloittain.

Regressiokorjausta varten suoritettujen analyysien osoittamien korjauskertoimien eri ominaisuuksien vuosittaiset sekä koko aineiston keskiarvot ovat taulukossa 28. Korjauskertoimet ovat askeltavan regressioanalyysin regressiokertoimia ja ilmoittavat siten riippuvan eli korjattavan muuttujan muutoksen yhtä riippumattoman muuttujan yksikköä kohti muiden yhtälön muuttujien pysyessä muuttumattomana.

Eri vuosien keskiarvoista voidaan todeta, että riippumattomien muuttujien vaikutussuunta on pysynyt vuodesta toiseen kussakin ominaisuudessa samana, vaikutuksen määrä on sen sijaan vaihdellut melkoisesti.

Yksityisistä ominaisuuksista voidaan esimerkkinä todeta, että haudonta-ajan siirtyessä myöhäisemmäksi munan paino pyrkii alenemaan käytetyllä tarkkailumentelmällä, eli että määritettävissä koko lauman munan paino samalla kertaa, ei se myöhään syntyneillä ole ehtinyt kehittyä yhtä suureksi kuin muilla.

Mikäli haudontaerä yksilöillä oli sama, mutta munintakausi I oli eri pituinen, oli myöhään aloittaneilla suurempi munan paino kuin aikaisemmin aloittaneilla.

Taulukko 28. Regressiokorjauksessa käytettyjen korjauskertoimien vuosittaiset keskiarvot eri ominaisuuksissa. Aineisto II.

Y korjattava ominaisuus	vuosi	b_{YX_i}				lkm
		x_1 haud. aika	x_2 muninta kausi 1	x_3 muninta kausi 2	x_4 kanan ikä	
munan paino g/päivä	67	-0.015	-0.033	-0.008	0.029	5194
	68	-0.037	-0.027	0.012	0.007	7508
	69	-0.048	-0.015	0.010	0.017	6033
	70	-0.001	-0.020	0.006	0.033	7057
	\bar{x}	-0.025	-0.023	0.005	0.21	25792
kanan paino hg/päivä	67	-0.007	-0.012	0.008	0.004	4741
	68	0.016	-0.005	0.020	0.031	6123
	69	-0.002	-0.009	0.010	0.015	3136
	70	0.019	0.000	0.031	0.003	5235
	\bar{x}	0.008	-0.006	0.002	0.014	19235
kpl-tuotos kpl-päivä	67	0.000	0.720	0.799	0.043	7038
	68	-0.001	0.740	0.850	0.025	8168
	69	0.240	0.781	0.646	0.169	6326
	70	0.020	0.971	0.985	0.220	7312
	\bar{x}	0.057	0.803	0.827	0.110	28844

Mikäli haudontaerä siirtyi kuukauden myöhäisemmäksi, merkitsi se munan painossa laskua 0.75 grammaa, kanan painossa nousua 0.24 hg ja kappaletuotoksessa suurenemista keskimäärin 1.7 kpl. Mikäli kana taas oli munan ja kanan painon määrittysketkellä kuukautta vanhempi, eli munintakausi 1 oli kuukauden pidempi, olivat vastaavat muutokset 0.69 g, 0.18 hg sekä 24.1 kpl korjattavissa ominaisuuksissa.

Käytettyjen kahden haudontaerän vaikutuksen poistomenetelmän tehokkuutta verrattiin toisiinsa seuraamalla menetelmän soveltamisen vaikutusta ominaisuuksien periytymisasiin. Tulokset ovat taulukossa 29. Tulokset ovat luonnollisesti vain niistä kanaloista, joissa haudontaerällä todettiin olevan vaikutusta korjattavaan ominaisuuteen. Sarakkeen A luvut ovat linjojen ja haudontaerien sisäisiä kanaloittaisia keskiarvoja. Niissä haudontaerän vaikutus on siten poistettu käyttämällä sitä hierärkkisena tasona. Näitä arvoja käytetään vertailussa perusarvoina.

Sarakkeissa B ja C olevat kanaloittaiset keskiarvot on laskettu linjojen sisäisesti. Sarakkeessa B oleva arvio on laskettu ominaisuuksien regressiokorjatuista arvoista ja sarakkeen C luvut poikkeamakorjatuista arvoista.

Mikäli sarakkeen B tai C arvio poikkeaa sarakkeen A arviosta positiiviseen suuntaan, on käytetty korjausmenetelmä lisännyt isien välisiin varianssiosuuksiin harhaa suurentaen siten heritabiliteettia. Mikäli arvio on puolestaan sarakkeen A arviota pienempi, on osa isien välistä varianssia siirtynyt virhevarianssiin pienentäen estimaattia tai korjausmenetelmä on poistanut isien välisiä eroja.

Tulokset eivät ole ominaisuuksissa yhdenmukaisia. Munan painossa ja kpl-tuotoksessa poikkeamakorjatusta aineistosta on saatu samat arviot kuin perusaineistostakin, mutta muissa ominaisuuksissa, paitsi kanan painossa, menetelmä on pienentänyt isien välisiä eroja. Kanan painossa molemmat korjausmenetelmät ovat antaneet saman tuloksen. Tulosten perusteella ei voitane asettaa kumpaakaan menetelmää etusijalle kaikissa ominaisuuksissa, vaan on perusteltua käyttää eri menetelmiä eri ominaisuuksissa.

Taulukko 29. Korjausmenetelmän vaikutus ominaisuuksien pe-
riytymisasteitten arvioihin. Laskelmassa mu-
kana ne kanalat ja vuodet, joissa haudontaerän
vaikutus ominaisuuteen on ollut merkitsevä.

A = linjojen ja haudontaerien sisäisesti
B = regressiokorjattu aineisto, linjojen sis.
C = poikkeamakorjattu aineisto, linjojen sis.

ominaisuus	kanala	A	B	C
munan paino	1	0.29	0.32	0.28
	6	0.48	0.53	0.53
	9	0.74	0.34	0.32
	11	0.22	0.23	0.76
	12	0.67	0.70	0.48
	13	0.69	0.77	0.77
	18	0.66	0.52	0.54
	\bar{x}	0.53	0.59	0.53
	kanan paino	5	0.16	0.28
6		0.65	0.61	0.73
9		0.78	1.00	0.75
13		0.33	0.46	0.51
18		0.78	0.81	0.67
\bar{x}		0.52	0.61	0.60
sukuk.ikä	1	0.21	0.58	0.22
	2	0.09	0.51	0.01
	3	0.57	0.56	0.63
	5	0.35	0.21	0.25
	6	0.45	0.42	0.41
	11	0.31	0.18	0.17
	12	0.45	0.38	0.42
	13	0.29	0.32	0.17
	17	0.00	0.58	0.00
	18	0.10	0.08	0.07
	\bar{x}	0.26	0.34	0.19
	kpl-tuotos	3	0.28	0.18
5		0.39	0.38	0.41
6		0.21	0.32	0.20
11		0.02	0.06	0.07
13		0.02	0.46	0.13
17		0.11	0.12	0.10
18		0.45	0.92	0.00
\bar{x}		0.18	0.26	0.18
muninta-%	2	0.23	0.22	0.36
	3	0.40	0.15	0.13
	6	0.13	0.32	0.12
	18	0.42	0.92	0.02
	\bar{x}	0.23	0.30	0.17
g/p-tuotos	6	0.22	0.36	0.21
	11	0.23	0.26	0.27
	18	0.32	0.37	0.21
	\bar{x}	0.26	0.36	0.21

7. Ominaisuuksien varianssit sekä ominaisuuksien väliset kovarianssit

Ominaisuuksien kokonaisvarianssi- ja kovarianssikomponenttien keskiarvot sekä vastaavat perinnöllisten komponenttien keskiarvot ovat taulukossa 30. Komponentit on laskettu hierarkkisesta mallista kanaloittain linjojen sisäisesti, mikäli haudontaerällä ei oltu todettu merkitsevää vaikutusta kyseiseen ominaisuuteen tai ominaisuuksien yhdistelmään. Mikäli vaikutus oli todettu merkitseväksi, laskettiin komponentti linjojen ja haudontaerien sisäisesti. Taulukossa 18 (varianssien osalta) ja taulukossa 22 (kovarianssien osalta) on esitetty kanalat, joissa mainittu vaikutus oli voitu todeta.

Taulukon 30 perinnölliset komponentit on saatu kertomalla isäkomponentti neljällä.

Selvitettäessä eri komponenttien jakautumaa voitiin todeta, että kunkin kohdalla oli muutama muista voimakkaasti poikkeava arvio. Näiden vaikutuksen poistamiseksi jätettiin keskiarvoja laskettaessa ottamatta huomioon kunkin ominaisuuden pienin ja suurin komponentin arvio. Arvioiden hajonnoista voidaan päätellä, että eräissä kovariansseissa on vaihtelu ollut voimakasta. Tällaisia ovat esimerkiksi munan painon ja kpl-tuotoksen, sukukypsyysikä ja muninta-ikä sekä sukukypsyysikä ja g/p-tuotoksen väliset kovarianssit. Näissä hajonta ylittää useampikertaisesti arvion.

8. Ominaisuuksien taloudelliset painot

Ominaisuuksien taloudellisten painojen laskemisessa on katetuottolaskelmien peruarvoina käytetty seuraavia oletuksia, jotka ovat osittain arvioituja, osittain marraskuussa -74 voimassa olleita hintoja:

Taulukko 30. Fenotyyppisten ja genettisten (= isäkomponentti x 4) varianssien ja kovarianssiën keskiarvot ja hajonnat. Ennen keskiarvojen laskua on suurin ja pienin komponentti poistettu.

Ominaisuudet 1 munan paino
 2 kanan paino
 3 sukukypsyysikä
 4 kpl-tuotos
 5 muninta-%
 6 g/p-tuotos

ominai- suus tai ominaisuus- det	fenotyyppinen komponentti		genettinen komponentti		havainto- jen luku- määrä
	keskiarvo	hajonta	keskiarvo	hajonta	
11	12.9024	3.1264	8.5936	4.6316	41
12	0.2607	0.1083	0.2550	0.2166	35
13	5.2837	4.8472	5.2195	9.3191	41
14	1.3693	14.4651	1.1726	18.1248	41
15	-2.8293	4.8601	-1.6800	5.9644	41
16	7.7830	2.6182	5.3739	3.9723	41
2	0.0473	0.0132	0.0268	0.0162	35
23	0.1987	0.4116	0.0744	0.5250	35
24	0.7283	0.9297	0.3703	0.8587	35
25	0.1771	0.3934	0.0680	0.2488	34
26	0.2433	0.1294	0.1880	0.2113	35
3	219.4100	177.1720	97.9206	169.8752	41
34	-145.7390	108.3213	-74.3181	182.3612	41
34	-12.3195	27.0384	-11.9880	39.9000	41
36	-8.3317	89.1558	2.7600	10.9629	41
4	1588.9366	658.8558	334.1131	335.3077	41
45	371.0976	137.5570	75.6097	78.5330	41
46	201.6122	77.9472	37.9902	39.5906	41
5	124.6341	55.1778	25.6585	30.3839	41
56	64.0780	27.9408	11.2292	11.2795	41
6	43.5049	16.2319	11.5805	11.6461	41

keskimääräinen kpl-tuotos tuotantovuodessa		240 kpl
" munan paino		58 g
" kanan paino		1.95 kg
tuotantorehun kulutus		1 kg/kg
elatusrehun kulutus, kana	1.5 kg	20 kg/v
"	1.95 kg	25 "
"	2.5 kg	29 "
kanojen nuorikkohinta	(21.11.1974)	16 mk
kanojen teurashinta	"	1.5 mk/kg
munien tuottajahinta	"	4.48 "
rehun hinta	"	1.10 "

Rehun kulutuksen osalta tiedot on antanut KIISKINEN (1974), muut tiedot lehdistötietoja.

Kuten voidaan ylläolevasta todeta, on kpl-tuotoksen ja munan painon osalta käytetty taloudellisissa laskelmissa tutkimuksessa aikaisemmin laskettuja keskiarvoja suurempia tuloksia osin siksi, että tuotantokausi käytännön kanataloudessa kestää pidemmän aikaa kuin käytännön kanatarkkailussa oleva 10 - 11 kuukautta. Jalostustyön tulee tähdätä luonnollisesti käytännön oloja vastaavaan tuotokseen ja ominaisuuksien painotukseen. Toinen syy suurempien keskiarvojen käyttämiselle on se, että jalostustyö on ilmeisesti muuttanut nykyisen materiaalin keskiarvoja kuluneiden vuosien aikana siitä tasosta, mikä vallitsi mainittujen tulosten saavuttamisen aikaan.

Sukukypsyydelle ei ole laskettu taloudellista painoa siksi, ettei se varsinaisesti omaa sellaista, sen vaikutus tulee epäsuorasti esille mm. kpl-tuotoksen kautta. Näin on varsinkin silloin, kun tuotos lasketaan määrättyyn ikään mennessä tuotettuna kpl-määränä. Suuremman kanan poikaskasvatuksen suuremmat kustannukset on otettu huomioon nuorikkohinnassa.

Muninta-%:lle ja g/p-tuotokselle on laskettu myös taloudelliset merkitykset, vaikka niitä ei tulla indekseissä käyttämään. Laskelmien avulla niiden merkitystä voidaan kuitenkin verrata kpl-tuotokseen ja munan painoon. Periaatteessa niille ei muiden ominaisuuksien kanssa vertailukelpoista arvoa voida laskea. Tämän tekeminenhän edellyttäisi esim. muninta-%:n painoa laskettaessa kpl-tuotoksen ja munintapäivien luvun pitämistä muuttumattomina eri tuotostasoilla.

Laskelmien perustana on katetuottolaskelma kahdella kunkin ominaisuuden eri tuotostasolla, jolloin voidaan laskea ominaisuuden yhden yksikön muutoksen vaikutus katetuottoon. Tätä taloudellisen tuotoksen muutoksen arvoa on käytetty indekseissä ominaisuuden taloudellisena painona. Taloudelliset painot on esitetty taulukossa 30. Painojen taloudelliset laskelmat ovat liitteessä E .

Taulukko 30. Ominaisuuksien taloudelliset painot. Arvojen pohjana olevat katetuottolaskelmat ovat liitteessä E. Arvot ilmoittavat yhden yksikön nousun taloudellisen vaikutuksen.

ominaisuus	taloudellinen paino (mk)
munan paino, g	0.81
kanan paino, 100 g	- 1.04
sukukypsyyssikä, p	0.00
kpl-tuotos, kpl	0.20
munintaprosentti, %	0.71
g/p-tuotos, g/p	2.64

9. Indeksien laatiminen

Vaihtoehtoisten indeksien edullisuuden selvittämiseksi laadittiin taulukossa 31 esitetyt 15 indeksiä. Liitteessä F on esitetty eri indeksien laadinnassa käytetyt matriisit. Kuten taulukosta voidaan todeta, on kaikissa kokonaisgenotyyppi muodostunut neljästä ominaisuudesta. Syynä siihen, ettei kaikkia kuutta ole otettu tähän mukaan on se, että kpl-tuotos ja munan paino on korjattu vastaamaan yhtä pitkä

Taulukko 31. Tutkittujen indeksien kokonaisgenotyyppien ominaisuudet sekä indeksien muuttujat.

indeksi	kokonaissgenotyyppin ominaisuudet				indeksin muuttujat					
	munan paino	kanan paino	sukuk. ikä	kpl tuot.	munan paino	kanan paino	sukuk. ikä	kpl tuot. %	g/p-tuotos	
1	kaikki ominaisuudet				X	X	X	X	X	X
2	"				X	X	X	X		
3	"				X	raj	X	X		
4	"				X	X	raj	X		
5	"				X	raj	raj	X		
6	"				X	X	X		X	
7	"				X	raj	X		X	
8	"				X	X	raj		X	
9	"				X	raj	raj		X	
10	"					X	X			X
11	"					raj	X			X
12	"					X	raj			X
13	"					raj	raj			X
14	"								X	
15	"									X

X = ominaisuus on indeksissä muuttujana

raj = indeksivalinnan aiheuttama muutos

ominaisuudessa on rajoitettu

Taulukko 32. Indeksien ja niiden muuttujien suhteelliset taloudelliset merkitykset sekä indekseillä saatava suhteellinen geneettinen edistyminen.

indeksi	indeksin muuttujan suhteellinen taloudellinen merkitys						indeksillä saatava suhteellinen perinnöllinen edistyminen		
	munan paino	kanan paino	sukuk. ikä	kpl-tuotos	mun. %	g/p-tuotos			r_{PI}
1	13.9	3.5	3.0	6.1	0.9	1.1	100.0	--	0.54
2	23.5	3.3	2.6	25.7			98.9	100.0	0.53
3	20.5	26.0	2.2	24.2			89.8	90.9	0.49
4	29.3	3.8	0.9	25.5			94.6	95.7	0.51
5	25.4	35.4	1.8	25.1			85.5	86.5	0.46
6	31.1	3.3	7.3		19.7		92.8	93.9	0.50
7	27.1	28.8	6.6		18.5		84.0	85.0	0.45
8	40.0	3.9	3.8		19.4		87.6	88.7	0.47
9	35.0	41.4	2.1		18.4		78.8	79.7	0.43
10		0.5	5.6			40.4	75.6	76.5	0.41
11		27.2	5.1			37.1	69.5	70.2	0.38
12		0.7	23.9			69.2	71.4	72.3	0.39
13		65.6	65.6			65.6	65.6	66.3	0.35
14					53.2		53.2	53.9	0.29
15						69.1	69.1	69.9	0.37

tutotantokautta ja siten ei munintaprosentin eikä g/p-tuotoksen pitäisi antaa lisäinformaatiota yksilön genotyyppistä.

Indeksejä 6 - 9 on verrattu indekseihin 2 - 5, jolloin on voitu saada selville, onko munintaprosentti edullisempi indeksin muuttujana kuin kpl-tuotos. Vastaava vertailu suoritettiin indeksien 10 - 13 ja indeksien 2 - 5 välillä, jollion voitiin todeta korvaako g/p-tuotos munan painon ja kappaletuotoksen indeksin muuttujana.

Taulukossa 32 ovat sekä indeksien sekä eri indekseissä eri muuttujien suhteelliset taloudelliset merkitykset. Muuttujien suhteellinen merkitys ilmoittaa geneettisen edistymisen vähennyksen, mikäli asianomainen muuttuja poistetaan indeksistä. Tätä selventää seuraava esimerkki. Mikäli indeksistä 3 poistetaan muuttuja "munan paino", jolla on indeksiin suhteellinen merkitys 20.5 %, vähenee indeksin käytöllä saatava suhteellinen edistyminen arvoon $89.8 - 20.5 = 69.3$ %:iin edistymisestä, joka saavutetaan indeksin 1 käytöllä.

Mikäli indeksin muuttujina käytetään kokonaisgenotyyppin ominaisuuksia, päästään miltei samaan geneettiseen edistymiseen, kuin lisättäessä indeksin muuttujiin muninta-% ja g/p-tuotos. Ero indeksien suhteellisessa tehokkuudessa on vain 1 %. Mikäli ominaisuuksille asetetaan rajoituksia niiden muuttumisen suhteen, vähenee luonnollisesti indeksien tehokkuus. Rajoituksesta aiheutuva edistymisen heikkeneminen on nähtävissä suoraan r_{TI} :n arvoista. Koska sukukypsyyksiän taloudellinen paino on asetettu nolllaksi, ei sen rajoittaminen vähennä edistymistä niin paljoa kuin kanan painon suhteen tehty rajoitus.

Taulukossa 33 ovat kokonaisgenotyyppien sekä indeksien hajonnat ja varianssit ja taulukossa 34 indeksien muuttujien kertoimet.

Taulukko 33. Kokonaisgenotyyppin ja indeksin varianssit ja hajonnat.

indeksi	kokonaisgenotyyppin		indeksin	
	varianssi	hajonta ^{x)}	varianssi	hajonta
1	16.44	4.06	4.82	2.19
2	16.44	4.06	4.71	2.17
3	19.38	4.40	4.58	2.14
4	16.44	4.06	4.31	2.08
5	19.38	4.40	4.15	2.04
6	16.44	4.06	4.15	2.04
7	19.38	4.40	4.01	2.00
8	16.44	4.06	3.70	1.92
9	19.38	4.40	3.52	1.88
10	16.44	4.06	2.75	1.66
11	19.38	4.40	2.74	1.65
12	16.44	4.06	2.46	1.57
13	19.38	4.40	2.44	1.56
14	16.44	4.06	1.37	1.17
15	16.44	4.06	2.30	1.52

x) ilmaisee markkoina indeksin yhden hajonnan yksikön valintaerolla saatutettavan perinnöllisen taloudellisen edistymisen.

Taulukko 34. Indeksien muuttujien kertoimet.

indeksi	kerroin					
	munan paino	kanan paino	sukuk. ikä	kpl tuott.	%	g/p
1	0.545	-2.849	-0.039	0.037	0.095	-0.170
2	0.417	-2.696	-0.034	0.038		
3	0.390	-4.145	-0.033	0.038		
4	0.441	-2.847	-0.007	0.037		
5	0.412	-4.470	0.010	0.037		
6	0.453	-2.653	-0.054		0.113	
7	0.425	-4.181	-0.053		0.113	
8	0.477	-2.799	-0.010		0.109	
9	0.447	-4.509	-0.007		13.704	
10		-0.949	-0.043			0.227
11		-1.467	-0.042			0.226
12		-1.040	-0.006			0.240
13		-1.657	-0.005			0.238
14					0.105	
15						0.230

10. Indeksien vaikutus ominaisuuksiin

Eri indeksien käytön vaikutusta kokonaisgenotyyppin ominaisuuksiin on esitetty taulukossa 35. Indeksit 1 ja 2 ovat vaikutuksiltaan hyvin lähellä toisiaan. Ainoastaan suhteessaan sukukypsyyssikään ne eroavat hieman toisistaan. Indeksillä 1 alentaa sukukypsyyttä voimakkaammin kuin indeksi 2. Molempien indeksien kohdalla saavutettava taloudellinen hyöty jakaantuu melko tasoin munan painon ja kpl-tuotoksen suurenemisen kesken. Kuitenkin huomattavaa näissä sekä muissakin indekseissä, joissa kanan painoa ei ole rajoitettu, on se, että kanan paino pyrkii indeksejä käytettäessä suurenemaan. Tämä tapahtuu siitä huolimatta, että kanan toivottava paino on pieni, siis sen taloudellinen painokerroin on etumerkiltään negatiivinen. Kanan painon suurenemisen aiheuttama lisäkustannus tulee siten korvattua samanaikaisesti suurenevilla munan painolla ja kpl-tuotoksella. Indeksillä, jossa kanan paino on yksinään rajoitettu (indeksi 3) antaa 90.9 % siitä taloudellisesta hyödystä, mikä saadaan annettaessa kanan painon muuttua vapaasti.

Sukukypsyyksiällä on taipumus vähentyä kaikkia muita indeksejä paitsi numeroa 15 käytettäessä. Lisäksi indekseissä 4 ja 5, joissa se on rajoitettuna ominaisuutena, se ei muutu.

Vertailtaessa indeksejä 6 - 9 indekseihin 2 - 5 voidaan todeta, ettei munintaprosentin käytöllä kpl-tuotoksen sijasta ole päästy parempaan tulokseen. Samoin g/p-tuotoksen käyttö indeksin muuttujana munan painon ja kpl-tuotoksen asemesta on antanut huonomman tuloksen kuin alkuperäisten arvojen käyttö.

Indeksit 14 ja 15 poikkeavat muodostamistavaltaan muista, niissä on kummassakin vain yksi muuttuja. Käytettäessä indeksillä 14, jossa muuttujana on muninta-%, munan paino las-

Taulukko 35. Eri indeksien vaikutus kokonaisten ominaisuuksiin sekä saavutettavan taloudellisen edistymisen jakautuminen eri ominaisuuksille.

indeksi	b omin x indeksi regressiokerroin			r omin x indeksi korrelaatio			taloud. edistymisen jakautuminen ominaisuuksille				
	munan paino	kanan paino	sukuk. ikä	munan paino	kanan paino	sukuk. ikä	tuott. paino	munan paino	kanan paino	sukuk. ikä	kpl tuott.
1	0.57	0.01	-1.15	0.42	0.13	-0.26	0.39	45.8	-10.3	0.0	64.5
2	0.59	0.01	-0.90	0.43	0.13	-0.20	0.37	47.5	-10.1	0.0	62.6
3	0.47	0.0	-0.95	0.35	0.0	-0.21	0.36	38.3	0.0	0.0	61.7
4	0.73	0.01	0.0	0.52	0.15	0.0	0.30	59.1	-12.2	0.0	53.0
5	0.60	0.0	0.0	0.42	0.0	0.0	0.29	48.8	0.0	0.0	51.2
6	0.66	0.01	-1.08	0.46	0.14	-0.22	0.33	53.5	-12.0	0.0	58.5
7	0.53	0.0	-1.16	0.36	0.0	-0.24	0.31	42.8	0.0	0.0	57.2
8	0.85	0.11	0.0	0.56	0.17	0.0	0.24	69.1	-15.0	0.0	46.0
9	0.70	0.0	0.0	0.45	0.0	0.0	0.22	56.8	0.0	0.0	43.2
10	0.28	0.01	-1.31	0.16	0.05	-0.22	0.38	22.2	-5.3	0.0	83.1
11	0.23	0.0	-1.33	0.13	0.0	-0.22	0.37	18.3	0.0	0.0	81.7
12	0.40	0.01	0.0	0.22	0.07	0.0	0.32	32.6	-7.1	0.0	74.4
13	0.34	0.0	0.0	0.18	0.0	0.0	0.31	27.5	0.0	0.0	72.5
14	-0.13	0.01	-0.92	5.79	-0.05	0.04	-0.11	-10.4	-5.4	0.0	115.8
15	0.54	0.02	0.28	3.80	0.28	0.17	0.04	43.5	-19.6	0.0	76.0

Taulukko 36. Nykyisen g/p-tuotoksen perusteella suoritettavan valinnan ja eri indeksien perusteella suoritettun valinnan tehokkuuden vertailu.
G/p-tuotos-menetelmän suhteellinen tehokkuus = 100 (=indeksi 15).

indeksi	indeksin käytöllä saatava suhteellinen tehokkuus
---------	---

1	145
2	143
3	130
4	137
5	124
6	134
7	122
8	127
9	114
10	109
11	101
12	104
13	95
14	78
15	100

kee. Ainoa ominaisuus, jossa tätä indeksiä käytettäessä saavutetaan parannusta, on kpl-tuotos, mikä onkin luonnollista. Indeksi 15 kasvattaa puolestaan sekä munan painoa että kpl-tuotosta. Kanan paino nousee jonkin verran sekä sukukypsyysikässä tapahtuu muutosta suurempaan.

11. Indeksien ja nykyisen valintamenetelmän vertailu

Taulukossa 36 on verrattu nykyisen g/p-tuotoksen perusteella suoritettua valintaa laadittujen indeksien perusteella suoritettavaan valintaan. Nykyisen menetelmän tehoa on merkitty suhdeluvulla 100. Suhdeluvuista voidaan päätellä, että tehokkaimman indeksin käyttöönotto lisää valinnan tehokkuutta peräti 45 %:lla. Indeksien 2 käytöllä saatava valinnan tehokkuuden lisäys on 43 %. Munintaprosenttiin perustuvan valinnan teho on puolestaan 78 % nykyisen menetelmän käytöllä saatavasta tehosta.

C Tulosten tarkastelu

Tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kanojen jälkeläisarvosteluissa esiintyvän muuntelun syitä. Lisäksi tarkoituksena oli etsiä menetelmiä, joilla yksityisten kanojen tuotoksissa esiintyvä virhemuuntelu voidaan poistaa häiritsemästä arvostelua. Tarkoituksena oli myös määrittää suomalaisesta kananjalostusmateriaalista sekä perinnölliset että fenotyyppiset tunnusluvut, joita käyttämällä laadittiin vaihtoehtoisia indeksejä. Niitä käyttämällä yksilöiden jalostusarvo voidaan määrittää nykyistä helpommin ja luotettavammin. Tavoitteena oli verrata laadittuja indeksejä toisiinsa sekä valita niistä käyttökelpoisin.

1. Ominaisuuksien keskiarvot

Tutkimusaineiston muodostivat puhtaslinjaiset kanat ja siten niiden tuotantokyky oli jokseenkin alhainen verrattuna kaupallisiin linjaristeytyksiin. Lisäksi eräitten ominaisuuksien, kuten munan painon, määrittäminen oli tehty aikaisella kehityssasteella ja siten niiden arvo on jäänyt alhaiseksi.

Ominaisuuksien taso on pysynyt melko tasaisena koko tutkimuskauden. Tämä johtunee siitä, että suoritettu valinta on ollut molemminpuolista jälleenvaikuttavaa valintaa, jolla ei sinänsä ole puhtaitten linjojen tuotantokykyä lisäävää vaikutusta. Kappaletuotoksen kohdalla on havaittavissa lievää laskua, joka johtunee lyhentyneestä tarkkailukaudesta. Laskuva suunta on havaittavissa myös munan painossa, joka johtunee mittauksen ajankohdan siirtämisestä aikaisemmaksi.

Ominaisuuksien jakautumien normaalisuus on tutkimuksessa testattu. Lähinnä normaalista jakautumaa ovat munan painon, ka-

nan painon ja g/p-tuotoksen jakautumat. Vaikka normaalisuuden testaus on osoittanut ominaisuuden jakautuman poikkeavan normaalista, on tutkimuksessa oletettu sen olevan normaalin ja siten tätä koskevia olettamuksia on sovellettu tutkittuihin ominaisuuksiin.

Ominaisuuksien keskiarvoista voitiin todeta, että kanalat poikkesivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi toisistaan kanan painon, kpl-tuotoksen ja munintaprosentin suhteen. Kanaloiden väliset erot olivat pienimmät munan painossa ja g/p-tuotoksessa. Tutkituissa ominaisuuksissa oli vuosien välillä eroja vain munan painossa.

2. Mahdollisuudet tuloksellisen jalostustyön tekemiseen

-Ulkoiset edellytykset

Jalostuskanalassa jalostustoimintaa haittaavista ulkoisista muuntelunsyistä tärkeimmät olivat haudonta-aika ja munintapäivien lukumäärä. Lisäksi sukukypsyyssikä siltä osin kuin sen voidaan katsoa olevan ulkoinen tekijä, aiheutti arvostelua häiritsevää muuntelua.

Haudontaerän vaikutus

Haudontaerän vaikutuksen todettiin olevan sukukypsyyssikään päinvastainen kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. UPP ja THOMPSON (1927), BYERLY ja KNOX (1946) ja ABPLANALP (1956) olivat todenneet viivästyneen haudonnan pidentäneen sukukypsyyssikää. Selvitettäessä syitä tähän poikkeavaan tulokseen todettiin sen johtuvan ainakin suurimmalta osaltaan sukukypsyyksiän mittauksen epätarkkuudesta. Aikaisin haudotetut poikaset olivat voineet olla jo munintansa aloittaneita silloin, kun tarkkailu alkaa ja ne saavat tällöin liian suuren sukukypsyyksiän arvon. Tutkimuksessa todettiin haudonta-ajan siirtymisen myöhäisemmäksi aiheuttavan kaikkien tutkittujen omi-

naisuuksien mittaustulosten lievää alenemistä. Tutkimuksen mukaan on ilmeistä, että ainakaan ilman munan painoon suoritettavaa korjausta ei eri haudontaerissä syntyneiden kanojen tuotoksia voida verrata toisiinsa.

Tutkittaessa munintapäivien luvun, haudontaerän ja sukukypsyyksiän suhteellisia vaikutuksia todettiin näistä tärkeimmäksi munintapäivien lukumäärä. Kahden muun tekijän mukaan otto ei lisännyt merkittävästi munintapäivien luvun yksinään selvittämää osuutta kpl-tuotoksen, muninta-%:n ja g/p-tuotoksen muunteluista. Munan ja kanan painoon vaikutti tekijöistä eniten haudontaerä. Sukukypsyyksiän merkitys oli miltei kaikkiin ominaisuuksiin näistä kolmesta vähäisin. Suurin sen vaikutus oli munan ja kanan painoon, mikä on aikaisempien tutkimusten mukaista (CALLENBACH 1934, LERNER 1946, HAYS 1951, 1952).

Karsinnan vaikutus

Mainituista kolmesta tekijästä eniten vaikuttanut munintapäivien lukumäärä on puolestaan riippuvainen muninnan aloitus- ja lopetusajasta eli karsinnasta. Muninnan aloitusajalla ei todettu olevan vaikutusta muninta-%:iin. G/p-tuotokseen sen vaikutus oli erittäin lievä. Tutkitut viisi ominaisuutta eivät pystyneet selittämään karsinnan syistä enempää kuin noin kymmenen prosenttia. Muninta-%:n ja g/p-tuotoksen todettiin olevan karsinnan vaikutuksesta melko riippumattomia mittoja. Syynä on se, että molemmat mitat ottavat huomioon tuotantokauden pituuden.

Karsinnan sinänsä todettiin tapahtuneen valittujen kriteerien perusteella tehokkaasti. Esimerkiksi munan paino oli karsimattomilla noin kymmenen prosenttia suurempi kuin karsituilla.

Virhemuuntelun eliminointi

Edellä esitettyjen muuntelunsyiden eliminointi tapahtuisi

käytännössä helpoimmin siirtymällä menettelyyn, jossa kaikki ne yksilöt, joiden kesken on suoritettava valintaa, haudotettaisiin saman aikaisesti. Tämän menetelmän edut ovat hyvin ilmeiset. Kuitenkin samalla aiheutuisi eräitä jalostusta hidastavia tekijöitä. Huolimatta kanojen suhteellisen suuresta jälkeläismäärästä olisi jalostuseläinten käyttö melko vähäistä. Olisi edullista geneettisen edistymisen takia ottaa huippuyksilöiltä niin paljon jälkeläisiä kuin suinkin on mahdollista. Yhdestä haudonnasta saadaan kuitenkin kanalta enintään vain 7 - 8 kanajälkeläistä. Kukulon saadaan ilman keinosiemennystä noin 100 - 120 kana- ja saman verran kukkopoikasista. Jalostustyön optimoinnin kannalta olisi edullista käyttää useampia haudontoja, jolloin sukupolvet olisivat osittain päällekkäin. Tämä edellyttää luonnollisesti ympäristötekijöiden mahdollisimman suurta yhdenmukaistamista eri haudontaerille.

Laskennalliset korjaukset

Mikäli haudontaerän vaikutusta ei saada eliminoitua jalostustyön suunnittelun yhteydessä ennaltaehkäisevästi edellämainituilla menetelmillä, joudutaan suorittamaan laskennallisia korjauksia. Tutkimuksessa käytettiin sekä verrattiin tehoon kahta menetelmää, suoraviivaiseen regressioon perustuvaa sekä laskemalla poikkeamat kunkin haudontaerän keskiarvosta. Menetelmistä on ensiksimmäinen käytännössä huomattavasti monimutkaisempi. Se edellyttää melko pitkälle vietyä analyysiä virhemuuntelua aiheuttavista tekijöistä, jotta ne voidaan ottaa askeltavaan regressioanalyysiin selittäviksi muuttujiksi. Lisäksi laskuteknikka edellyttää ehdottomasti tietokoneen käyttömahdollisuutta. Jälkimmäinen menetelmä ei vaadi muuntelunsyiden tuntemista ja se on periaatteessa mahdollista suorittaa yksinkertaisin välinein.

Mainittujen kahden menetelmän tehoa verrattiin niiden vaikutuksella ominaisuuksien periytymisasteitten arvioihin. Heri-

tabiliteetit, jotka olivat vertailun perustana laskettiin kanaloittain haudontaerien sisäisesti. Kummankin korjausmenetelmän jälkeen laskettiin heritabiliteetit kanaloittain, jolloin periaatteessa, mikäli korjaus on onnistunut, tulisi saada samat arviot periytymisasteelle kuin oli perusarvoiksi saatu. Vertailuanalyysit laskettiin niiden kanaloiden aineistoilla, joissa oli todettu haudontaerällä olevan merkitsevää vaikutusta.

Tulokset eivät olleet yhdenmukaisia. Tosin yleisesti ottaen poikkeamakorjaus antoi hivenen verran perusarvoa lähempänä olevat tulokset useimmissa ominaisuuksissa, muuta erot regressiokorjaukseen verrattuina olivat hyvin pienet. Lisäksi yksityisten kanaloiden tuloksissa oli erittäin suurta vaihtelua. Munan painossa, kappaletuotoksessa ja g/p-tuotoksessa poikkeamakorjauksella saatiin perusarvoja vastaavat tulokset.

Tulosten erillaisuudesta johtuen päädyttiin siihen, että haudontaerän vaikutus jatkoanalyseissa poistetaan käyttämällä hierarkkista mallia, jossa haudontaerä on yhtenä tasona.

-Perinnölliset edellytykset

Periytymisasteet

Tutkimuksessa todetut periytymisasteen arvot on laskettu linjojen sisäisesti. Mikäli haudontaerällä on ollut tilastollisesti merkitsevä vaikutus muuntelun syynä ominaisuuteen, on analyysi kuitenkin suoritettu linjojen ja haudontaerien sisäisesti. Saadut heritabilitetti-arvot ovat yleisesti ottaen sopusoinnussa aikaisempien tutkimusten tulosten kanssa (taulukko 19). Tosin tutkimuksessa todettiin munan painon periytyvän varmemmin kuin kanan painon. Munintaprosentin periytymisaste samoinkuin g/p-tuotoksenkin ovat suu-

rempia kuin suomalaisessa materiaalissa aikaisemmin määritetyt (MAIJALAI1967, UUSITALO 1969). G/p-tuotoksen arvio tuli tässä tutkimuksessa sijoittumaan muninta-%:n ja munan painon arvioitten väliin, kuten luonnollista onkin. UUSITALON (1969) tulokset poikkesivat tästä.

Saatujen tulosten suuri yhdenmukaisuus ulkolaisten tutkimustulosten kanssa on hyvin rohkaisevaa. Tämä tutkimushan tehtiin kenttäaineistosta, ulkomailla suoritettut laskelmat perustuvat suunniteltujen jalostuskokeiden tuloksiin. Näiden tulosten perusteella jalostustyön tekemiselle on olemassa täydet edellytykset. Jotta suoritettava valinta olisi tuloksellista, sen tulee perustua ominaisuuksien ilmiänsuon perusteella suoritettavien mittausten tuloksiin. Ilmiänsuon ja perimän välillä tulee puolestaan olla luotettava yhteys, joka tutkimuksessa voitiin todeta olevan.

Eri vuosina kanaloissa todetut arviot vaihtelivat melko runsaasti. Syynä tähän olivat mahdollisesti kunkin vuoden melko pienet eläinmäärät. Vaihtelu oli melko epäsäännöllistä, mikä tuki olettamusta, että se oli sattuman aiheuttamaa.

Eräissä kanaloissa useiden ominaisuuksien periytymisasteitten arviot olivat melko alhaisia verrattuina muihin. Tällainen oli mm. kanala 11, jossa vain sukukypsyydessä päästii normaaliin. Kanalassa 17 olivat sukukypsyydellä sekä kaikki ne ominaisuudet, joissa oli kpl-tuotos osakomponentteina periytyvyydeltään heikkoja. Mikäli ominaisuuden periytymisaste poikkeaa alaspäin muiden kanaloiden arvioista, voi syynä olla tarkkailun epätarkkuus. Mikäli taas kanalan kaikkien ominaisuuksien kohdalla on muita kanaloita alempi arvio, voi syynä olla isyyksissä ja muussa polveutumisessa tehdyt virheet.

Tutkimuksessa ei voitu todeta kanaloiden eikä vuosien keskiarvojen poikkeavan toisistaan. Poikkeuksena oli sukukypsyydellä, jonka arvioissa oli kanaloiden välillä eroja.

Periytmisasteitten arvioiden taso pysyi tutkittuina vuosina samalla tasolla, vain munan painossa ja ilmeisesti sen seurauksena g/p-tuotoksessa oli lievä laskeva suunta. Eriytyisen voimakkaasti munan painon lasku on näkyvissä kanaloissa 1, 3 ja 12. Tutkimuskauden aikana tapahtui lievää munan painon määrittäjäajan siirtämistä aikaisemmaksi. Tämän ei kuitenkaan pitäisi, ainakaan yksinään, vaikuttaa pienentävästi periytmisasteeseen (BENNION ja WARREN 1933, VAINIKAINEN 1957). Munintakauden alussa on munan paino kuitenkin voimakkaasti kehitymässä, joten suhteellisen pienet ikäerot nuorikoiden välillä heijastunevat voimakkaasti munan painossa aiheuttaen virhemuuntelua.

Ominaisuuksien väliset yhteydet

Ominaisuuksien välisistä yhteyksistä ovat jalostajan kannalta haitallisimmat munan painon, kanan painon ja kpl-tuotoksen väliset.

Munan painon ja kanan painon väliset sekä perinnölliset sekä fenotyypiset korrelaatiot olivat suurempia kuin KINNEYn (1969) esittämät keskiarvot. Munan painon ja kappaletuotoksen välillä todetut arvot olivat puolestaan pienempiä kuin KINNEYllä. Perinnöllinen korrelaatio oli negatiivinen. Kanan painon ja kappaletuotoksen väliset korrelaatiot olivat positiivisia ja samaa suuruusluokkaa kuin aikaisemmin todetut (KINNEY 1969). MAIJALAN (1966) suomalaisesta aineistosta saama fenotyypinen korrelaatio oli huomattavasti suurempi (+0.24).

Eri vuosien fenotyypisten korrelaatioiden keskiarvot eivät poikenneet merkittävästi toisistaan. Perinnöllisissä korrelaatioissa vuosien väliset erot olivat merkittäviä kanan painon ja sukukypsyyksiän sekä munan painon ja kappaletuotoksen välillä. Kanaloitten väliset erot ominaisuuksien fenotyypisissä korrelaatioissa olivat merkittäviä pääasiassa vuorosuhteisissa, joissa toisena ominaisuutena on munan tai kanan pai-

no. Tämä johtunee eri kanaloiden erilaisista mittausajan kohdista. Munan painon ja g/p-tuotoksen väliset korrelaatiot poikkesivat eniten eri kanaloissa toisistaan. Perinnöllisissä korrelaatioissa kanaloiden väliset erot olivat merkittävästi erilaisia sukukypsyyksiä ja kpl-tuotoksen välisen yhteyden osalta. Lisäksi muninta-%:n ja g/p-tuotoksen väliset korrelaatiot poikkesivat merkittävästi toisistaan eri kanaloissa.

3. Ominaisuuksien taloudelliset merkitykset

Tuottajien munijakanoista saama rahatulo määräytyy tuotettujen munakilojen sekä kanojen uusinnassa teuraskanoista saatavien tulojen mukaan. Munista ei makseta laatumaksutapaa käyttäen kuten useissa muissa maissa, joissa pienistä ja erikoisen suurista munista suoritetaan vähennyksiä kg-hinnassa. Teuraskanoista saatava tulo määräytyy yleensä elopainon mukaan, tosin ajoittain on saatu maksu myös kanaluvun mukaan kappalehintaan.

Munan koko

Kg-tuotos määräytyy munan painon ja kappaletuotoksen tulona. Täten niitä molempia suurentamalla parannetaan taloudellista tulosta. Koon perusteella suoritettavan laatumaksutavan perusteena on se, että pienet munat ovat vaikeammin markkinoitavia ja isot taas eivät sovellu erikoisen hyvin munien koneelliseen käsittelyyn. Eräissä laatumaksutapaa käyttävissä maissa määräytyy perushinta kappaleluvun mukaan.

Huolimatta siitä, että meillä noudatettavan maksutavan mukaan on taloudellisesti edullinen sellainen kana, joka munii suuria munia, tulee varmaankin tulevaisuudessa ajankohitaiseksi vähentää munan painon merkitystä jalostuskohteena ja siirtää painopistettä munan painon alkukehityksen nopeuttamiseen. Tosin tällainen kasvukäyrän muodon muuttaminen lienee vaikeaa.

Kanan paino

Vaikka teuraskanoista saatava tulo määräytyykin yleensä elopainon mukaan, ei kanan suuri paino ole taloudellisesti välttämättä edullinen. Kanan koon kasvaessa sen elatusrehun tarve kasvaa ja siten rehuhyötysuhteen arvo huononee. Koska jalostuskanaloissa ei ainakaan nykyisin ole mahdollista mitata yksityisten kanojen kuluttamaa rehumäärää, joudutaan valinta suorittamaan kanan ruumiin painon perusteella.

Intensiivisen häkkihoidon tultua vallitsevaksi tuotantokanaloissa on kaikkien jalostajien tavoitteeksi tullut pieni ja siten vähän elatusrehua kuluttava kana. Kuten liitteessä E olevasta taloudellisesta laskelmasta voidaan todeta, vaihtelee kanan elatusrehun tarve painosta riippuen välillä 60 - 70 % kokonaisrehukulutuksesta. Aikaisemmin jalostustavoitteena ollut vaihtelevia ympäristöoloja vastaan vastustuskykyinen kohtuullisen kokoinen kana on menettänyt edullisuutensa hoidon tultua yhä intensiivisemmäksi.

Kuoren laatu

Viime aikoina on kuoren laatu tullut yhä tärkeämmäksi ominaisuudeksi. Osittain ominaisuudessa on tapahtunut heikentymistä, osittain käytettäessä kanoja vain nuorikkovuoden on sulkasadon tuloa pitkitetty mahdollisimman myöhään ja siten on käyttöön otettu 16, jopa 20 kuukauden pituinen munintakausi. Tällöin kauden lopulla kuoren laatu on heikentynyt voimakkaasti. Näiden lisäksi munan kuorelta vaaditaan koneellisessa käsittelyssä suurempaa kestävyyttä kuin aiemmin.

Nykyisillä jalostusmenetelmillä on huomion kiinnittäminen tähän ominaisuuteen erikoisen vaikeaa, koska varhaisen tuotantokauden ja myöhäisen kauden välinen yhteys kuoren vahvuudessa on^{on/} lähes olematon (LILJEDAHL ja WEYDE 1974) Huolimatta mittauksen vaikeasta soveltamisesta jalostusohjelmaan joudutaneen se tulevaisuudessa tekemään. Indeksivalinnassa se lienee mahdotonta, mutta noudattaen sen suhteen riippumatonta

karsintatasoa se lienee otettavissa mukaan.

Sukukypsyyssikä

Sukukypsyydelle ei ole tutkimuksessa määritetty taloudellista merkitystä, koska se ei sitä varsinaisesti omaa ostettaessa poikaset tuotantonsa aloittavina. Poikashintaan sillä olisi kuitenkin vaikutusta lyhyemmän kasvatuskauden ja siten alhaisempien rehukustannusten kautta. Mikäli kuitenkin jalostustyössä käytetään kpl-tuotoksen arvona määrättyyn ikään mennessä munittua tuotosta, tulee sen vaikutus automaattisesti huomioon otetuksi, koska aikaisin sukukypsät ehtivät munia enemmän.

Taloudelliset laskelmat

Indekseissä olevien ominaisuuksien taloudellisia painoja määrättäessä on lähtökohtana se, että painon tulee kuvata sitä taloudellista muutosta, mikä seuraa ominaisuuden yhden yksikön lisäyksestä muiden indeksissä olevien ominaisuuksien pysyessä muuttumattomina. Lisäksi painokertoimien tulee olla sellaisia, että ne vastaavat ominaisuuksien merkitystä käytännön tuotoskaudella. Siten lyhyemmän tarkkailukauden kuluessa saavutetut keskiarvot, kuten tässä tutkimuksessa todetut, eivät sovellu lähtökohdiksi laskelmille.

Taloudellisten painojen tulisi kuvata ominaisuuksien merkitystä tulevaisuudessa ajankohtana, jolloin jalostuksen kohteena olevat yksilöt ovat tuotannossa viljelijällä.

Katetuottolaskenta-periaatteella lasketut taloudelliset painokertoimet vastaavat suuruussuhteiltaan hyvin KOLSTADIN (1974) saamia arvoja, vaikka ovatkin pienempiä. Yksi lisägramma munan keskipainossa vastaa noin neljää lisämunaa kpl-tuotoksessa. Kanan keskipainon lisääntyessä 1/2 kg:lla tarvitaan kasvaneen rehunkulutuksen korvaamiseksi 2.5 munaa tuotantovuodessa tai vajaa gramma munan keskipainossa.

Perusteena katetuottolaskelmien käytölle on se, ettei sitä käytettäessä tarvitse arvioida vaikeasti määritettäviä kanelan kiinteitä kustannuksia, joilla ei kuitenkaan ole lopputulokseen mitään merkitystä suoritettavien vertailujen ollessa vain ominaisuuksien välisiä.

4. Laadittujen indeksien käyttökelpoisuus

Kaikkien laadittujen viidentoista indeksin perustana oleva kokonaisgenotyyppi koostuu neljästä ominaisuudesta, munan painosta, kanan painosta, sukukypsyydestä ja kpl-tuotoksesta. Näiden ominaisuuksien voidaan katsoa muodostavan kanojen taloudellisen tuloksen. Mainittujen ominaisuuksien lisäksi on taloudellista merkitystä myös kuolleisuudella, mutta sen ollessa tyypillinen joko-tai ominaisuus, ei sitä voida sisällyttää indeksiin, jossa on mukana vain yksilön oma tuotos.

Taloudellisesti merkittävä pitkämunintaisuus ei ole mukana muutoin kuin kpl-tuotoksen kautta, joka sekin mitataan vain vuoden tuotoskaudella. Sen mukaan otto olisi ilmeisen tarpeellista. Sen huomioiminen olisi mahdollista painottamalla viimeisten kuukausien tuotoksia sopivilla kertoimilla. Sitä ei kuitenkaan ole mitattu tarkkailukanoiltamme riittävästi, jotta sen osalta voitaisiin määrittää luotettavat tunnusluvut. Toistaiseksi sen suhteen voitaneen valinnassa käyttää indeksiä arvosta riippumatonta karsintatasoa.

Taloudellinen edistyminen

Laadituista indekseistä antaa suhteellisesti suurimman taloudellisen edistymisen indeksi numero yksi, jossa kokonaisgenotyypin ominaisuuksien lisäksi oli muuttujina muninta- ξ ja g/p-tuotos. Kuitenkaan indeksiin numero kaksi verrattuna luotettavuuden lisäys ei ollut suuri. Lisäksi yksinkertaisuutensa takia indeksi 2 lienee suositeltavampi. Tämän indeksin käytöllä saadaan sukupolvea kohti yhden hajonnan yksi-

kön valintaerolla, eli karsimalla aineistosta 60 % sukupölvessa , 4.05 mk:n perinnöllinen taloudellinen edistyminen (taulukko 32). Tämä tapahtuu käytettäessä tässä tutkimuksessa laskettuja ominaisuuksien taloudellisia merkityksiä.

Muutokset ominaisuuksissa

Indeksin muuttujista ovat munan paino ja kpl-tuotos tärkeimmät ja suhteellisesti yhtä merkitseviä (taulukko 32). Valittaessa indeksiin 2 perusteella saavutetaan suurenemista kanan painossa ja kappaletuotoksessa (taulukko 35). Sukukypsyyssikä alenee. Kanan paino suurenee huolimatta sen negatiivisesta taloudellisesta painosta. Tämän ominaisuuden ja munan painon sekä kpl-tuotoksen välisistä perinnöllisistä yhteyksistä johtuen suurenemisen aiheuttama taloudellinen epäedullisuus tulee korvattua munan painon ja kpl-tuotoksen parantamisella. Koska kuitenkin käytännössä pienikokoinen kana on halutumpi, on laskettu vaihtoehtoinen indeksi, numero 3, jossa kanan painossa tapahtuva muutos on eliminoitu asettamalla ehto $\text{cov}(\text{indeksi, kanan paino}) = 0$, jolloin muutosta kanan painossa ei tapahdu. Tämän indeksin käytöllä saatava suhteellinen edistyminen indeksiin 2 verrattuna on 90.9 % (taulukko 32).

Sukukypsyyksiän liian suuri alentaminen ei ole toivottavaa, joskin nykyinen keskiarvo on ilmeisesti korkeahko. Indeksit 1 - 3 alentavat sitä automaattisesti, kaikkein nopeimmin sen tekee indeksi 1 (taulukko 35). Mikäli sukukypsyyksiän aleneminen halutaan pysäyttää, voidaan käyttää indeksiä numero 4, jossa muutos on eliminoitu asettamalla ehto $\text{cov}(\text{indeksi, sukukypsyyssikä}) = 0$. Indeksiin 2 verrattuna tämän indeksin suhteellinen edullisuus on 95.7 %. Mikäli molemmat, sekä kanan paino että sukukypsyyssikä, halutaan rajoittaa samanaikaisesti, voidaan käyttää indeksiä numero 5. Tämän indeksin suhteellinen edullisuus indeksiin 2 verrattuna on 86.5 %.

Muninta-%:n käyttö indeksin muuttujana todettiin epäedulli-

semäksi kuin kpl-tuotoksen käyttö (taulukko 32). Samoin g/p-tuotos ei vastannut munan painon ja kpl-tuotoksen arvoa indeksissä.

Nykyisen menetelmän ja uuden vertailu

Indeksit 14 ja 15 olivat mukana analyyyseissä, jotta yksinkertaisempia menetelmiä voitaisiin verrata edellä käsiteltyihin indekseihin (indeksit 1 - 13). Indeksit 14 ja 15 on nykyinen kananjalostuksessamme käytettävä g/p-tuotos. Sillä saatava edistyminen on vajaa 70 % indeksin 2 käytöllä saatavasta perinnöllisestä edistymisestä (taulukko 32). G/p-tuotosta käytettäessä kokonaisgeneotyypin kaikki neljä ominaisuutta pyrkivät kasvamaan. Indeksit 14 ja 15 vastaa muninta-%:n perusteella tehtävää valintaa eikä se siten huomioi esimerkiksi munan painoa, joka valinnan seurauksena pyrkii pienemään. Tämän indeksin perusteella saatava edistyminen vastaa hieman yli puolta, 53.9 %:a indeksin 2 käytöllä saatavasta.

Taulukossa 36 olevat luvut nykyisen g/p-tuotoksen ja tutkittujen indeksien välisistä tehokkuuseroista osoittavat selvästi, että indeksien käyttöönotto olisi suoritettava mahdollisimman nopeasti. Edullisin indeksit lisää valinnan avulla tapahtuvaa edistymistä 45 % nykyisestä edistymisestä. Indeksit 2 on 43 % tehokkaampi kuin nykyinen menetelmä.

Totuuden nimessä on kuitenkin todettava, että jalostajat soveltavat valinnassaan g/p-tuotosta ja muita ominaisuuksia sormituntumalla eivätkä toteuta valintaansa jäykästi g/p-tuotoksen mukaan. Koska kuitenkin oli mahdotonta ottaa tutkimukseen muuta nykyisen valinnan tehon osoittajaa, kuin mainittu ominaisuus, käytettiin sitä.

IV Yhteenveto

Tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää nykyisin käytössä olevassa kanojen jälkeläisarvostelussa esiintyvän muuntelun syitä sekä etsiä ja verrata menetelmiä, joilla yksityisten kanojen tuotoksissa esiintyvä virhemuuntelu voitaisiin poistaa häiritsemästä arvostelua. Tarkoituksena oli lisäksi määrittää aineistosta mahdollisimman harhattomat arviot kotimaista kana-aineistoa kuvaaville perinnöllisille ja fenotyypisille tunnusluvuille sekä laatia vaihtoehtoisia valintaindeksejä käytettäväksi valinnassa. Lisäksi laadittuja indeksejä tuli verrata keskenään niiden käytön edullisuuden selvittämiseksi sekä vertaamiseksi nykyiseen arvostelumenetelmään.

Tutkimusaineistona oli Siipikarjanhoitajain Liiton jalostuskanaloiden kirjanpitoluokset tarkkailuvuosilta -64 - -70. Jalostuskanaloita oli aineistossa keskimäärin 10. Kaikkiaan tuotantotuloksia oli käytettävissä yli 56000 kanalta.

Muuntelun syistä todettiin vuosien väliset erot merkityksellömiksi. Kanaloiden väliset erot olivat puolestaan miltei kaikissa tutkituissa kuudessa ominaisuudessa erittäin merkittäviä. Jalostusarvostelua häiritsee eniten yksilöiden vaihteleva haudonta-aika. Se vaikutti erittäin merkittävästi sukukypsyyssikään sekä kappaletuotokseen ja siitä johdettuihin ominaisuuksiin kuten munintaprosenttiin sekä jonkin verran g/p-tuotokseen. Vaikutus oli suurinta munintakauden alussa ja lopussa.

Haudonta-ajan vaikutusta huomioonottamatta ei yksilöitä voida arvostella luotettavasti. Haudonta-ajan vaikutus tapah-

tuu pääasiassa kahdella tavalla. Ensiksikin se vaikuttaa suoraan miltei kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin. Sen lisäksi sillä on välillinen vaikutus useaan ominaisuuteen sukukypsyyksiän kautta.

Haudonta-ajan ja muiden siihen liittyneiden muuntelun syiden suhteen aineisto voidaan korjata ensinnäkin lineaarisella regressiokorjauksella. Tämän menetelmän etuna on se, että yksilötuotokset voidaan samanaikaisesti korjata munintapäivien lukumäärän suhteen, jonka todettiin tutkimuksessa häirinneen arvostelua.

Toinen mahdollisuus korjauksen suorittamiseksi on käyttää kunkin yksilön tuotoksena sen ominaisuuden poikkeamaa haudontaeränsä keskiarvosta. Tämä menetelmä ei huomioi munintapäivien erilaisen luvun vaikutusta. Se tulee huomioida käyttämällä arvostelukriteerinä munintaprosenttia kappale-tuotoksen asemesta tai g/p-tuotosta.

Tarkkailun aloittamisajankohdasta riippuen eri kanaloissa sukukypsyyden osalta todetut arvot eivät vastaa todellisia arvoja. Tämän seikan korjaaminen tarkkailutyössä olisi välttämätöntä.

Perinnölliset edellytykset tulokseksikaalle jalostustyölle voitiin aineistossa todeta olevan. Tutkituilla ominaisuuksilla todettiin olevan kohtalaisen suuret periytymisasteen arviot. Ominaisuuksien välisistä haitallisista perinnöllisistä yhteyksistä lähes tärkeimmän, munan painon ja kpl-tuotoksen välisen, todettiin olevan löyhemmän kuin muissa aineistoissa on todettu.

Tutkimuksessa laadittiin viisitoista indeksiä, joista kaksi oli mukana lähinnä indeksimenetelmän ja toistaiseksi käytössä olevan menetelmän vertailemiseksi.

Tehdyissä indeksivaihtoehdoissa kokonaisgenotyyppiin katsottiin kuuluvan munan painon, kanan painon, sukukypsyyksiän ja kappaletuotoksen.

Laadituista indekseistä voidaan todeta, että taloudellisesti edullisin indeksi antoi 45 % tarkemman arvion yksilöiden jalostusarvolle kuin käytössä oleva g/p-tuotos. Tämä teoreettisesti edullisin indeksi kasvattaa kuitenkin kanan painoa, joka ei käytännössä ole edullista. Suositeltavimmaksi todettiin indeksi, jossa muuttujina ovat munan paino, sukukypsyyssikä ja kappaletuotos sekä kanan paino, jonka suhteen ei tapahdu muutosta.

Edullisimmaksi todettu indeksi on muotoa

$$I = 0.412 \times MP - 4.470 \times KP + 0.010 \times SK + 0.037 \times KPL,$$

missä I = yksilön indeksiarvo

MP = yksilöllä todettu munan paino

KP = " " kanan paino

SK = " " sukukypsyyssikä

KPL= " " kappaletuotos.

Tällä indeksillä saatava edistyminen on 43 % suurempi kuin nykyisellä menetelmällä saatava.

V Liitteet

Liite	sisältö
A	Ominaisuuksien vuosittaiset ja kanaloittaiset keskiarvot /
B	Ominaisuuksien jakautumien kanaloittaiset normaalisuuden testaukset
C	Ominaisuuksien periytymisasteiden vuosittaiset ja kanaloittaiset keskiarvot sekä niiden keskivirheet
D	Ominaisuuksien välisten korrelaatioiden vuosittaiset keskiarvot
E	Taloudelliset laskelmat, ominaisuuksien taloudelliset painot
F	Indeksien laadinnassa käytetyt matriisit

Munan painon ja kanan painon keskiarvot eri vuosina.

ka- na- la	-67			-68			-69			-70			Sn	\bar{x}	SE
	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE			
munan paino															
1	493	60.5	4.0	386	60.4	3.5	516	59.1	3.3	454	59.0	2.4	1849	59.7	3.3
2	611	56.9	3.6	504	56.6	3.7	569	52.6	4.0	625	52.4	2.7	2309	54.6	3.5
3	387	58.1	3.7	448	58.6	3.5	323	56.0	3.6	878	58.9	3.2	2036	58.2	3.4
5	742	57.3	4.5	1142	58.7	4.5	1460	59.7	4.6				3344	58.8	4.6
6	628	57.9	3.5	766	56.8	3.5	1033	51.1	3.2	1262	49.6	2.9	3689	52.9	3.2
9	264	57.7	4.2	1168	54.9	4.0	397	56.1	4.0	435	49.8	3.3	2264	54.5	3.9
11	344	60.6	2.5	463	59.6	2.6	173	60.0	2.9	399	53.4	3.4	1379	58.1	2.8
12	654	58.0	4.1	461	58.8	4.0	502	56.8	3.7	512	53.4	3.6	2129	56.8	3.9
13	858	58.0	4.5	1054	59.3	4.4	1073	55.4	3.5	1225	57.5	3.8	4210	57.5	4.0
17	1127	57.0	4.0	1251	58.0	3.9	1166	56.2	3.8	1385	57.2	3.6	4929	57.1	3.8
18	337	56.0	3.8	346	55.9	3.6	1005	53.6	3.6	257	52.7	3.5	1945	54.2	3.7
\bar{x}	6445	57.8	4.0	7989	57.8	3.9	8217	55.8	3.8	7432	54.8	3.3	30083	56.5	3.7
kanan paino															
1	485	2.00	0.27	386	2.08	0.27				552	2.07	0.22	627	2.00	0.20
2	605	2.04	0.21	512	2.06	0.21				323	1.80	0.19	820	1.89	0.22
3	377	2.07	0.23	411	1.87	0.21									
5	741	1.84	0.22												
6	599	2.01	0.27	772	1.98	0.28	997	1.90	0.26	1203	1.88	0.39	3571	1.93	0.31
9	289	1.85	0.22	1189	1.92	0.22	466	1.85	0.22	427	1.89	0.21	2371	1.89	0.22
11	344	2.05	0.16	463	2.03	0.18				365	2.00	0.15	1172	2.03	0.17
12	648	2.07	0.24	458	2.07	0.22				522	2.18	0.24	1628	2.11	0.23
13	786	2.07	0.23	927	2.04	0.23	1006	2.01	0.21	1208	2.07	0.24	3927	2.05	0.23
17	1148	1.83	0.25	1251	1.93	0.24	1096	1.93	0.23	1501	1.96	0.22	4996	1.92	0.23
18	340	1.76	0.24	337	1.82	0.23	1078	1.61	0.20	265	1.61	0.18	2020	1.67	0.21
\bar{x}	6362	1.96	0.23	6707	1.98	0.23	5518	1.88	0.22	6938	1.96	0.25	25524	1.95	0.23

Sukuyksyyssiän ja kappaletuotoksen keskiarvot kanaloissa eri vuosina.

ka- na- la	-67			-68			-69			-70			Sn	\bar{x}	SE
	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE			
	sukuyksyyssikä														
1	548	178.4	6.9	392	182.7	5.6	568	177.6	4.5	498	165.6	5.4	2006	175.8	5.6
2	676	153.2	11.9	542	168.5	9.4	573	165.7	7.9	627	164.8	5.7	2418	162.6	8.8
3	465	193.0	13.5	500	175.1	13.0	369	188.7	13.9	972	188.8	12.4	2306	186.7	13.0
5	1068	161.5	18.5	1361	174.8	15.0	1827	180.4	25.1				4256	173.9	20.2
6	729	172.6	17.0	913	173.8	19.8	1047	166.9	16.8	1269	172.4	15.7	3958	171.3	17.2
9	291	236.0	20.0	1292	186.8	24.7	491	215.7	28.8	1462	167.7	13.3	3536	187.0	20.2
11	374	164.5	8.3	466	148.4	5.0	185	163.8	9.5	399	168.0	10.6	1424	160.1	8.0
12	689	173.8	12.3	464	170.7	14.6	512	177.4	14.3	531	180.7	15.8	2196	175.7	14.1
13	894	168.5	17.4	1088	173.2	12.4	1091	179.3	10.2	1276	172.3	10.5	4349	173.5	12.3
17	1331	191.8	19.3	1310	182.0	18.5	1315	183.0	21.6	1674	206.3	26.2	5630	191.8	21.7
18	397	194.2	10.8	374	193.2	11.7	1204	226.3	19.8	273	168.3	16.4	2348	208.1	16.5
\bar{x}	7462	177.2	15.1	8702	176.4	15.5	9182	185.7	17.6	8981	178.9	14.7	34327	179.7	15.7
	kappaletuotos														
1	548	203.2	39.8	392	201.4	37.3	568	187.6	37.9	498	193.6	43.3	2006	196.0	39.7
2	676	233.0	55.6	542	224.7	32.8	573	229.1	34.7	627	214.6	20.3	2418	225.4	36.4
3	465	214.2	46.7	500	220.8	43.8	369	191.3	42.1	972	184.2	38.9	2306	199.3	42.0
5	1068	189.5	64.2	1361	146.3	39.9	1827	196.8	54.2				4256	178.8	52.1
6	729	211.0	54.5	913	210.2	55.8	1047	216.6	51.2	1269	220.1	43.3	3958	215.2	50.3
9	291	137.4	39.9	1292	184.9	42.3	491	202.1	52.0	1462	203.3	32.1	3536	191.0	39.2
11	374	248.6	50.2	466	247.9	54.2	185	237.1	48.0	399	222.8	46.4	1424	239.6	50.2
12	689	217.1	42.4	464	190.6	26.7	512	212.8	34.1	531	209.3	31.7	2196	208.6	34.6
13	894	219.5	54.7	1088	224.1	52.7	1091	211.6	38.2	1276	245.3	39.1	4349	226.2	45.5
17	1331	164.8	51.2	1310	174.7	50.6	1315	167.0	41.2	1674	164.0	46.6	5630	167.4	47.4
18	397	188.9	39.2	374	161.6	35.8	1204	89.1	48.6	273	131.1	35.7	2248	123.9	43.2
\bar{x}	7462	200.7	51.1	8702	192.8	44.6	9182	185.6	45.2	8981	201.5	38.6	34327	194.8	44.6

Munintaprosenttien ja g/p-tuotoksen keskiarvot kanaloissa eri vuosina.

ka- na- la	-67			-68			-69			-70			-71		
	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE	n	\bar{x}	SE
1	548	75.1	11.2	392	72.0	12.9	568	69.7	12.9	498	68.8	13.1	2006	70.8	12.4
2	676	71.7	7.9	542	74.6	9.6	573	77.4	10.0	627	75.3	5.5	2418	74.6	8.2
3	465	73.3	11.2	500	70.9	12.9	369	66.0	13.0	972	63.2	12.3	2306	67.3	12.3
5	1068	64.7	14.0	1361	65.6	14.0	1827	62.8	12.5				4256	64.2	13.4
6	729	66.8	14.3	913	67.2	14.8	1047	69.7	11.9	1269	68.1	11.0	3958	68.1	12.7
9	291	59.4	13.6	1292	74.5	12.2	491	69.2	13.9	1462	79.5	11.6	3536	74.6	12.3
11	374	72.7	7.6	466	73.1	8.8	185	70.8	9.5	399	72.4	9.4	1424	72.5	8.7
12	689	78.8	10.0	464	78.0	8.7	512	79.4	10.1	531	76.3	10.9	2196	78.2	10.0
13	894	69.9	11.9	1088	72.7	10.1	1091	74.0	10.5	1276	76.2	8.9	4349	73.5	10.2
17	1331	64.1	13.9	1310	68.5	12.7	1315	59.8	12.2	1674	64.0	15.0	5630	64.1	13.6
18	397	64.5	11.7	374	60.7	12.8	1204	44.6	22.0	273	72.3	16.4	2248	54.2	18.0
\bar{x}	7462	68.7	11.9	8702	70.4	12.1	9182	65.0	13.1	8981	67.3	10.7	34327	68.8	12.2

g/p-tuotos	
1	493 44.8 6.2 386 45.1 6.1 516 42.3 6.5 454 68.8 13.1 1849 50.0 7.9
2	611 41.4 4.5 504 43.0 5.1 569 40.7 5.4 625 40.2 3.5 2309 41.2 4.5
3	387 43.3 4.9 448 42.7 5.8 323 38.7 6.1 878 38.5 6.1 2036 40.4 5.8
5	742 40.1 6.5 1142 40.7 6.8 1460 39.7 6.4 1262 43.5 4.5 3689 37.3 5.4
6	628 40.7 6.6 766 40.3 6.5 1033 36.5 5.1 435 40.0 5.2 2264 40.3 5.7
9	264 35.9 6.6 1168 41.4 5.7 397 40.1 6.2 399 38.9 5.4 1379 42.5 4.7
11	344 44.4 4.0 463 44.1 4.6 173 43.0 5.3 512 41.3 5.2 2129 44.3 5.3
12	654 45.4 5.7 461 45.5 4.9 502 45.0 5.3 1225 43.7 5.3 4210 42.4 5.5
13	858 41.1 6.0 1054 43.1 5.8 1073 41.2 5.4 1385 39.1 6.8 4929 38.4 6.4
17	1127 38.4 6.6 1251 40.7 6.6 1166 35.3 5.9 257 41.9 7.9 1945 31.4 8.8
18	337 37.0 5.8 346 35.5 5.7 1005 25.4 11.2 7432 41.2 5.9 30083 40.4 6.0
\bar{x}	6445 41.1 5.9 7989 41.8 5.9 8217 37.7 6.4 7432 41.2 5.9 30083 40.4 6.0

Munan painon ja kanan painon periyymisasteiden arvot (h^2) sekä niiden keskivirheet (SE) kana-
loissa eri vuosina.

kanna- la	-67			-68			-69			-70			\bar{x}		
	h^2	SE	n	h^2	SE	n	h^2	SE	n	h^2	SE	n	SE	n	
1	0.88	0.25	455	0.62	0.25	310	0.59	0.20	493	0.29	0.14	442	0.59	0.20	1700
2	0.85	0.22	558	0.46	0.18	477	0.83	0.22	540	0.59	0.17	624	0.69	0.20	2199
3	0.63	0.27	285	0.52	0.21	359				0.24	0.10	743	0.39	0.16	1387
5	0.41	0.15	648	0.34	0.10	1071	0.76	0.14	1366				0.54	0.13	3085
6	0.62	0.20	474	0.45	0.16	603	0.21	0.09	884	0.81	0.16	554	0.48	0.14	2515
9	1.00	0.38	225	0.74	0.25	388	1.00	0.30	367	0.52	0.11	1408	0.68	0.19	2388
11				0.22	0.13	409	0.27	0.22	172	0.36	0.18	352	0.28	0.17	933
12	0.88	0.21	608	0.83	0.25	417	0.67	0.23	399	0.51	0.19	448	0.74	0.22	1872
13	0.69	0.19	617	0.93	0.18	875	0.42	0.12	954	0.55	0.12	1165	0.63	0.15	3611
17	0.54	0.14	948	0.67	0.14	1099	0.58	0.14	938	0.63	0.13	1166	0.61	0.14	4151
18	0.48	0.24	275	0.91	0.32	286	0.66	0.17	735	0.61	0.32	196	0.67	0.23	1492
\bar{x}	0.68	0.21	5093	0.60	0.18	6294	0.59	0.16	6848	0.52	0.14	7098	0.59	0.17	25333

kanan paino		LITTE C	
h^2	SE	h^2	SE
1	0.67	0.22	0.61
2	0.88	0.22	0.68
3	0.71	0.28	0.34
5	0.16	0.10	0.16
6	0.80	0.23	0.53
9	0.63	0.30	0.28
11	0.15	0.12	0.15
12	0.64	0.18	0.56
13	0.07	0.05	0.57
17	0.40	0.12	0.42
18	0.83	0.31	0.77
\bar{x}	0.50	0.17	0.48

Sukukypsyysian ja kappaletuotoksen periytymisasteiden arvot kanaloissa eri vuosina.

ka- na- la	-67			-68			-69			-70			\bar{X}		
	h^2	SE	n	h^2	SE	n	h^2	SE	n	h^2	SE	n	h^2	SE	n
	sukukypsyysikä														
1	0.30	0.15	424	0.57	0.24	310	0.12	0.09	488	0.14	0.08	624	0.30	0.15	1222
2	0.13	0.09	558	0.66	0.21	477	0.09	0.08	423	0.20	0.09	743	0.24	0.11	2082
3	0.57	0.30	198	0.14	0.11	359							0.24	0.13	1300
5	0.17	0.10	648	0.35	0.12	781	0.37	0.10	1366	0.45	0.12	554	0.32	0.10	2795
6	0.54	0.19	478	0.64	0.18	603	0.63	0.15	884	0.30	0.08	1408	0.58	0.16	2519
9	1.00	0.38	225	0.87	0.17	915	1.00	0.30	367	0.30	0.08	1408	0.62	0.16	2915
11	0.32	0.18	331	0.32	0.16	409	0.12	0.16	159	0.38	0.19	332	0.31	0.17	1231
12	0.45	0.17	488	0.27	0.14	417	0.57	0.21	430	0.37	0.16	488	0.42	0.17	1783
13	0.14	0.08	617	0.39	0.13	723	0.31	0.11	788	0.29	0.09	1068	0.29	0.11	3196
17	0.02	0.03	948	0.00	0.01	1099	0.12	0.06	938	0.70	0.44	114	0.05	0.03	2985
18				0.13	0.12	286				0.11	0.08	1135	0.11	0.08	1135
\bar{x}	0.27	0.13	4915	0.40	0.13	6379	0.33	0.11	6578	0.30	0.11	5291	0.33	0.12	23163
	kappaletuotos														
1	0.08	0.07	558	0.11	0.11	310	0.09	0.08	493	0.21	0.12	444	0.14	0.10	1247
2	0.28	0.21	198	0.01	0.03	477	0.15	0.09	540	0.23	0.11	624	0.13	0.08	2199
3	0.18	0.11	476	0.09	0.09	359				0.46	0.14	743	0.33	0.14	1300
5	0.16	0.10	478	0.52	0.14	781	0.20	0.07	1366	0.12	0.06	1029	0.29	0.10	2623
6	0.52	0.27	225	0.28	0.12	603	0.21	0.09	884	0.05	0.03	1408	0.19	0.09	2994
9	0.19	0.14	338	0.26	0.10	915				0.05	0.03	1408	0.16	0.08	2548
11	0.51	0.16	608	0.02	0.04	409	0.12	0.15	172	0.04	0.06	352	0.08	0.08	1271
12	0.02	0.03	617	0.47	0.19	417	0.22	0.13	430	0.20	0.12	448	0.36	0.15	1903
13	0.16	0.09	664	0.32	0.11	875	0.16	0.07	954	0.46	0.11	1165	0.27	0.09	3611
17	0.27	0.18	275	0.02	0.02	1099	0.09	0.06	678	0.8	0.05	882	0.08	0.05	3323
18				0.07	0.09	286	0.17	0.08	884	0.45	0.36	114	0.19	0.12	1559
\bar{x}	0.21	0.12	4437	0.22	0.09	6531	0.16	0.08	6401	0.21	0.09	7209	0.20	0.09	24578

Munintaprozentin ja g/p-tuotoksen periytymisasteiden arvot kanaloissa eri vuosina sekä niiden lukumäärillä painotetut keskiarvot.

ka- na- la	-67		-68		-69		-70		X̄					
	h ²	SE	h ²	SE	h ²	SE	h ²	SE	h ²	SE				
munintaprosentti		n	n	n	n	n	n	n	n	n				
1			0.08	0.09	0.10	0.08	0.14	0.10	0.11	0.09	444	0.11	0.09	1247
2	0.24	0.12	0.08	0.08	0.10	0.08	0.14	0.10	0.11	0.08	444	0.11	0.08	2082
3	0.44	0.27	0.37	0.22	0.23	0.13	0.42	0.13	0.41	0.17	624	0.41	0.17	1191
5	0.34	0.14	0.35	0.11	0.17	0.07	0.17	0.07	0.27	0.09	743	0.27	0.09	3085
6	0.07	0.07	0.22	0.11	0.13	0.07	0.13	0.07	0.14	0.07	884	0.14	0.07	2994
9	0.65	0.30	0.05	0.04	0.05	0.07	0.07	0.04	0.10	0.06	1029	0.10	0.06	2915
11	0.12	0.11	0.07	0.07	0.18	0.18	0.18	0.18	0.11	0.11	1408	0.11	0.11	927
12	0.47	0.16	0.63	0.22	0.23	0.13	0.23	0.13	0.16	0.11	448	0.16	0.11	1903
13	0.45	0.14	0.38	0.12	0.19	0.08	0.19	0.08	0.53	0.39	1165	0.53	0.39	3751
17	0.21	0.08	0.14	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.09	0.05	1166	0.09	0.05	4151
18	0.38	0.21	0.07	0.09	0.16	0.08	0.16	0.08	0.42	0.34	114	0.42	0.34	1559
X̄	0.32	0.14	0.22	0.10	0.14	0.08	0.14	0.08	0.20	0.08	7141	0.20	0.08	25805
g/p-tuotos														
1	0.11	0.09	0.09	0.10	0.16	0.10	0.16	0.10	0.15	0.10	444	0.15	0.10	1702
2	0.33	0.14	0.09	0.08	0.31	0.14	0.31	0.07	0.11	0.07	624	0.11	0.11	2199
3	0.08	0.09	0.29	0.16	0.35	0.16	0.35	0.13	0.41	0.13	743	0.41	0.13	1387
5	0.29	0.13	0.39	0.11	0.26	0.08	0.26	0.06	0.12	0.06	1029	0.12	0.06	3085
6	0.10	0.08	0.30	0.13	0.32	0.09	0.32	0.09	0.21	0.07	1408	0.21	0.07	2915
9	0.71	0.32	0.35	0.11	0.01	0.03	0.01	0.03	0.04	0.06	352	0.04	0.06	1266
11	0.12	0.11	0.06	0.07	0.23	0.21	0.23	0.21	0.06	0.06	448	0.06	0.06	1903
12	0.72	0.19	0.69	0.23	0.34	0.16	0.34	0.16	0.49	0.37	448	0.49	0.37	3751
13	0.19	0.09	0.43	0.13	0.75	0.33	0.75	0.33	0.10	0.05	1165	0.10	0.05	4151
17	0.23	0.09	0.15	0.07	0.09	0.07	0.09	0.07	0.36	0.32	114	0.36	0.32	1410
18	0.47	0.23	0.07	0.09	0.31	0.12	0.31	0.12	0.22	0.08	7493	0.22	0.08	26763
X̄	0.29	0.13	0.29	0.11	0.24	0.10	0.24	0.10	0.26	0.10	26763	0.26	0.10	26763

Ominaisuuksien välisten geneettisten (yläkolmio)
ja fenotyyppisten (alakolmio) korrelaatioiden
eri vuosien keskiarvot.

Merkittävyydet $|0.06|$ $P < 0.05$

$r \geq |0.08|$ $P < 0.01$

Ominaisuudet: 1 munan paino 4 kpl-tuotos
2 kanan paino 5 muninta-%
3 sukukypsyyssikä 6 g/p-tuotos

-67	1	2	3	4	5	6
1		0.35	0.05	-0.05	-0.31	0.52
2	0.35		-0.17	0.31	0.30	0.64
3	0.08	0.03		-0.11	0.16	0.12
4	0.03	0.10	-0.25		0.86	0.89
5	-0.08	0.05	-0.07	0.79		0.76
6	0.34	0.21	-0.04	0.75	0.86	
-68	1	2	3	4	5	6
1		0.57	0.36	-0.17	-0.21	0.55
2	0.23		0.55	-0.00	0.12	0.46
3	0.09	0.04		-0.26	-0.19	0.15
4	-0.02	0.08	-0.25		0.87	0.55
5	-0.07	0.04	-0.05	0.79		0.64
6	0.29	0.17	-0.01	0.76	0.86	
-69	1	2	3	4	5	6
1		0.50	0.25	0.38	0.33	0.76
2	0.33		0.28	0.21	-0.06	0.42
3	0.06	0.04		-0.21	-0.20	0.04
4	0.02	0.11	-0.25		0.93	0.85
5	-0.02	0.08	-0.07	0.87		0.84
6	0.33	0.21	-0.05	0.82	0.91	
-70	1	2	3	4	5	6
1		0.32	0.23	-0.18	-0.20	0.46
2	0.28		-0.24	0.03	-0.21	0.07
3	0.09	0.02		-0.45	0.13	0.13
4	-0.02	0.02	-0.33		0.63	0.48
5	-0.05	-0.00	-0.04	0.82		0.67
6	0.31	0.11	-0.02	0.79	0.90	

Ominaisuuksien välisten yhteyksien arvioinnin
pohjana olleitten havaintojen lukumäärät eri
vuosina.

Ominaisuudet: 1 munan paino
2 kanan paino
3 sukukypsyyssikä
4 kpl-tuotos
5 muninta-%
6 g/p-tuotos

-67	1	2	3	4	5	6
1		4966	4442	3762	4568	3979
2	5529		4421	4383	4808	3320
3	5087	4611		3213	3632	4087
4	5172	5176	4889		3491	3766
5	5361	5263	5103	5176		3938
6	5389	5256	5268	5176	5348	
-68	1	2	3	4	5	6
1		5584	4385	6054	5885	6122
2	5584		4618	3429	4528	5031
3	6162	5006		5039	4769	4578
4	6399	5231	6138		2986	5970
5	6294	5231	5852	6531		5497
6	6531	5758	5720	6379	6821	
-69	1	2	3	4	5	6
1		4401	4832	5196	6596	6481
2	4438		2212	3113	4418	4418
3	6300	3956		4180	4551	4806
4	6685	4602	6494		5011	5551
5	6780	4602	6515	7212		6512
6	6894	4602	6157	7212	7063	
-70	1	2	3	4	5	6
1		6656	5373	6471	6928	7289
2	6656		5727	6290	5974	6388
3	6699	6173		5254	4907	6932
4	7075	6290	6978		6517	7240
5	7394	6440	7209	7493		7141
6	7403	6502	7376	7240	7493	

Taloudelliset laskelmatMunan painon taloudellinen paino

<u>tuotto</u>		munan paino	
		53g	65g
munatuotos	(munan paino x 240kpl x 4.48mk)	56.99	69.89
teurastuotos	(1.95kg x 1.50mk/kg)	2.93	2.93
		<hr/>	<hr/>
		59.92	72.82
<u>kulut</u>			
munintansa aloittava nuorikko		16.00	16.00
elatusrehu	(25 rehukg x 1.10mk/kg)	27.50	27.50
tuotantorehu	(kg-tuotos x 1.10mk/kg)	13.99	17.16
muut kustannukset		1.00	1.00
		<hr/>	<hr/>
		58.49	61.66
	tuotto - kulut	1.43mk	11.16mk

Katetuoton muutos yhtä munan painon lisägrammaa kohti
munan painon noustessa 53 grammasta 65 grammaan on 0.81 mk

Kanan painon taloudellinen paino

<u>tuotto</u>		kanan paino	
		1.5 kg	2.5 kg
munatuotos	(240kpl x 58g x 4.48mk)	62.36	62.36
teurastuotos	(kanan paino x 1.50 mk)	2.25	3.75
		<hr/>	<hr/>
		64.61	66.11
<u>kulut</u>			
munintansa aloittava nuorikko		15.00	17.00
elatusrehu	(20 tai 29 rehukg x 1.10mk)	22.00	31.90
tuotantorehu	(13.92 kg x 1.10 mk/kg)	15.31	15.31
muut kustannukset		1.00	1.00
		<hr/>	<hr/>
		53.31	65.21
	tuotto - kulut	11.30mk	0.90mk

Katetuoton muutos 100 g:n elopainon muutosta kohti
kanan painon kasvaessa 1.5 kg:sta 2.5 kg:aan on - 1.04 mk

Sukukypsyyksiän taloudellinen painoSukukypsyyksille annetaan taloudellinen paino 0 mk.Kpl-tuotoksen taloudellinen paino

	tuotostaso, muna	
<u>tuotto</u>	150	300
munatuotos (kpl-tuotos x 58g x 4.48mk)	38.98	77.96
teurastuotos (1.95kg x 1.50mk/kg)	2.93	2.93
	<hr/>	<hr/>
	41.91	80.89
<u>kulut</u>		
munintansa aloittava nuorikko	16.00	16.00
elatusrehu (25 rehukg x 1.10mk/kg)	27.50	27.50
tuotantorehu (kpl-tuotos x 58g x 1.10mk)	9.57	19.14
muut kustannukset	1.00	1.00
	<hr/>	<hr/>
	54.07	63.64
tuotto - kulut	-12.16mk	17.25mk

Katetuoton muutos yhtä lisämunaa kohti tuotostason noustessa 150 munasta 300 munaan 0.20 mk.

Muninta-%:n taloudellinen paino

	tuotostaso	
<u>tuotto</u>	60%	80%
munatuotos (58g x kpl-tuotos x 4.48mk)	56.12	74.82
teurastuotos (1.95kg x 1.50mk/kg)	2.93	2.93
	<hr/>	<hr/>
	59.05	77.75
<u>kulut</u>		
munintansa aloittava nuorikko	16.00	16.00
elatusrehu (25kg x 1.10mk/kg)	27.50	27.50
tuotantorehu (58g x kpl-tuotos x 1.10mk)	13.78	18.37
muut kustannukset	1.00	1.00
	<hr/>	<hr/>
	58.28	62.87
tuotto - kulut	0.77mk	14.88mk

Katetuoton muutos yhtä muninta-%:n yksikköä kohti tuotostason noustessa 60%:sta 80%:iin on 0.71 mk.

G/p-tuotoksen taloudellinen paino

<u>tuotto</u>		tuotostaso	
		40 g/p	50 g/p
munatuotos	(g/p-tuotos x 360p x 4.48mk)	64.51	80.64
teurastuotos	(1.95kg x 1.50 mk/kg)	2.93	2.93
		<hr/>	<hr/>
		67.44	83.57
 <u>kulut</u>			
munintansa aloittava nuorikko		16.00	16.00
elatusrehu	(25 rehukg x 1.10mk/kg)	27.50	27.50
tuotantorehu	(g/p-tuotos x 360p x 1.10mk)	15.84	19.80
muut kustannukset		1.00	1.00
		<hr/>	<hr/>
		60.34	64.30
	tuotto - kulut	7.10mk	19.27mk

Katetuoton muutos yhtä g/p-tuotoksen lisäyksikköä kohti tuotoksen noustessa 40 g/p:stä 60 g/p:ään on 2.64 mk.

Indeksien laskennassa käytetyt matriisit

kokonaisgenotyyppin ominaisuudet	mitattavat muuttujat
1. munan paino	1. munan paino
2. kanan paino	2. kanan paino
3. sukukypsyyssikä	3. sukukypsyyssikä
4. kpl-tuotos	4. kpl-tuotos
	5. munintaprosentti
	6. g/p-tuotos

C-matriisi geneettinen ominaisuuksien varianssi-kovarianssimatriisi

	1	2	3	4
1	8.594	0.255	5.220	1.173
2	0.225	0.027	0.074	0.370
3	5.220	0.074	97.921	-74.318
4	1.173	0.370	-74.318	334.113

G-matriisi geneettinen ominaisuuksien ja muuttujien varianssi-kovarianssimatriisi

	1	2	3	4
1				
2	sama kuin C-matriisi			
3				
4				
5	-1.680	0.068	-11.988	75.610
6	5.374	0.188	2.760	37.990

P-matriisi fenotyyppinen muuttujien va-
rianssi-kovarianssimatriisi

	1	2	3	4	5	6
1	12.902	0.261	5.284	1.369	-2.829	7.783
2		0.047	0.199	0.728	0.177	0.342
3			219.410	-145.739	-12.320	-8.332
4				1588.937	371.098	201.612
5					124.634	64.078
6						43.505

V-matriisi ominaisuuksien taloudelli-
set painokertoimet

	1	2	3	4
1	0.81	-10.4	0.0	0.20

VI Kirjallisuusluettelo

- ABPLANALP, H. 1956. Selection procedures for poultry flocks with many hatches. Poultry Sci. 35: 1285-1304.
- ANONYM, 1973. Instilling om avlsplan før verpehøns. Monistete, 94 s. Ås 8.11.1973.
- ASMUNDSON, V.S. & LERNER, I.M. 1933. Inheritance of rate of growth in domestic fowl. II. Genetic variation in growth of Leghorns. Poultry Sci. 12: 250-255.
- BENNION, N.L. & WARREN, D.C. 1933. Temperature and its effect on egg size in the domestic fowl. Poultry Sci. 12: 69-82.
- BOWMAN, J.C. 1960. Lighting techniques for the domestic fowl. I. Experiments 1958-59, British Poultry Sci. 1: 122-134.
- & JONES, R.H. 1961. Lighting techniques for the domestic fowl. II. Experiments 1959-60. British Poultry Sci. 2: 91-106.
- & JONES, R.H. 1963 III. Experiments 1960-61. British Poultry Sci. 4: 27-37.
- & JONES, R.H. & KNIGHT, D.W. 1964. Lighting techniques for the domestic fowl. IV. Experiments 1961-62. British Poultry Sci. 5: 217-234.
- BYERLY, T.C. & KNOX, C.W. 1946. Date of hatch and day length affect age at first egg. Poultry Sci. 25: 587-592.
- CALLENBACH, E.W. 1934. Interrelationship of body weight, egg weight and age at sexual maturity. Poultry Sci. 13: 267-273.
- CLARK, T.B. 1940. The relation of production and egg weight to age in White Leghorn fowls. Poultry Sci. 19: 61-66.
- CUNNINGHAM, E.P. 1969. Animal breeding theory. Universitetsforlaget, Oslo 272 s.

- CUNNINGHAM, E.P. 1970. SELIND, a computer program for genetic selection indexes, Moniste 6 s. Dublin. November 1970.
- ESKILT, A. 1962. Genetisk analyse av tallmateriale fra Statens kontrollavlsstasjoner for høns. Moniste. (Ref Kolstad 1972.)
- GARBER, M.J. & GODBEY, C.B. 1952. The influence of sire, dam and hatching date on specific rate of growth of Single Comp White Leghorn pullets from hatching to twelve weeks of age. Poultry Sci. 31: 945-955.
- GOWE, R.S. & WAKELY, W.J. 1954. Environment and poultry breeding problems. 1. The influence of several environments on the egg production and viability of different genotypes. Poultry Sci. 33: 691-703.
- HALL, G.O. & MARBLE, D.R. 1931. The relationship between the first year egg production and the egg production of later years. Poultry Sci. 10: 194-203.
- HAYS, F.A. 1951. The relation of age at sexual maturity on some developmental characters. Poultry Sci. 30: 723-726.
- 1952. Effects of age at sexual maturity on body weight, egg weight and egg production. Poultry Sci. 31: 1050-1054.
- 1958. Laying house temperature and egg production. Poultry Sci. 37: 592-595.
- HAZEL, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28: 476-490.
- JULL, M.A. 1952. Poultry breeding. 398 s. New York.
- KIISKINEN, T. 1974. Suullinen tiedonanto rehun kulutussesta.
- KINNEY, T.B. 1969. A summary of reported estimates of heritabilities and of genetic correlations for traits of chicken. USDA-ARS Agriculture Handbook No. 363.

- KOLSTAD, N. 1972. Arvbarhet og korrelasjoner for økonomisk viktige egenskaper hos verpehøns. Meld. fra Norges Landbrukshøgskole 51, Nr 6.
- 1974. Ominaisuuksien taloudelliset painot munantuotantoindeksissä. Kirje koskien Norjan osuutta NKJ-26- projektissa. 2 s.
- LERNER, I.M. 1946. The effect of selection for shank length, on sexual maturity and early egg weight in Single Comb White Leghorn-pullets. Poultry Sci. 25: 204-209.
- & GRUDEN, D.M. 1948. The heritability of accumulative monthly and annual egg production. Poultry Sci. 27: 67-78.
- LILJEDAHL, L-E & WEYDE, C. 1974. Studier av besättningskontrollen för värphöns - en jämförelse mellan ordinarie och förlängd testperiod. Institutionen för husdjursförädling. Rapport nr 4.
- LUSH, J.L. 1931. The number of daughters necessary to prove a sire. J. of Dairy Sci. 14: 209-220.
- 1945. Animal breeding plans. 443 s. Ames Iowa.
 - 1947. Family merit and individual merit as bases for selection. Am.Mat. 8: 241-261.
- MADDISON, A.E. 1961. Index selection of a poultry flock using an electronic computer. VIII. Internationaler Tierzuchtkongress, Hamburg 1961. Final Report 201-205.
- MAIJALA, K. 1956. Kukkojen siitosarvostelusta. Koetoim. ja Käyt. 1. 1956.
- 1966. Repeatabilities and correlations of economic traits in the Finnish Random Sample Egg-laying test. Annales Agriculturae Fenniae 5: 48-63.
 - 1965 a. Uusi jalostusohjelma ja siitoskanalat. Siipikarja 47: 6-9.

- MAIJALA, K. 1965 b. Suomen kanatalousohjelma ja viime vuosien saavutukset. Siipikarja 47: 326-337.
- 1967. Suomen kananjalostuksesta. Siipikarja 49: 199-208, 246-250.
- 1968. Data processing in national breeding schemes in respect to poultry selection in Finland. Moniste. International Summer School on Biomathematics and Data Processing in Animal Experiments. 7 s.
- MEHNER, A. 1962. Lehrbuch der Geflügelzucht. 531 s. Hamburg.
- MIDTLID, S. 1953. Genetiske undersøkelser av eggtylsen hos kvite italienerne. Melding fra Institutt for avls- og raselaere nr 72: 426-477.
- MILLER, M.M. & QUISENBERRY, S.H. 1959. Factors affecting feed efficiency for egg production in selected strains of gaged layers. Poultry Sci. 38: 757-766.
- MUELLER, W.J. 1961. The effect of constant and fluctuating environmental temperatures on the biological performance of laying pullets. Poultry Sci. 40: 1562-1571.
- MUELLER, C.D. & HUTT, F.B. 1946. The number of daughters necessary for progeny tests in the fowl. Poultry Sci. 25: 246-255.
- NORDSKOG, A.W. 1966. The evolution of animal breeding practices - commercial and experimental. Worlds Poultry Sci. J. 22: 207-216.
- OLIVER, M.M., BOHREN, B.B. & ANDERSON, V.L. 1957. Heritability and selection efficiency of several measures of egg production. Poultry Sci. 36: 395-402.
- RAGAB, M.T. & ASSEM, M.A. 1953. Effect of atmosphere temperature and daylight on egg weight and yield in Fayoumi and Baladi fowl. Poultry Sci. 32: 1021-1027.

- ROBERTSON, A. 1959 a. Experimental design in the evaluation of genetic parameters. *Biometrics* 15: 219-225.
- 1959 b. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics* 15: 469-485.
- SANNAN, F. & NILSSEN, S. 1969. Smånäringene 1969. Melding om offentlige lantbrukstiltak i året 1969. Erip. 32 s.
- SKALLER, F. 1954 a. Studies on the assesment of egg production in poultry breeding investigations. 1. The optimal period for recording first year egg production. *Poultry Sci.* 33: 29-35.
- 1954 b. Studies on the assesment of egg production in poultry breeding investigations. 2. The correlation of hatching date. *Poultry Sci.* 33: 316-321.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1969. *Biometry*. San Francisco.
- STEEL, R.G. & TORRIE, J.H. 1960. *Principles and procedures of statistics*. 480 s. New York.
- UPP, C.W. & THOMPSON, R.B. 1927. Influence of time of hatch on hatchability of the eggs, rate of growth of the chicken and characteristics of the adult female. *Okla. Agr. Exp. Sta. Bull.* 167: 1-36. (Jull 1952 s 296)
- UUSITALO, H. 1969. Jälkeläisarvostelujen merkityksestä ja luotettavuudesta erityisesti kukkojen siitosarvostelua silmällä pitäen. *Laudaturtyö, moniste*. 129 s.
- VAINIKAINEN, V. 1957. Kanojen elopainon sekä niiden munien painon kehityksestä muninta-aikana. *Maatal. ja Koetoim.* 11: 24-28.
- WATERS, N.F. 1937. Body weight, egg weight, sexual maturity and growth rate in the domestic fowl. *Poultry Sci.* 16: 305-313.
- WILSON, W. & WARREN, D.C. 1934. Initial egg weight as a basis of prediction of maximum egg size. *Poultry Sci.* 13: 52-55.

ISBN 951-45-0594-8
Helsingin yliopiston monistuspalvelu, offset 1975