

**Pahnuekoko ja porsimisväli emakon
hedelmällisyyden kuvaajina keino-
siemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa
kenttäaineiston perusteella arvioituna**

Anu Leukkunen
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1979

Julkaisijat:

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

PAHNUEKOKO JA PORSIMISVÄLI EMAKON HEDELMÄLLISYYDEN KUVAAJINA
KEINOSIEMENNYSKARJUIEN JÄLKELÄISARVOSTELUSSA KENTTÄAINEISTON
PERUSTEELLA ARVIOITUNA

Anu Leukkunen
Pro gradu-työ 1979

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	1
TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMA	1
KIRJALLISUUSKATSAUS	2
1. Hedelmällisyysarvostelun tarve	2
2. Hedelmällisyysarvostelun teoriaa	4
2.1. Eräitä keskeisimpiä käsitteitä	4
2.2. Ominaisuuden jalostusarvostelun edellytykset	5
2.3. Arvosteluvarmuus	6
3. Pahnuekoko emakon hedelmällisyyden kuvaajana	9
3.1. Yleistä	9
3.2. Pahnuekokoon vaikuttavia ympäristötekijöitä	11
3.2.1. Ruokinta ja hoitoympäristö	11
3.2.2. Vuosi ja vuodenaika	15
3.2.3. Sikala	16
3.2.4. Muita ympäristötekijöitä	16
3.3. Pahnuekoon geneettinen säätely	17
3.3.1. Emakon ikä ja porsimiskerta	17
3.3.2. Pahnuekoon perinnöllisyys	19
3.3.3. Sukusiitos ja risteytys	21
3.3.4. Karju	22
3.4. Pahnuekoon suhde eräisiin muihin emakon hedelmällisyysominaisuuksiin	23
3.4.1. Pahnuekoko kolmen viikon vanhana ja vieroitettaessa	23
3.4.2. Pahnueen paino-ominaisuudet	25
3.4.3. Emakon nisäluku	27
4. Porsimisväli emakon hedelmällisyyden kuvaajana	29
4.1. Yleistä	29
4.2. Välivaiheen pitkittymisen syitä	30
4.3. Porsimisvälin perinnöllisyys ja suhde eräisiin hedelmällisyysominaisuuksiin	32
5. Emakon hedelmällisyysominaisuuksien ja sian kasvu- ja teurasominaisuuksien välisistä vuorosuhteista	33

OMAT TUTKIMUKSET	
1. Tutkimusaineisto	37
2. Tutkimusmenetelmät	39
2.1. Pahnuekokoon vaikuttavat tekijät	39
2.1.1. Alue, vuosi, vuodenaika, emän rotu, siemennyskarjun rotu ja emakon isä	40
2.1.2. Karja, seminologi ja karju	42
2.2. Porsimisväliin vaikuttavat tekijät	43
2.2.1. Vuosi, vuodenaika, alue, siitostyyppi ja sikalan koko	44
2.2.2. Sikala ja emakon isä	44
3. Tulokset	45
3.1. Ominaisuuksien jakaumat	45
3.2. Pahnuekokoon vaikuttavat tekijät	47
3.3. Porsimisväliin vaikuttavat tekijät	51
3.4. Ominaisuuksien heritabiliteetit ja keskinäiset riippuvuussuhteet	53
4. Tulosten tarkastelu	55
JOHTOPÄÄTÖKSET	61
TIIVISTELMÄ	62
KIRJALLISUUSLUETTELO	63
LIITTEET	72

JOHDANTO

Sikojen keinosiemennyksen yleistyminen - vuonna 1977 siennettiin 29 % emakoista - ja keinosiemennyskarjujen ankara, kasvuun ja teurasominaisuuksiin perustuva valinta on herättänyt aiheellista huolta sikakantamme hyvän sikiävyyden säilyttämisestä. Porsastuotantoahan voidaan pitää kaiken muun siiankasvatuksen perustana ja hyvää sikiävyyttä kannattavan sikatalouden edellytyksenä.

Emakkojen jalostusarvostelu porsastuotanto-ominaisuuksissa on toistaiseksi ollut jalostajien ainoa keino edistää emakkojen hedelmällisyyttä. Alhaisen arvosteluvarmuuden (MAIJALA 1971) vuoksi tämä toiminta on melko tehotonta. Keinosiemennyksen yleistymisen myötä on tullut mahdolliseksi keinosiemennyskarjujen hedelmällisyysarvostelu. Jopa satoja tyttäriä siitokseen jättävien karjujen arvostelu voidaan perustaa niiden tyttärien porsastuotantokyvyn arvosteluun.

TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMA

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää siemennyskarjujen arvostelumahdollisuuksia niiden tyttärien hedelmällisyystietojen perusteella. Lähtökohdaksi on otettu ennestään keinosiemennystoiminnan yhteydessä kerättävien tietojen hyödyntäminen. Näin arvostelujen laskeminen voitaisiin aloittaa mahdollisimman vähin kustannuksin.

Työssä on rajoitettu kahden hedelmällisyysominaisuuden tutkimiseen: pahnuekoon ja porsimisvälin. Karjujen välittömän hedelmällisyyden mittareihin ei juuri puututa, vaikka niiden yhteyttä nyt tutkittaviin ominaisuuksiin olisikin

ollut mielenkiintoista tarkastella.

Työssä etsitään vastausta kolmeen kysymykseen:

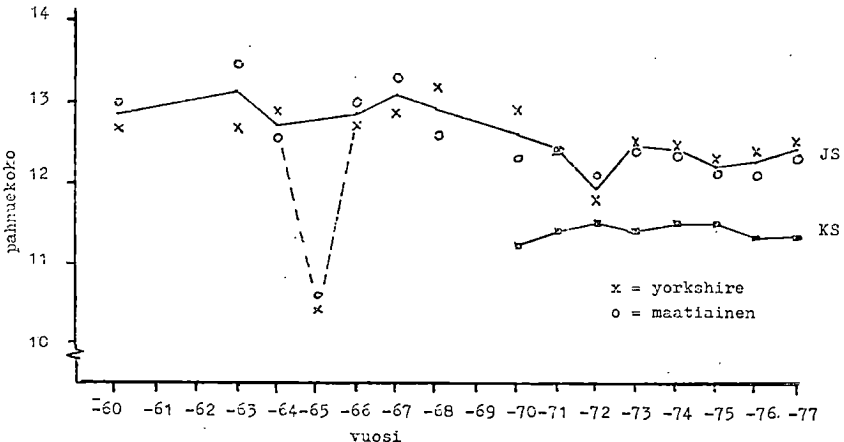
- 1) Minkälaisia emakon hedelmällisyyden kuvaajia ovat pahnuekoko syntyessä ja porsimisväli? Miten ne soveltuvat hedelmällisyydsarvostelun perustaksi?
- 2) Miten arvostelun laskemiseen vaikuttaa ensimmäisen asteen risteytysten runsas käyttö?
- 3) Mitä tietoja eläimistä tarvitaan arvostelujen laskemiseksi?

KIRJALLISUUSKATSAUS

1. HEDELMÄLLISYYDSARVOSTELUN TARVE

Arvioitaessa hedelmällisyyden arvostelutarvetta siolla on syytä tarkastella keskeisimmässä mittareissa tapahtunutta kehitystä pitkällä aikavälillä, ominaisuuden taloudellista merkitystä ja eräitä muita kuten keinosiemennyskarjujen suuren käytön tuomia vaatimuksia.

Keinosiemennystilastoissa ovat vuotuiset pahnuekokokeskiarvot pysyneet lähes muuttumattomina koko 70-luvun ajan. Jalostussikaloissa sen sijaan voidaan havaita pientä laskua.



KUVA 1. Keskimääräinen pahnueen syntymäkoko jalostussikaloissa (JS)vv. 1960-1970 ja keinosiemennetyillä emakoilla vv. 1970-1977 (KS).

Pahnuekoon painotettu keskiarvo 60-luvulla on ollut 12.9, kun vastaava arvo 70-luvulla on ollut 12.3. Eroa on 0.6 porsasta (KUVA 1). Ensikkoja ei jalostussikalatilastoissa ole lainkaan mukana. Havaittuun hienoiseen laskuun on saattanut osittain vaikuttaa keinosiemennyksen yleistyminen. Siten hedelmöitetty pahnueet ovat arviolta puoli porsasta pienempiä kuin astuttamalla hedelmöitettyt (SKJERVOLD 1975; KANGASNIEMI ja LINDSTRÖM 1977; RAL ym.1977).

Vaikka sikakantamme hedelmällisyys kansainvälisesti ottaen on hyvä, ei keskimääräistä pahnuekokoa voida vielä pitää ihanteellisena tai optimaalisena. Useissa tutkimuksissa on todettu suurimmat pahnuekoot kolmen viikon vanhoina saavutetun, kun pahnueen syntymäkokoa on ollut 14 - 17 (KORKMAN 1947; LEGAULT ym.1977; EIKJE 1974). Parantuneet hoitolosuhteet ja pikkuporsaiden keinoruokinnan kehittyminen todennäköisesti nostavat optimaalista pahnuekokoa, sillä niiden ansiosta parantuvat erityisesti suurissa pahnueissa syntyneiden eloonjäätämahdollisuudet.

Tarkasteltaessa erilaisia emakkojen teurastussyitä voidaan huomata, että hedelmällisyshäiriöt muodostavat edelleenkin suurimman ryhmän. Viimeaikaisissa selvityksissä on näiden osuudeksi ilmoitettu 55 - 64 % emakoiden ja siitokseen valittujen ensikoiden teurastuksissa (MIŠKOVIĆ ym. 1977; TOMES ym. 1977).

Sekä pahnuekoon että porsimisvälin merkitys sikatalouden harjoittamisessa on erittäin suuri. Yhden eloonjääneen porsaan lisäys emakkoa kohden vuodessa lisäsi vuoden 1973 laskelmassa emakolle lasketussa katetuotossa porsastuotannon kannattavuutta 99 markalla (MELEN 1973). Porsaan myyntihinta oli tuolloin 125 markkaa. Tällä hetkellä arvioidaan, että tiinehtymätön emakko maksaa siankasvattajalle 55 markkaa kuukaudessa. Tämän lisäksi tulevat keinosiemennysyhdistysten ylimääräiset kulut emakon uusiessa. Kysymys olisi miljooniin markkoihin nousevasta hyödystä pahnueen vieroituskoon suurenemisen kohdalla ja kysymys on useiden miljoonien markkojen vuotuisista tap-

pioista tiinehtymättömyyden kohdalla.

On ilmeistä, että hedelmällisyysarvostelutoimia on syytä tehostaa emakkojen hedelmällisyyden edistämiseksi, mutta ennen kaikkea jo nykyisen hedelmällisyydetason säilyttäminen edellyttää keinosiemennyskarjujen hedelmällisyystarkkailun aloittamista. Suositusta karjasta saattaa siitokseen jäädä satoja tyttäriä. Niin kauan, kun karjujen arvosta emakko-ominaisuuksien periyttäjänä ei ole käsitystä, on todennäköistä, että käytetään laajasti myös sellaisia karjuja, jotka periyttävät tyttärilleen alhaisista pahnuekokoa. Tarkkailu mahdollistaisi tällaisten selvästi huonojen karjujen karsimisen tai niiden tyttärien karsinnan. Tarkkailemalla karjujen jälkeläisten hedelmällisyyttä voidaan välttyä myös karjujen valintakriteerioiden ja hedelmällisyyden välisten mahdollisten negatiivisten vuorosuhteiden muuten huomaamattomilta vaikutuksilta.

2. HEDELMÄLLISYY SARVOSTELUN TEORIAA

2.1. Eräitä tärkeimpiä käsitteitä

Hedelmällisyydellä, joka muodostuu lukuisten ominaisuuksien ja tekijöiden yhteisvaikutuksena, tarkoitetaan eläimen kykyä tuottaa jälkeläisiä. Hedelmällisyyden kuvaajia on lukuisia sen mukaan onko kyse uroksen vai naaraan hedelmällisyydestä ja sen mukaan mitä lisääntymiskyvyn puolia tarkastellaan. Ainoakaan hedelmällisyyden mittari ei yksin ole riittävä kuvaamaan hedelmällisyyden kaikkia puolia. Tavallisimpia sian hedelmällisyyden kuvaajia eli mittareita ovat emakolla pahnuekoko, pahnuepaino, kuolleisuus, maidontuotantokyky, nisäluku, pahnueen koko ja paino kolmen viikon iässä ja vieroitettaessa sekä porsimisväli, karjulla uusimattomuusprosentti, siemenestä syntyneen pahnueen koko ja astumishalu.

Hedelmällisyysarvostelu on jalostusarvostelua, jonka tarkoituksena on löytää eläinten väliset geneettiset erot yhdessä tai useammassa hedelmällisyysominaisuudessa.

Sikiävyyttä ja hedelmällisyyttä käytetään usein synonyymeina. Tässä työssä sikiävyys-käsite viittaa kerralla tuotettujen jälkeläisten määrään.

Porsimisvälillä tarkoitetaan aikaa edellisestä porsimisesta ko. porsimiseen. Porsimisväli muodostuu imetysajasta, välivaiheesta ja tiineysajasta. Välivaiheella tarkoitetaan aikaa imetyksen päättymisestä tiinehdyttävään siemennykseen.

Jos ei toisin mainita, tarkoitetaan tässä esityksessä pahnuekoolla syntymähetken pahnuekokoa.

Sanaa siitostyyppi on käytetty tarkoittamaan pahnueen vanhempien rotuyhdistelmää.

2.2. Ominaisuuden jalostusarvostelun edellytykset

Ominaisuuden jalostusarvostelun yleisiä edellytyksiä ovat perinnöllisen muuntelun esiintyminen ja ominaisuuden mitattavuus; useiden ominaisuuksien kohdalla, sialla esimerkiksi lihan laatu, ei eläimen arvoa voida suoraan määrittää jalostettavassa ominaisuudessa, vaan on käytettävä välillisiä mittareita, jotka korreloivat voimakkaasti jalostettavaan ominaisuuteen. Tarkemmin ilmaistuna ominaisuudesta on tunnettava:

- käytetyn mittarin luotettavuus ominaisuuden arviona
- ominaisuuden periytymistapa
- mittarin fenotyyppinen muuntelu populaatiossa
- mittarin genotyyppinen muuntelu populaatiossa
- mittarin heritabiliteetti

Harvemmin eläimiä halutaan valita vain yhden mitattavan ominaisuuden perusteella. Kun jalostettavana on useita ominaisuuksia, on ominaisuudesta tunnettava sen ja muiden jalostuksen kohteena olevien ominaisuuksien väliset feno-

tyyppiset ja geneettiset vuorosuhteet. Jos ominaisuuksien arvostelut yhdistetään indeksiksi, on vielä tunnettava niiden keskinäiset taloudelliset painokertoimet. Sian hedelmällisyysarvostelun kohdalla tämä tarkoittaa, että on tunnettava keskeisimpien sian kasvu- ja teurasominaisuuksien ja arvosteltavien hedelmällisyysominaisuuksien väliset vuorosuhteet.

2.3. Arvosteluvarmuus

Arvosteluvarmuudella (b) tarkoitetaan eläimen jalostusarvon arvion ja todellisen jalostusarvon välistä todennäköistä vastaavuutta. Arvosteluvarmuutta kuvataan asteikolla nollasta yhteen siten, että arvosteluvarmuuden ollessa nolla ei jalostusarvostelun oikeellisuutta voida ennustaa ja arvosteluvarmuuden lähetessä yhtä on jalostusarvostelu erittäin luotettavaa.

Ominaisuuksissa, joilla on alhainen heritabiliteetti, vaikuttaa saavutettavaan arvosteluvarmuuteen ratkaisevasti käytetty arvostelumenetelmä : yksilöarvostelussa arvosteluvarmuus jää pieneksi, mutta riittävän suureen jälkeläismäärään perustuvassa jälkeläisarvostelussa päästään hyvinkin suureen varmuuteen. Emakoiden arvostelu viidenkin pahnueen perusteella on melko epävarmaa (b = 0.30). Sen sijaan karjujen jälkeläisarvostelu sadan tytären porsastuotannon perusteella antaa n. 70 %: sen varmuuden, kun pahnuekoon periytyvyysasteeksi oletetaan 0.10 (TAULUKOT 1 ja 2).

Arvosteluvarmuus puolisisariin perustuvassa jälkeläisarvostelussa:

$$b = \frac{0.25 \cdot n \cdot h^2}{1 + (n-1) \cdot 0.25 \cdot h^2}$$

n = jälkeläisten lkm.
h² = heritabiliteetti

Arvosteluvarmuus yksilöarvostelussa:

$$b = \frac{n \cdot h^2}{1 + (n-1) \cdot r_u}$$

n = mittausten lkm. (esim. pahnueiden lkm.)

r_u = toistuvuus, todennäköisyys, jolla saatu mittaustulos toistuu uusittaessa mittaus

h^2 = periytyvyysaste

(lähde: JOHANSSON ja RENDEL, 1963)

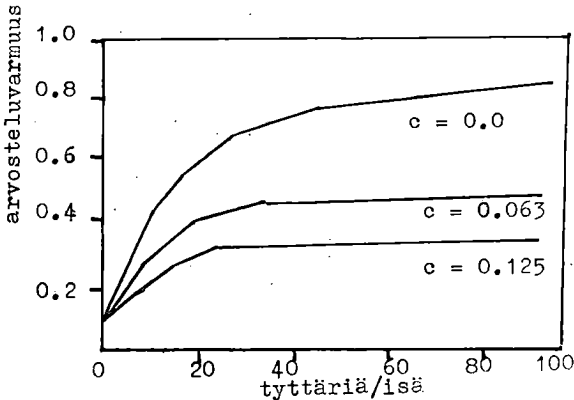
TAULUKKO 1. Karjun jälkeläisarvostelun varmuus, kun pahnuekoon periytyvyysasteiksi on oletettu 0.07, 0.10, 0.12 ja 0.15.

N = jälkeläis- ryhmän koko	periytyvyysaste			
	0.07	0.10	0.12	0.15
5	0.08	0.11	0.13	0.16
10	0.15	0.20	0.24	0.28
15	0.21	0.28	0.32	0.37
20	0.26	0.34	0.38	0.43
30	0.34	0.43	0.48	0.54
40	0.38	0.51	0.55	0.61
50	0.46	0.56	0.61	0.66
60	0.51	0.61	0.65	0.70
80	0.58	0.67	0.71	0.75
100	0.63	0.72	0.76	0.79
150	0.72	0.79	0.82	0.85
200	0.78	0.84	0.86	0.88

TAULUKKO 2. Emakon porsastuotantoarvostelun varmuus, kun pahnuekoon periytyvyysasteeksi on oletettu 0.07, 0.10, 0.12 ja 0.15 ja vastaavasti toistuvuudeksi 0.11, 0.15, 0.18 ja 0.21.

arvoste- lussa por- simisia	$r_u =$	0.11	0.15	0.18	0.21
	$h^2 =$	0.07	0.10	0.12	0.15
1		0.07	0.10	0.12	0.15
2		0.13	0.17	0.20	0.25
3		0.19	0.23	0.26	0.32
4		0.21	0.23	0.31	0.37
5		0.24	0.31	0.35	0.41

Käytetyn arvostelumenetelmän lisäksi vaikuttavat saavutettavaan arvosteluvarmuuteen merkittävästi erilaiset systemaattiset ja satunnaiset ominaisuuteen vaikuttavat tekijät. Tällaisia tekijöitä ovat mm. sikaloiden väliset ruokinta- ja hoitoerot, rotuerot, porsimiskertojen väliset erot. Harhaa jälkeläisryhmien tason arvosteluun saattaa aiheuttaa myös karjujen valikoiva käyttö. Tällöin on tavallisesti kyseessä parempien karjujen keskimääräistä tiheämpi käyttö hyvillä emakoilla. Jälkeläisarvostelussa oletetaan, että jälkeläisryhmä muodostuu umpimähkäisestä joukosta emakkoja, jotka ryhmänä edustavat arvosteltavan eläimen jälkeläistön keskitasoa. Mikäli jälkeläisryhmissä systemaattisten ja satunnasten tekijöiden suhteen eivät päde ns. umpimähkäisoletukset, saattaa arvosteluvarmuus pudota jopa puoleen (KUVA 2).



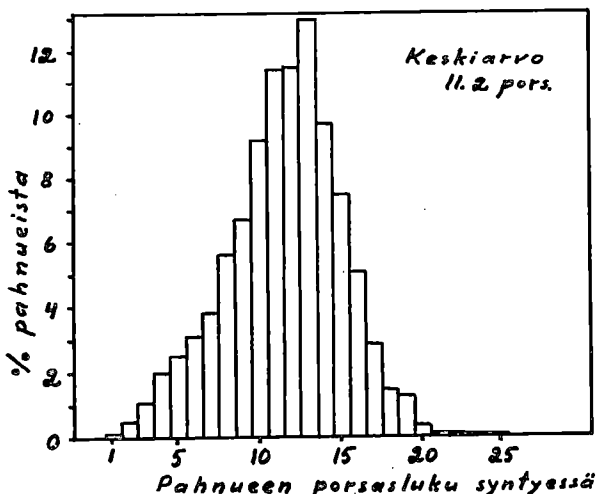
KUVA 2. Systemaattisten tekijöiden, C-effects, vaikutus arvosteluvarmuuteen kun $h^2 = 0.30$ (JOHANSSON ja RENDEL 1963)

3. PAHNUEKOKO EMAKON HEDELMÄLLISYYDEN KUVAAJANA

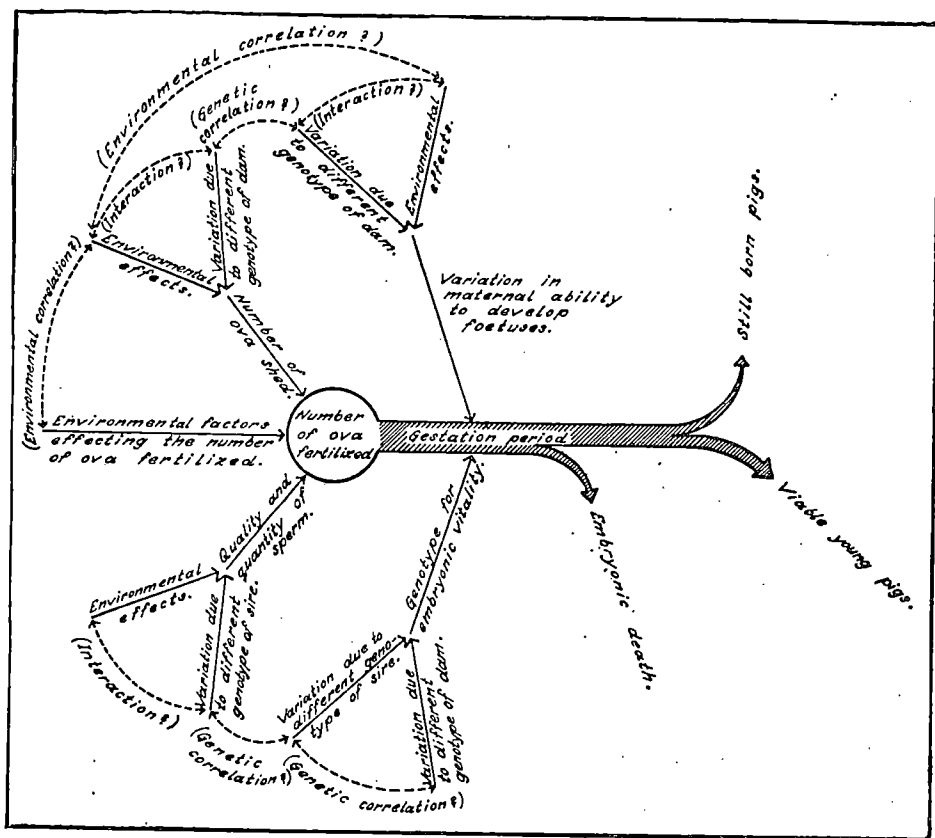
3.1. Yleistä

Syntyvien porsaiden lukumäärä vaihtelee erittäin paljon (KUVA 3.). Verrattaessa syntymähetken pahnuekoko pahnueen kokoon kolmen viikon iässä tai vieroitettaessa on huomattava, että jälkimmäisissä tapauksissa pahnuekoko kuvaa paitsi emakon sikiävyyttä myös porsaiden elinvoimaa. Porsaiden elinvoimaisuuteen vaikuttavat mm. emakon edellytykset kasvattaa sikiöt ja myöhemmin kyky hoitaa ja ravita porsaas sekä porsaan perimä genotyyppi.

Pahnuekoon muunteluun vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kahteen päälohkoon: hedelmöittyvien munasolujen määrään vaikuttavat tekijät ja sikiökuolleisuuteen vaikuttavat tekijät. Hedelmöittyneiden munasolujen määrään vaikuttaa erittäin lukuisten ympäristötekijöiden ohella emakon perimästä ja ympäristöstä johtuva kyky tuottaa munasolu-



KUVA 3. Pahnuekoon jakauma suomalaisessa keinosiemen-
nysaineistossa, N = 5192 (MAIJALA 1971).



KUVA 4. Vaiheet munasolujen irtoamisesta lopulliseen pahnuekokoon ja eri vaiheisiin vaikuttavat tekijät (SKJERVOLD 1963).

ja. Myös karjun siemenen laatu ja määrä vaikuttavat hedelmöittymistulokseen. Syntynyt genotyyppi ja emakon kyky kasvattaa sikiöt vaikuttavat sikiökuoleisuuteen (KUVA 4.). Emakon perimä vaikuttaa siis kolmella tasolla pahnuekokoon:

- 1) irtoavien munasolujen määrää säätelevien geneettisten tekijöiden kautta
- 2) tiineysaikana sikiöiden kasvuympäristöä ja -olosuhteita säätelevien geneettisten tekijöiden kautta
- 3) sikiölle siirtyvien elinvoimaisuuteen vaikuttavien perintötekijöiden kautta

3.2. Pahnuekokoon vaikuttavia ympäristötekijöitä

Pahnuekokoon vaikuttavien tekijöiden tarkastelussa pitäydytään eri tekijöiden vaikutuksien suuruuksien esittelyyn, eikä paneuduta niiden fysiologisiin vaikutusmekanismeihin kovinkaan syvällisesti.

3.2.1. Ruokinta ja hoitoympäristö

Ravitsemuksen tärkeimmät osatekijät ovat valkuainen, energia, vitamiinit ja kivennäisaineet. Näiden vaikutusta emakon hedelmällisyyteen, erityisesti pahnuekokoon, on tutkittu erittäin paljon.

Vitamiinien ja kivennäisten osalta voidaan todeta, että useimpien kohdalla niukka saanti tai absoluuttinen puutos johtaa vakaviin elintoimintojen häiriöihin, jotka heijastuvat eläimen hedelmällisyyteen sitä alentaen tai tehden eläimet kykenemättömiksi jatkamaan sukua. Lievät puutostilat mahdollisesti vain alentavat hedelmällisyyttä. Vitamiineista A-, D- ja E-vitamiinien ja hivenaineista mm. mangaanin ja seleenin on todettu olevan yhteydessä eläinten hedelmällisyyteen.

Valkuaisen saannin vaikutuksia tutkittaessa on havaittu, ettei ankarallakaan valkuaisrajoituksella näytä olevan vaikutusta syntyvien porsaiden lukumäärään tai keskimääräiseen porsaspainoon (TAULUKKO 3.). Eroja on syntynyt vasta kun emakot on pidetty lähes proteiinittomalla dieetillä. Tällöin pahnueet ovat olleet normaaliruokinnalla olleiden emakkojen pahnueita keskim. porsaan pienempiä. Proteiinivaje ruokinnassa ei vaikuta sikiöiden ravinnosaantiin, sillä emakko pystyy muuttamaan valkuaisaineenvaihduntaansa niin, että sen omat kudokset korvaavat rehun valkuaisen puutteen ja turvaavat sikiöiden normaalin kehityksen.

TAULUKKO 3. Valkuaisrajoituksen vaikutus pahnuekokoon ja porsaiden keskimääräiseen syntymäpainoon, yhteenveto 43 kokeesta (ANDERSON ja MELAMPY 1972).

kokeiden lkm	valkuaisen saanti g/pv		eläviä pahnueessa		keskim. porsas- paino s. kg	
	R	N	R	N	R	N
6	2	225	8.8	9.9	0.93	1.15
10	83	354	11.0	10.6	1.18	1.22
17	156	350	9.5	9.5	1.29	1.29
10	306	485	11.4	11.5	1.32	1.34

R = rajoitettu, N = normaali

Kasvuvaiheessa ennen sukukypsyyden saavuttamista on alhaisen proteiinitason (10 % vs. 14 % valkuaista rehusa) havaittu vaikuttavan siten, että eläimet saavuttavat sukukypsyyden myöhemmin ja elopainoltaan kevyempinä kuin vertailuryhmä. Sikiöiden lukumäärässä 25 päivän tiineyden jälkeen, porsaiden syntymäpainoissa ja pahnueen syntymäkoossa ei ryhmien välillä todettu eroja (WAHLSTROM ja LIBAL 1977).

Tarkasteltaessa dieetin energiatason vaikutusta hedelmällisyyteen on tarpeen erottaa toisistaan perusdieetin energiatason vaikutus ja ennen kiimaa ajallisesti rajoitetun voimakkaan ruokinnan vaikutus (ns. flushing).

Toisin kuin valkuaisen kohdalla energiansaannin ja -tarpeen vastaavuus heijastuu eläimen hedelmällisyyteen. Kasvavilla eläimillä on tutkittu kasvukauden energiansaannin vaikutuksia vertailemalla neljää eri energiatasoa: 4000 kcal, 5000 kcal, 6000 kcal ja 7000 kcal metabolisoituvaa energiaa päivässä. Kokeen mukaan edullisin tapa ruokkia ensikkoja on alimpaan energiatasoon perustuvat riittävät mutta niukahkot päivänormit. Koikeessa pahnueiden keskikoko oli alimman energiatason ryhmässä 12.1 ja ylimmän tason ryhmässä 9.8 (WAHLSTROM ja LIBAL 1977). Emakoilla ei vastaavia tutkimuksia juuri ole tehty, sillä eläimet pyritään siementämään ensimmäiseen imetyksen jälkeiseen kiimaan. Laktaatiokauden energiansaanti sen sijaan vaikuttaa irtoavien munasolujen määrään. Jokaista imetysaikana menetettyä 10 lb (= 4.5 kg) kohden arvellaan munasoluja irtoavan 0.4 kappaletta vähemmän (HARDY ja LODGE 1969)

Ennen ovulaatiota ylliruokinta lisää irtoavien munasolujen lukumäärää. Lopputulokseen vaikuttavat pääasiassa kiihotusruokinta-ajanjakson pituus ja energiatasojen välinen ero. Mitä suurempi ero tavallisen ruokinnan ja kiihotusruokinnan energiatasossa on, sitä edullisempi on vaikutus irtoavien munasolujen lukumäärään (ANDERSON ja MELAMPY 1972). Sopivin kiihotusruokinnan kesto näyttää olevan 11 - 14 vuorokautta, jolloin munasoluja irtoaa keskimäärin 2.2 enemmän kuin tavanomaisia ruokintanormeja sovellettaessa (TAULUKKO 4.).

TAULUKKO 4. Yhteenvedo kiihotusruokinta-ajanjakson pituuden vaikutuksesta irtoavien munasolujen lukumäärään, 39 koetta (ANDERSON ja MELAMPY 1972).

KOKEIDEN LKM.	kiihotusruokinta-jakson pituus pv.	lisäys munasolujen lukumäärässä
6	0 - 1	1.35
6	2 - 7	0.86
8	10	1.58
14	11 - 14	2.23
5	17 - 21	0.66

Vaikka voimakkaalla ruokinnalla ennen ovulaatiota on myönteinen vaikutus pahnuekokoon, kääntyy vaikutus päinvas- taiseksi tiineyden alettua. Yliruokinta varhaisessa tiineyden vaiheessa lisää sikiökuolleisuutta (ANDERSON ja MELAMPY 1972).

Sika, kuten muutkin eläimet, on hyvin herkkä kiimakier- ron tietyissä vaiheissa ympäristömuutoksille, kuljetuksil- le yms. häiriöille. Kiima saattaa näiden vuoksi viiväs- tyä tai jäädä kokonaan väliin. Ympäristötekijöiden ai- heuttaman stressin vaikutuksia pahnuekokoon on kuitenkin tutkittu melko vähän. Eräs mielenkiintoinen, Revelle'n ja Robisonin vuonna 1973 julkaistu tutkimus tarkastelee sen pahnueen koon, jossa emakko syntyi ja kasvoi, vaiku- tusta emakon omaan sikiävyyteen. Tutkijat totesivat ne- gatiivisen, käyräviivaisen vuorosuhteen emän ja tyttären pahnuekoon välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että suures- sa pahnueessa kasvaneet emakot tuottivat itse pienempiä pahnueita. Myös Young ym., 1974, ovat todenneet nega- tiivisen vuorosuhteen emän ja tyttären pahnuekoon välil- lä. Hayes ym., 1978, eivät vastaavaa ilmiötä havainneet.

Muita stressitekijöitä käsitelleissä tutkimuksissa on saatu selville mm., että eläinten pito pakkasessa ei vaikuta irtoavien munasolujen määrään (DYCK 1974). Kuu- muuden sen sijaan on havaittu lisäävän sikiökuolleisuut- ta (WARNICK ym. 1965). Kasvavilla eläimillä on helteis- ten olosuhteiden todettu heikentävän sukuelinten kehiti- tymistä verrattuna viileämmissä olosuhteissa kasvaneis- siin (SANWAL ym. 1973).

Yhteenvetona ravitsemuksen ja hoitoympäristön vaikutuk- sista pahnuekokoon voidaan todeta, että rehun valkuais- tasolla ei ole sanottavaa vaikutusta, voimakkaalla ns. kiihotusruokinnalla voidaan lisätä irtoavien munasolujen lukumäärää, mutta yliruokinta tiineyden alussa lisää si- kiökuolleisuutta. Erilaisilla stressitekijöillä lienee vaikutusta emakon hedelmällisyyteen, mutta niitä tunne- taan ja niistä tiedetään vielä melko vähän.

3.2.2. Vuosi ja vuodenaika

Jalostusarvostelun laskemisen kannalta on välttämätöntä tietää, esiintyykö vuosien ja vuodenaikojen välillä niin suuria eroja keskimääräisissä pahnuekokoarvoissa, että näiden tekijöiden vaikutus olisi syytä eliminoida arvostelusta. Vuosien välisten erojen aiheuttajina saattaisivat olla mm. erot sääolosuhteissa, erot perusrehun laadussa ja mahdolliset tautiepidemiat.

Kun on tutkittu peräkkäisiä vuosia (4 - 10 v.), ei vuosikeskiarvoissa ole voitu havaita sanottavia eroja (STRANG 1970; McGLOUGHLING 1976; MAIJALA 1974; LEGAULT ym. 1977). Strang sai 38 000 pahnueen aineistossa vuoden vaikutuksen varianssiosuudeksi 0.0 %. Ranskassa Legault ym. ovat havainneet pahnuekoon laskeneen Large White-rodulla vv. 1969 - 1975 0.04 porsasta vuodessa. Laskeva suunta on sinänsä mielenkiintoinen, mutta sen suuruus osoittaa hyvin vuosien välisten erojen pienuuden.

Vuodenajan tai porsimiskuukauden osalta tutkimukset ovat ristiriitaisia. Erot parhaimman ja heikoimman kuukauden välillä - silloin kun merkittäviä eroja on saatu - ovat olleet 0.3 - 0.5 porsasta (LEGAULT ym. 1975; EIKJE 1974). Vuodenaikojen välille eräässä tutkimuksessa on saatu jopa 0.7 porsaan eroja (BEREMSKI ja JORDANOVA 1977). Useissa tutkimuksissa ei porsimikuukausien välillä kuitenkaan ole todettu tilastollisesti merkitseviä eroja (STRANG 1970; McGLOUGHLING 1976; PERSSON 1969; KORKMAN 1947; MAIJALA 1974).

Klochkov ym., 1971, ovat havainneet valaistuksellisten olosuhteiden vaikuttavan emakkojen hedelmällisyyteen. Pitenevä päivä vaikuttaa munasarjojen toimintaan mm. niiden painoa lisäävästi. Näiden tutkimusten valossa vuodenaikaisvaihtelut pahnuekoossa olisivat pohjoisissa olosuhteissa todennäköisiä.

3.2.3. Sikala

Lähes kaikissa tutkimuksissa, joissa on ollut varianssi-
osuuden määrittämisen kannalta riittävä määrä sikaloita,
on sikalan vaikutus pahnueen syntymäkoon muunteluun to-
dettu erittäin merkitseväksi. Arviot sikalan varianssi-
osuudesta vaihtelevat 3 %:n ja 9 %:n välillä (STRANG
1970; PERSSON 1969; RAL ym. 1977; LEGAULT ym. 1977;
SMITH ja KING 1964). Suomalaisessa keinosiemennysai-
neistossa vuodelta 1967 on sikaloiden varianssiosuus
ollut 9 % (MAIJALA 1974). Sikaloiden välisten erojen
esiintyminen onkin hyvin johdonmukaista sen perusteella,
miten ruokinnan on todettu vaikuttavan pahnuekokoon.

Arvioita siitä, kuinka suuri osa sikaloiden välisestä
muuntelusta johtuu eläinaineksen laatueroista ja kuinka
suuri osa ympäristövaikutuksista, ei juuri ole esitetty .

3.2.4. Muita ympäristötekijöitä

Hedelmöittämistapa vaikuttaa pahnuekokoon. Tutkimusten
mukaan keinosiemennyksellä saadaan keskimäärin puoli
porsasta pienempiä pahnueita kuin luonnollisella astutuk-
sella (SKJERVOLD 1975; KANGASNIEMI ja LINDSTRÖM 1977;
RAL ym. 1977).

Hyvin lyhyen (≤ 10 pv.) imetysjakson jälkeen syntyy kes-
kimäärin hieman pienempiä pahnueita (VARLEY ja COLE 1977).

Alueelliset erot, kun niitä on tutkittu läänien, siemen-
nyspiirien tai keinosiemennysyhdistysten välisinä eroi-
na ovat olleet merkityksettömän pieniä (PERSSON 1969;
MAIJALA 1974).

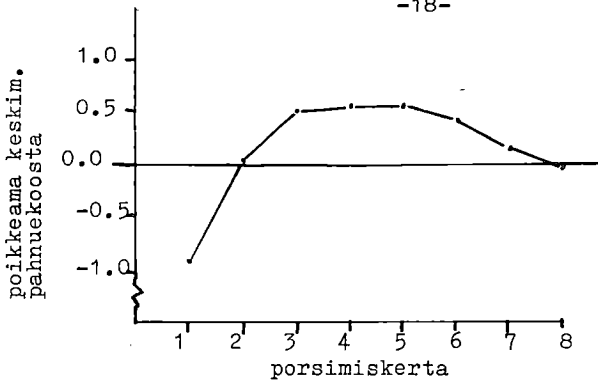
3.3. Pahnuekoon geneettinen säätely

3.3.1. Emakon ikä ja porsimiskerta

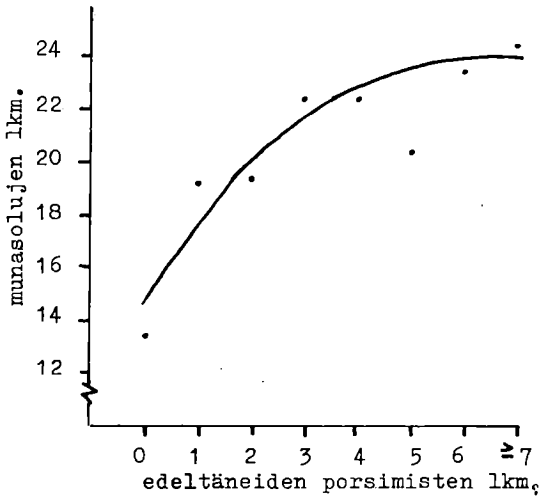
Emakon sikiävyydessä voidaan nähdä iän ja porsimiskertojen lisääntymisen myötä tapahtuvia muutoksia. Aluksi on kuitenkin syytä tarkastella lyhyesti iän vaikutusta ensikon hedelmällisyyteen.

Yleisesti on havaittu, että suuri elopaino ja riittävä ikä ovat yhteydessä hyvään porsimistulokseen ensimmäisellä kerralla. Regressiokertoimet ensikon iän ja pahnueen koon välillä ovat kuitenkin olleet hyvin pieniä: 0.008 (JENSEN 1965), 0.003 (STRANG 1970). Ensimmäistä kertaa poikivien hiirien hedelmöittymisajankohdan elopainon ja poikueen koon välillä vallitsee melko selvä korrelaatio, $r = 0.22$ (EISEN 1970). Ensikon kohdalla on siis olemassa tietty optimaalinen ajankohta ensimmäiselle porsimiselle. Tämän ajankohdan jälkeen hedelmällisyys erityisesti tiinehtyvyyden osalta alenee.

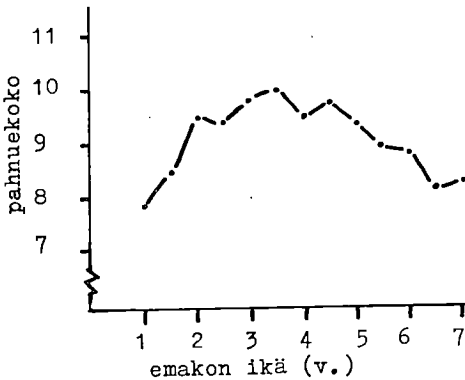
Yksi keskeisimmistä, ellei keskeisin, jälkeläisarvostelussa huomioon otettavista vaikutuksista pahnuekokoon on porsimiskerran vaikutus. Erot porsimiskertojen välillä ovat suuret. Ensimmäisellä porsimiskerralla syntyy keskimäärin 1.5 - 2.7 porsasta vähemmän kuin kolmannella tai neljännellä kerralla (KORKMAN 1947; LUSH ja MOLLN 1942; McGLOUGHLIN 1976, EIKJE 1974; STRANG 1970; RAL ym. 1977; HANSEN 1963). Todelliset biologisten tekijöiden vaikutukset saattavat olla hieman pienempiä, sillä emakoita karsitaan hedelmällisyydestulosten perusteella. Tällöin useampia kertoja porsineet valikoituvat hedelmällisyydeltään keskimääräistä paremmiksi. Neljännen porsimisen jälkeen pahnueiden koko alkaa kuitenkin laskea (KUVA 5.). Arvioidaan, että tärkein välitön syy pienempiin ensimmäisiin pahnueisiin liittyy irtoavien munasolujen lukumäärään. Ensikkoajan ovulaatioissa irtoaa vähemmän munasoluja (KUVA 6.) (PERRY 1954, lain. Anderson ja Melampy 1972).



KUVA 5. Porsimiskerran vaikutus pahnuekokoon (STRANG 1970)



KUVA 6. Irtoavien munasolujen lukumäärä suhteessa edeltäneiden porsimisten lukumäärään (PERRY 1954)



KUVA 7. Emakon iän vaikutus pahnuekokoon (LUSH ja MOLLN 1942)

Emakon iän vaikutus pahnuekokoon noudattelee porsimiskerran vaikutusta. Tosin vanheneminen vaikuttaa lisääntymiseen porsimiskerrasta riippumattakin (EIKJE 1974). Lushin ja Mollnin, 1942, mukaan (Jain. Anderson ja Melampy 1972) kolmannen ikävuoden jälkeen pahnueiden koko alkaa laskea ja putoaa ensikon tasolle noin seitsemän vuoden iässä (KUVA 7.).

3.3.2. Pahnuekoon perinnöllisyys

Sikarotujen väliset pahnuekokoerot ovat eräs osoitus perinnöllisten tekijöiden vaikutuksesta pahnuekokoon. Eurooppalaistenkin sikarotujen keskimääräiset pahnuekoot saattavat poiketa toisistaan jopa kolmen porsaan verran (LIITE 1.). Kun etsitään äärimmäisiä esimerkkejä rotujen välisistä eroista, voidaan mainita USA:n berkshire ($\bar{x}=7.5$) ja eräät kiinalaiset rodut ($\bar{x}=20$).

Ilmiasuisesta pahnuekoon muuntelusta arvioivat tutkijat perinnöllisten tekijöiden vaikutuksen osuudeksi vaihtelevasti 3 - 72 % (TAULUKKO 5.). Tavallisimmin arviot liikkuvat 10 ja 15 %:n välillä. Eräässä seitsemän sukupolvea kestäneessä valintakokeessa saatiin irtoavien munasolujen lukumäärän toteutuneeksi heritabiliteetiksi 0.40 ± 0.07 (NEWTON ym. 1977) Tosin yhteys pahnuekoon ja irtoavien munasolujen määrän välillä ei ole kovinkaan yksiselitteinen; lähinnä irtoavien munasolujen määrä on käsitettävä pahnuekoon maksimaaliseksi potentiaaliksi, joka harvemmin on pahnuekokoa rajoittava tekijä käytännössä. Kirjallisuudessa esiintyy laskelmia jopa vuoro-suhteen negatiivisuudesta (YOUNG ym. 1978).

On esitetty, että eri porsimiskertoina pahnuekoon heritabiliteetit mahdollisesti eroaisivat toisistaan. Käsitys on saanut vahvistusta ainakin kahdesta tutkimuksesta. Strang ja King, 1970, saivat ensimmäiselle ja neljännelle porsimiskertatulokselle korkeimmat heritabiliteetit (0.10 kummallekin) ja Stanković, 1975, ensim-

mäisen. porsimiskerran pahnuekoon heritabiliteetiksi 0.18 ja kolmannen 0.22. Molemmissa tutkimuksissa pahnuekoon periytyvyysaste mitattuna toista kertaa porsivilta oli selvästi ensimmäistä kertaa porsivien tulosten perusteella tehtävä arviota alhaisempi.

Norjalaisessa tutkimuksessa on selvitetty sikalatasen vaikutusta perinnöllisen muuntelun erottumiseen. Sikalataso on määritetty sikalan keskimääräisen pahnuekoon perusteella siten, että alhaiseksi sikalatasoksi on katsottu ne sikalat, joiden keskimääräinen pahnuekoko on pienempi tai yhtäsuuri kuin 9.4 ja vastaavasti korkeaksi sikalatasoksi ne sikalat, joiden keskiarvo ylittää 9.4 porsasta. Alhaisella tasolla pahnuekoon perinnöllisen muuntelun osuudeksi saatiin 13 % ja korkealla sikalatasolla n. 20 % (EIKJE 1974). Ero on ilmeinen, joskaan sille ei voi antaa kovin suurta painoa mm. arvioiden suurehkojen keskivirheiden vuoksi. Samaa ilmiötä ei voitu todeta pahnueen 3 vko:n koon tai keskimääräisten porsas-

TAULUKKO 5. Pahnuekoon periytyvyysasteen ja toistuvuuden arvioita (DD = emä-tytär-regressio, PHS = isänpuoleinen puolisisarkorrelaatio).

h^2	toistuvuus	menetelmä	lähde
0.10-0.15			Johansson 1978
0.72		PHS	Young ym. 1978
	0.13-0.17		Legault ym.1977
0.26			Irvin 1975
0.18			Stanković 1975
0.12-0.28	0.14	PHS	Eikje 1974
	0.23		Bogner ym.1974
0.14	0.14		Popesu-Vifor 1974
0.03		PHS	Kryatov 1973
0.13		DD	Revelle ym.1973
0.07	0.15	DD	Strang ja King 1970
0.09	0.17	DD	Urban ym.1966
0.03		DD	Boylan ym.1961
0.25		DD	Blunn ja Baker 1949
0.12		DD	Korkman 1947

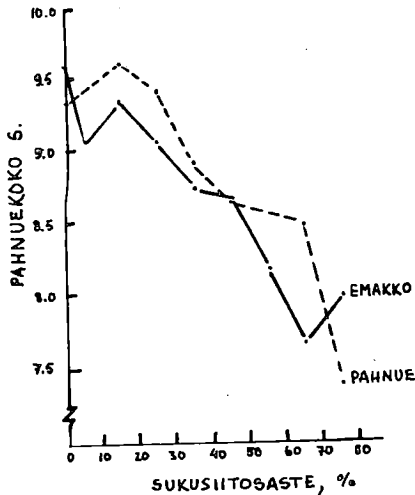
munasolujen lkm.			
0.40		valintakoe	Newton ym.1977
0.59		PHS	Young ym.1978

painojen (3 vko.) heritabiliteettien osalta.

Yhteenvedona pahnuekoon periytyvyyttä käsitelleistä tutkimuksista voidaan sanoa, että vaikka luonnonvalinta onkin satoja vuosia vaikuttanut voimakkaasti juuri hedelmällisyysominaisuuksiin, pahnuekoon geneettinen muuntelu on yhä laajaa vastaten n. 10 - 15 % pahnuekoon ilmiäsuisestä muuntelusta.

3.3.3. Sukusiitos ja risteytys

Sukusiitoksella tarkoitetaan läheistä sukua olevien eläinten parittamista. Sen seurauksena eläinten välinen sukulaisuusaste lisääntyy; niiden välinen geneettinen muuntelu vähenee. Sukusiitos lisää homozygotiaa, minkä arvellaan olevan syynä elinvoimaisuuden laskuun sukusiitosasteen eläimissä noustessa. Sukusiitosasteen noustessa todetaan eläinten hedelmällisyyden nopeasti laskevan (KUVA 8.)(KING ja YOUNG 1956; URBAN ym.1966).



KUVA 8. Sukusiitosasteen vaikutus syntyvien porsaiden lukumäärään (URBAN ym.1966).

Eri rotujen tai keskenään etäisten linjojen parittaminen antaa tutkittavassa ominaisuudessa usein parempia tuloksia kuin vanhempaislinjojen tai -rotujen keskitaso edellyttäisi. Tällaista ilmiötä kutsutaan heteroosiksi. Sen arvellaan pääasiassa aiheutuvan heterozygotian lisääntymisestä syntyvässä genotyypissä. Sian hedelmällisyystutkimuksissa on uhrattu runsaasti voimavaroja heteroosi-ilmiön perustutkimukseen ja heteroosihyödyn kannalta parhaimpien yhdistelmien löytämiseen.

Heteroosina ilmenevä elinvoimaisuuden lisääntyminen jakaantuu risteytyksissä ikäänkuin kahdelle taholle: emakon hedelmällisyys paranee ja sikiöiden/porsaiden elin-kykyisyys kasvaa. Ensimmäisen asteen risteytyksissä, joissa vain porsaasivat ovat risteytyksiä, saadaan hyöty vain porsaiden elinvoimaisuuden kasvusta. Ensimmäisen asteen risteytyksissä saavutettavan hyödyn arvellaan olevan 2 - 3 % (SMITH ja KING 1964; RAL ym.1977). Toisen asteen risteytyksissä, joissa myös emakko on risteytyksellään, hyöty on 2 - 3 kertainen. Risteytyksellä saavutetun edun suuruus riippuu kuitenkin erittäin paljon käytetyistä roduista tai linjoista. Heteroosihyöty on huomattavasti suurempi pahnueen ja porsaiden paino-ominaisuuksissa, pahnueen koossa kolmiviikkoisena ja eläinten kasvuominaisuuksissa kuin syntyneiden porsaiden lukumäärässä.

3.3.4. Karju

Pahnueen isäkarjun mahdollisia vaikutustapoja pahnuekoon on useita, joista osa on geneettisiä ja osa ympäristöstä johtuvia (ks. kuva 4. s.11). Tutkimuksissa on karjujen välillä havaittu selviä eroja pahnuekokokeskiarvoissa ja karjusta johtuvan muuntelun arvioidaan olevan n. 1 - 2 % pahnuekoon kokonaismuuntelusta (SKJERVOLD 1963; STRANG 1970; KETELAARS 1979)

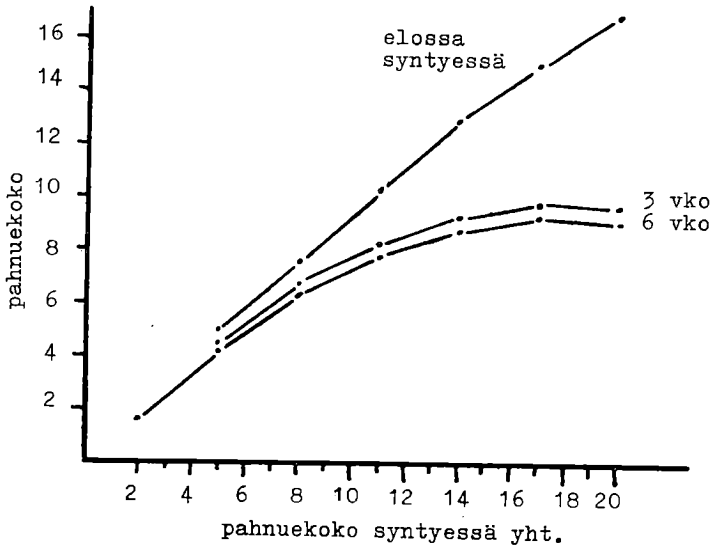
3.4. Pahnuekoon suhde eräisiin muihin emakon hedelmällisyysominaisuuksiin

Siankasvattajaa luonnollisesti kiinnostaa enemmän pahnueen koko vieroitettaessa ja sen elinvoimaisuus kuin pelkkä pahnueen syntymäkokoon. On syytä tarkastella pahnueen syntymäkoon ja eräiden muiden keskeisimpien hedelmällisyysominaisuuksien keskinäisiä vuorosuhteita, sillä vaikka valinta jouduttaisiinkin kohdistamaan pahnueen syntymäkokoon, tavoitteeksi on kuitenkin asetettava suuri ja elinvoimainen pahnue vieroitettaessa.

3.4.1. Pahnuekoko kolmen viikon vanhana ja vieroitettaessa

Kaikista syntyvistä porsaista syntyy kuolleena keskimäärin 2 - 9 % (FIEDLER ym.1976; MOEN 1978). Kuolleena syntyneiden osuuteen vaikuttavat myös geneettiset tekijät. Heritabiliteetiksi kuolleisuudelle ovat Eikje, 1974, ja Siler, 1974, molemmat saaneet 0.10. Kuolleisuus ensimmäisen vuorokauden aikana on suurinta isoissa, yli 15 porsaan pahnueissa, mutta myös aivan pienissä pahnueissa syntyneistä kuolee keskimääräistä suurempi osa (TAULUKKO 6).

Syntymän jälkeen porsaiden kuolleisuuteen vaikuttavat pääasiassa emakon maidontuotantokyky, porsaiden elinvoimaisuus, sikalan hoito-olosuhteet sekä pahnueen koko suhteessa emakon toimiviin nisiin. Kolmen viikon ikään mennessä kuolee n. 15 - 20 % porsaista. Suurissa pahnueissa kuolleisuus on suurempi kuin keskikokoisissa. Silti parhain tulos kolmen viikon iässä saavutetaan, kun pahnueen syntymäkokoon on ollut 15 - 17 porsasta (VANGEN 1972; KORKMAN 1947; LEGAULT ym.1977). Moenin mukaan näyttäisi siltä, että syntymäkoon kasvusta saavutettava hyöty on melko lineaarinen siten, että 18 ja yli porsaan pahnueet ovat edullisimpia (TAULUKKO 6). Moenin tilastoissa kuolleisuudet ovat selvästi alhaisempia kautta linjan kuin muiden tutkijoiden vastaavissa vertailuissa. Syntyneiden porsaiden lukumäärän suhdetta pahnueen kokoon kolmen ja kuuden viikon iässä havainnollistaa kuva 9.



KUVA 9. Syntyvien porsaiden lukumäärän suhde pahnueen kokoon kolmen ja kuuden viikon iässä (VANGEN 1972)

TAULUKKO 6. Kuolleisuus eri kokoisissa pahnueissa 1. vuorokauden aikana ja 3 viikon kuluessa, % kaikkiaan syntyneistä (MOEN 1978).

pahnueen koko	N	% kuoll. 1. vrk:ssa	% kuoll. 3 vko:ssa
1-2	378	8.3	9.8
3-5	3384	4.1	7.6
6-8	8629	3.6	8.9
9-11	16954	4.2	11.4
12-14	13853	6.2	15.0
15-17	4159	9.7	19.1
18-	667	15.0	23.9
yht.	48024	5.7	13.6

Pahnueen syntymäkoon ja kolmen viikon koon tai vieroituskoon välinen fenotyyppinen sekä geneettinen korrelaatio on positiivinen ja erittäin korkea. Eri tutkijoilla arviot fenotyyppisestä korrelaatiosta ovat vaihdelleet 0.60 ja 0.80 välillä ja geneettisestä korrelaatiosta 0.90 ja 0.94 välillä (TAULUKKO 7.). Näiden tietojen perusteella ei ole kovinkaan suurta eroa sillä, valitaanko eläimiä pahnueen syntymäkoon tai kolmen viikon koon perusteella. Pahnueen syntymäkoko on siinä mielessä edullisempi, että sen perusteella arvosteltaessa joudutaan ottamaan vähemmän ympäristötekijöitä huomioon, sillä tiedetäänhän hoito-olosuhteiden vaikuttavan erittäin merkittävästi porsaiden eloonjäätymiin syntymän jälkeen.

3.4.2. Pahnueen paino-ominaisuudet

Tarkastelun kohteena ovat pahnueen paino eri vaiheissa ja vastaavat keskimääräiset porsaspainot.

Pahnueen syntymäkoko ja kokonaispaino syntyessä ovat hyvin voimakkaasti positiivisesti korreloituneita; korrelaatiokerroin on n. 0.70. Syntymäkoon yhteys myöhemmin mitattuihin pahnueen kokonaispainoihin näkyy vielä kolmen ja kahdeksan viikon iässä, mutta pahnueen vanhetessa se selvästi heikkenee. (TAULUKKO 8.) Yhteyden heikkeneminen johtuu porsaiden kuolemista.

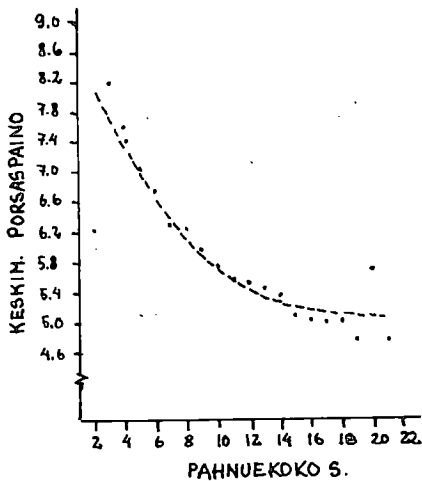
Mikäli porsas on hyvin pieni, sillä on heikommat eloonjäätymähdollisuudet kuin suurella ja siten vahvalla porsalla. Pahnueen keskimääräinen porsaspaino on sitä alhaisempi mitä suuremmasta pahnueesta on kyse. Tosin hyvin pienissä 1 - 3 porsaan pahnueissa porsaat painavat keskimääräistä vähemmän (KORKMAN 1947). Erot keskimääräisissä porsaspainoissa eri kokoisissa pahnueissa näkyvät vielä kolmen viikon kohdalla (KUVA 10.) ja kahdeksan viikon iässä. (LYNCH 1965; KORKMAN 1947; STRANG ja KING 1970; OMTVEDT ym.1966).

TAULUKKO 7. Syntyvien porsaiden lukumäärän ja pahnueen kolmen viikon ja vieroituskoon välisiä geneettisiä (r_G) ja fenotyypisiä (r_P) korrelaatioita.

ominaisuus	r_P	r_G	tutkija
kolme vko	0.82	0.92	Eikje, 1974
-"-	0.62		Lynch, 1965
-"-	0.67		Korkman, 1947
-"-	0.70	0.90	Strang ja King, 1970
vieroitettuja	0.67		Stancović, 1975
-"-(8 vko)	0.70	0.90	Strang ja King, 1970
-"-	0.70		Omtvedt ym. 1966

TAULUKKO 8. Syntyvien porsaiden lukumäärän ja eräiden pahnueen ja porsaiden paino-ominaisuuksien välisiä korrelaatioita.

ominaisuus	r_P	r_G	tutkija
pahnuepaino s.	0.83		Omtvedt ym. 1965
-"- s.	0.82		Omtvedt ym. 1966
-"- 3 vko	0.64	0.35	Eikje, 1974
-"- 3 vko	0.45		Korkman, 1947
-"- 3 vko	0.50	0.80	Strang ja King, 1970
-"- vier.	0.20	0.50	Strang ja King, 1970
-"- vier.	0.50		Omtvedt ym. 1966
porsaspaino s.	-0.29		Lynch, 1965
-"- s.	-0.55		Omtvedt ym. 1965
-"- s.	-0.53		Omtvedt ym. 1966
-"- 3 vko	-0.38	-0.73	Eikje, 1974
-"- 3 vko	-0.23		Lynch, 1964
-"- 3 vko	-0.30	0.20	Strang ja King, 1970
-"- vier.	-0.30	-0.40	Strang ja King, 1970
-"- vier.	-0.59		Omtvedt ym. 1966



KUVA 10. Pahnueen syntymäkoon vaikutus keskimääräisiin porsaspainoihin kolmen viikon iässä (KORKMAN 1947).

On ilmeistä, että valinta suuren pahnuekoon suhteen johtaa keskimääräisten pahnuepainojen nousuun, mutta samalla keskimääräiset porsaspainot tulevat hieman laskemaan. Viimeksi mainittua ei voitane pitää varsinaisena haittana vaan luonnollisena suurempien pahnuekokojen seurauksena, joka korvautuu pahnuekoon suurenemisestä saavutettavalla hyödyllä.

3.4.3. Emakon nisäluku

Emakon nisäluvun merkitystä voidaan tarkastella kahdelta kannalta. Toisaalta ollaan kiinnostuneita pahnuekoon ennustusmahdollisuuksista nisäluvun perusteella ja toisaalta emakon nisäluku asettaa tietyn rajan pahnuekoon jalostukselle.

Tutkimusten mukaan syntyvien porsaiden lukumäärällä ei ole suurtakaan yhteyttä emakon nisälukuun. Fenotyyppisen korrelaation arviot pahnueen koon ja emakon nisälu-

vun välillä vaihtelevat 0.01:stä 0.09:ään (KORKMAN 1947; SKJERVOLD 1963; HANSET ja CAMERLYNCK 1974). Pahnueen kolmiviikkoiskoon ja emakon nisäluvun välille on korrelaatioksi saatu 0.18, mikä osoittaa hieman selvempää riippuvuutta (SKJERVOLD 1963).

Porsaiden suuri kuolleisuus erittäin suurissa pahnueissa johtuu suurelta osin emakon ruokintakyvyn rajallisuudesta, sen toimivien nisien lukumäärästä. Emakon nisäluku vaihtelee melko paljon, suomalaisella maatiAISella 8 - 20. Nisäluvun on havaittu jossain määrin periytyvän. Lisäksi on havaittu erittäin voimakas ei-perinnöllinen vaikutus siten, että emien ja tyttärien nisäluvut ovat lähempänä toisiaan kuin ominaisuuden heritabiliteetti edellyttäisi. Maternaalivaikutuksen suuruutta kuvaa Skjervoldin tutkimus (5015 porsasta), jossa nisäluvun heritabiliteetti määritettiin sekä emän- että isänpuoleiseen puolisisarkorrelaatioon perustuen. Ensimmäin tavalla saatiin heritabiliteetiksi 0.42 ja jälkimmäisellä 0.19. Jälkimmäinen arvio ei sisällä maternaali- eli emovaikutusta, kun taas edellinen arvio sisältää yleisen ko. poikimisesta riippumattoman emovaikutuksen.

Muita heritabiliteettiarvioita emakon nisäluvulle:

0.46	Hanset ja Camerlynck 1974
0.34	"-"
0.10	Enfield ja Rempel 1961
0.23	"-"

Korkeahkon heritabiliteetin vuoksi on täysin perusteltua harjoittaa emakkojen valintaa nisäluvun perusteella. Emakon riittävä nisäluku on luonnollisesti tärkeä myös sen omien pahnueiden kasvatuksessa. Siitä, kannattaako keinosiemennyskarjujen nisälukuarvosteluun kiinnittää kovinakaan suurta huomiota, ei ole olemassa laskelmia. Periaatteessa keskimääräistä nisälukua voidaan nostaa valitsemalla karjuja. Tällöin on kuitenkin kyettävä päättämään oikeasta mittarista. Karjun oma nisäluku ei välttämättä anna oikeaa kuvaa eläimen perinnöllisestä laadusta, sil-

lä saattahan olla, että urossikiön rintarauhaset kehittyvät, kasvavat, surkastuvat eri järjestyksessä kuin naaraspuolisen sikiön.

4. PORSIMISVÄLI EMAKON HEDELMÄLLISYYDEN KUVAAJANA

4.1. Yleistä

Porsimisvälillä hedelmällisyyden kuvaajana halutaan vertailla eläinten kestävyyttä, kiimojen säännöllisyyttä ja tiinehtyvyyttä. Se voidaan jakaa kolmeen jaksoon: imetysaika, välivaihe (= aika imetyksen päättymisestä tiinehtyvään siemennykseen) ja tiineysaika. Näistä lähinnä välivaiheen pituus on olennainen tarkasteltaessa eläinten välisiä eroja hedelmällisyydessä. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti porsimisvälin osista tiineyden kestoja ja imetysajan pituutta. Välivaihetta tarkastellaan erikseen omassa luvussaan.

Tiineyden kesto on hyvin vähän muunteleva ominaisuus. Esimerkiksi tämän työn tutkimusaineistossa 40 % emakoista porsii tiineyden 114. päivänä ja 72 % 114. - 116. päivänä. Pääasiassa tiineyden pituuteen vaikuttaa syntyvien porsaiden lukumäärä siten, että suuret pahnueet syntyvät aikaisemmin. On havaittu, että elävänä syntyvien lukumäärän nousu yhdellä lyhentää tiineysaikaa 0.16 vuorokautta (JENSEN 1965). Tiineyden pituutta onkin pidettävä lähinnä lajille luonnonvalinnan kautta optimaaliseksi muotoutuneena ominaisuutena, jota ei valinnalla ole järkevää edes yrittää lyhentää.

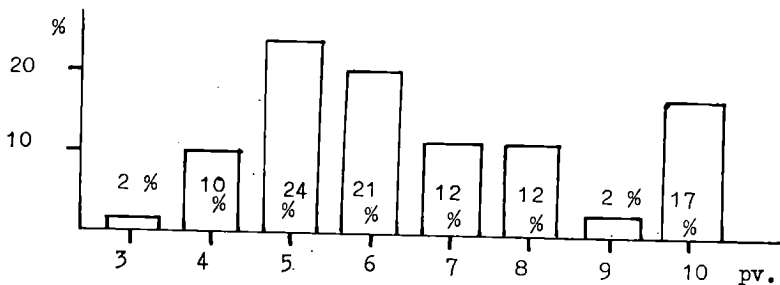
Imetysajan pituus on puolestaan pitkälle ihmisen päätettävissä. Arvioidaan, että n. puolet imetysajan vaihtelusta johtuu sikaloiden välillä vallitsevista erilaisista imetyskäytännöistä (LEGAULT ym.1977). On ilmeistä, että porsimisvälit on saatettava vertailukelpoisiksi imetysajan pituuden suhteen, mikäli porsimisväliä halutaan käyttää emakon hedelmällisyyden kuvaajana.

4.2. Välivaiheen pitkittymisen syitä

Emakon hedelmällisyyden kannalta mielenkiintoisin jakso porsimisvälissä on ns. välivaihe. Tämän vaiheen pituuden vaihtelun syyt voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) Imetyksen päättymisen ja ensimmäisen kiiman esiintymisen väliseen aikaan vaikuttavat tekijät
- 2) Kiimaa ei huomata, esiintyy ns. hiljainen kiima
- 3) Tiinehtymisen epäonnistumiseen kiimasta huolimatta vaikuttavat tekijät

Tavallisesti ensimmäinen kiima imetyksen päättymisen jälkeen esiintyy 4. - 6. päivänä (KUVA 11.). Niiden emakojen osuus, joilla kiima esiintyy vasta kymmenennen päivän jälkeen on n. 17 %. Kiiman ilmaantumista imetysajan jälkeen ohjaavat pääasiassa hormonaaliset tekijät. Mm. gonadotropiinikäsittelyllä saadaan emakot laktaation jälkeen nopeammin kiimaan (KUUSSAARI 1978).



KUVA 11. Välivaiheen pituuden vaihtelu suomalaisilla emakoilla (KUUSSAARI 1978).

Lyhyeksi jääneen imetysajan jälkeen esiintyy usein kiimojen viivästymisiä (TAULUKKO 9.) (HAYES ym. 1978; LYNCH 1965; SELF j GRUMMER 1958; VARLEY ja COLE 1977). Lynch on saanut välivaiheen pituuden ja imetyksen keston väliseksi korrelaatioksi -0.3 ja vastaavaksi regressiokertoimeksi -0.12 . Imetysajan pituuden vaikutusta pidetään luonteeltaan hormonaalisista tekijöistä johtuvana.

Kun aika imetyksen päättymisestä ylittää 30 vuorokautta eikä kiimaa ole havaittu, on todennäköistä, että emakolla on esiintynyt ns. hiljainen kiima. Tällaisessa tapauksessa ovulaatio tapahtuu normaaliin tapaan, mutta kiiman ulkoiset merkit puuttuvat. Hiljaisten kiimojen osuus on n. 2 % porsimisen jälkeisistä kiimoista (SIGNORET 1972).

Tärkein syy väli vaiheen pitkittymiseen, josta kohta kaksi itse asiassa on vain erikoistapaus, on kuitenkin epäonnistuminen tiinehtymisessä. Suurinpiirtein joka neljäs emakko joudutaan keinosiemennyksen piirissä siementämään uudestaan.

Hedelmöittymisen epäonnistuminen saattaa johtua monista eri seikoista. Eräs tiinehtymiseen vaikuttava tekijä erityisesti keinosiemennystä käytettäessä on kiiman vaihe. Mikäli emakko ei ole ragoanut ns. seisomistestiin, on tiinehtyminen pudonnut lähes puoleen testiin reagoineiden tiinehtymisprosentista (SIGNORET 1972). Astutettaessa ei vastaavaa eroa esiinny (SCHENK 1967). Ooin, 1976, tutkimuksessa saatiin alkukiimaan siemennettyjen uusimattomuusprosentiksi 72, voimakkaaseen vaiheeseen siemennettyjen 79, ja kiiman myöhäiseen vaiheeseen siemennettäessä uusimattomuusprosentti putosi jo 59 %:iin. Ovulaatio tapahtuu 36 - 50 tunnin kuluttua kiiman alka-

TAULUKKO 9. Imetyskauden pituuden vaikutus aikaan imetyksen päättymisestä ensimmäiseen kiimaan, N = 336 (HAYES ym. 1978).

i m e t y s a i k a , p v .				
	6	12	18	24
pv. 1.kiimaan	7.2	6.1	4.7	4.3
vaihteluväli	(4-13)	(4-12)	(3-8)	(3-6)

misesta ja otollisen siemennysajankohdan arvioidaan olevan 10 - 20 tuntia ennen ovulaatiota. On todennäköistä, että melko suuri osa tiinehtymisen epäonnistumisista johtuu juuri siemennyksen väärästä ajankohdasta, mihin saattaa olla lukuisia syitä aina kiimatarkkailun huolellisuudesta sikalan sijaintiin karjuasemaan nähden.

Kiiman vaiheen ohella voidaan mainita eräitä tiinehtymistulokseen vaikuttavia seikkoja. Ensikot tiinehtyvät emakkoja heikommin. Myös erittäin lyhyen imetysajan jälkeeseen (6 - 12 vrk.) emakot tiinehtyvät heikommin; tiinehtymisprosentti on n. 4 - 5 %-yksikköä alhaisempi kuin kauemmin imettäneiden emakkojen (HAYES ym.1978). Synnytyselinten tulehdukset ja satunnaiset sperman laadun vaihtelut saattavat vaikuttaa tiinehtymisen onnistumiseen.

Mikäli tiinehtyminen on epäonnistunut, vaikuttaa väli-vaiheen pituuteen tässä tapauksessa myös aivan normaali kiimakieppien pituuden yksilöllinen vaihtelu. Tavallisesti kahden kiiman väli on emakolla 21 vuorokautta. Tästä esiintyy sekä yksilöllisiä että satunnaisia poikkeamia. Normaalina kiimaväleinä on fysiologisessa mielessä pidettävä välejä, joiden kesto on 15 - 30 vuorokautta.

Eri pituisten kiimajaksojen esiintyminen norjalaisilla emakoilla:

15 - 16 vrk.	5.0 %	
17 - 19 vrk.	17.5 %	
20 - 22 vrk.	40.0 %	
23 - 25 vrk.	17.5 %	
26 - 29 vrk.	20.0 %	(BERGE 1948)

N = 40

4.3. Porsimisvälin perinnöllisyys ja suhde eräisiin muihin hedelmällisyysominaisuuksiin

Varsinaisesti porsimisvälille ei kirjallisuudesta ole löytynyt periytyvyysaste-arvioita. Porsimisväli tuskin kuitenkaan poikkeaa olennaisesti esimerkiksi lehmän poikimavälistä mitä ominaisuuden mahdolliseen periyty-

vyyteen tulee. Arviot lehmän poikimavälin heritabiliteetista vaihtelevat 0:n ja 0.16:n välillä (MAIJALA 1965; LAMPINEN 1978) Todennäköisin poikimavälin periytyvyysaste lienee 0:n ja 0.02:n välillä.

Porsimisvälin pituuden ei ole todettu vaikuttavan tiineyden keston, elävänä syntyneiden lukumäärään, kuolleina syntyneiden osuuteen tai porsaiden syntymäpainoon tilastollisesti merkitsevällä tavalla (LYNCH 1965; PERSSON 1969; POUR ja HOVORKA 1976; EIKJE 1974).

5. EMAKON HEDELMÄLLISYYSOMINAISUUKSIEN JA SIAN KASVU- JA TEURASOMINAISUUKSIEN VÄLISISTÄ VUOROSUHTEISTA

Teurasominaisuuksista on tutkittu lähinnä silavan paksuuden ja lihakuuden suhdetta emakon hedelmällisyyteen. Kasvuominaisuuksista on selvitetty kasvunopeuden ja rehunkäyttökyvyn riippuvuutta emakkohedelmällisyydestä.

Pahnuekoon (ja pahnueen syntymäpainon) ja päivittäisen lisäkasvun välinen ilmiasuinen korrelaatio on tutkimuksissa osoittautunut hyvin pieneksi; ominaisuudet näyttävät olevan toisistaan riippumattomia (TAULUKKO 10.). Geneettinen korrelaatio kasvunopeuden ja pahnuekoon välillä on kahdessa tutkimuksessa ollut negatiivinen ja yhdessä yhteys on ollut positiivinen (TAULUKKO 10.). Arvot ovat pieniä ja keskivirheet hyvin suuria. Yleensä näissä kokeissa ei pahnuekokoa ole vakioitu, jolloin pahnuekoko on saattanut vaikuttaa lopputulokseen kasvuominaisuuksissa. Tosin kasvunopeus yleensä arvioidaan tiettyjen painorajojen eikä ikärajojen välillä. Hiirillä tehdyssä kokeessa, jossa pahnuekoot vaikiotiin viiden päivän iässä, ei syntymähetken poikuekoon ja hiiren kahdeksan viikon koon (sukukypsä) välillä ole todettu olevan yhteyttä, $r_p = 0.04$ (EISEN 1970). Näin ollen hyvin sikiävien hiirien jälkeläiset kasvavat keskimäärin yhtä hyvin kuin huonosti sikiävien hiirien jälkeläiset, mikä pitääne paikkansa myös emakkojen kohdalla.

TAULUKKO 10. Hedelmällisyysominaisuuksien ja siän kasvu- ja teurasominaisuuksien välisiä fenotyyppejä (r_p) ja geneettisiä (r_g) korrelaatiokerroimia

HEDELMÄLLISYYSOMINAISUUS	KASVU- TAI		r_p	r_g	TUTKIJAJA, VUOSI
	TEURASOMINAISUUS				
Pahnekoko s. + tiinehtymis-%	selkäsilava/elopaino	-0.36			Mikami ym. 1975
Pahnekoko	kasvunopeus		0.06		Vogt ym. 1976
Pahnekoko s. yhteensä	lisäkasvu	-0.01			Heidler ym. 1976
- " -	selkäsilavan paks.	-0.08			- " -
- " -	liha:silava	-0.00			- " -
Tiinehtymis-%	liha:silava	-0.76			- " -
- " -	selkäsilavan paks.	-0.09			- " -
Pahnekoko syntyyessä	selkäsilavan paks.	-0.04	-0.11		Hetzer ja Miller 1970
- " -	selkäsilavan paks.	-0.04	-0.05		- " -
Pahnekoko	yhd. kasvu ja teur.		0.01		Morris 1975
Pahnekoko syntyyessä yht.	lisäkasvu	0.01	-0.25		Johansson 1978
- " -	rehunkäyttökyky	-0.02	0.16		- " -
- " -	liha-%	-0.09	-0.01		- " -
Pahnekoko s. + 3 vko	rehunkäyttökyky		-0.15		Morris 1975
Pahnepaino s.	lisäkasvu	0.08	0.11		Johansson 1978
- " -	rehunkäyttökyky	-0.10	0.12		- " -
- " -	liha-%	0.03	0.01		- " -
Irtoavien munasolujen lkm.	kasvunopeus		-0.13		Newton ym. 1977
- " -	selkäsilavan paks.		0.09		- " -

Rehunkäyttökyvyn ja sikiävyyden yhteyttä käsitelleissä tutkimuksissa on saatu hieman ristiriitaisia tuloksia. Sen pahnueen koolla, johon porsas on syntynyt, ei näytä olevan vaikutusta porsaan myöhemmin osoittamaan rehunkäyttökyvyn (JOHANSSON 1978). Geneettisen korrelaation arviot vaihtelevat -0.25:stä 0.12:een (TAULUKKO 10.).

Kun vertailtavina ovat olleet selkäsilavan paksuus ja pahnuekoko (tai irtoavien munasolujen lkm.) on ilmiänselven korrelaation arvioiksi saatu lähellä nollaa olevia sekä positiivisia että negatiivisia lukuja. Japanilainen tutkija Mikami, 1975, on työssään havainnut, että emakon selkäsilavan paksuudella sinänsä ei ole yhteyttä sen synnyttämien pahnueiden kokoon. Sen sijaan, kun selkäsilavan paksuus on suhteutettu emakon elopainoon ja tätä verrattu pahnuekokoon, on korrelaatio osoittautunut suureksi ja negatiiviseksi. Silavan osuuden noustessa emakon ruhoissa laskee keskimääräinen pahnuekoko. Tämän mukaan on todennäköistä, että ohutsilavaisuus sioilla ei alenna pahnuekokoa. Lihaprosentin ja eläimen syntymäpahnueen koon ja painon väliset korrelaatioarviot ovat lähellä nollaa (TAULUKKO 10.).

Norjassa suoritettussa valintakokeessa valittiin toisessa linjassa paksua selkäsilavaa ja hidasta kasvua ja toisessa linjassa ohutta selkäsilavaa ja nopeata kasvua. Valintaa jatkettiin viiden vuoden eli n. 10 sukupolven ajan. Tuloksista on eliminoitu vuoden, pahnueen koon, porsimiskerran sekä vuoden ja linjan yhdysvaikutus. Linjojen välillä ei voitu havaita eroja syntyneiden lukumäärässä. Sen sijaan kuolleiden osuus ohuen selkäsilavan ja nopean kasvun linjassa oli hieman suurempi kuin päinvastaisessa linjassa: kuolleena syntyneiden kohdalla 4.8 % vs. 7.6 % ja kolmen viikon ikään mennessä kuolleiden osuuden kohdalla 18.7 % vs. 21.4 % (VANGEN 1972).

Newton, Cunningham ja Zimmerman, 1977, ovat toteuttaneet laajan seitsemän sukupolvea kestäneen irtoavien munasolujen määrään kohdistuneen valintakokeen. Irtoavien muna-

solujen lukumäärän toteutuneeksi heritabiliteetiksi saatiin 0.40 ± 0.07 ja munasolujen lukumäärän ja päiväkasvun ja selkäsilavan paksuuden välisiksi toteutuneiksi korrelaatioiksi vastaavasti -0.13 ja 0.09 . Tutkijoiden mielestä näyttää siltä, että irtoavien munasolujen määrää voidaan valinnalla muuttaa ja että edistyminen tässä ei edistä kasvunopeutta tai ohenna keskimääräistä selkäsilavan paksuutta, mutta mitään geneettistä vastakaisuutta, joka saattaisi rajoittaa tai vähentää irtoavien munasolujen lisääntymisestä saavutettavaa hyötyä, ei esiinny.

Yhteenvetona hedelmällisyysominaisuuksien ja sian kasvu- ja teurasominaisuuksien välisistä yhteyksistä voidaan todeta, että toistaiseksi ei tutkimuksista voida päätellä mitään selviä negatiivisia vuorosuhteita esiintyvän. Tähän on kuitenkin lisättävä, että käytetyt menetelmät ja usein riittämätön eläinmäärä ovat johtaneet tulosten melko suureen epävarmuuteen. Johanssonin mukaan nykyinen kasvu- ja teurasominaisuuksiin perustuva valinta ei ilmeisesti myöskään suosi hedelmällisyydeltään hyvien kuin huonojenkaan eläinten jälkeläisiä

OMAT TUTKIMUKSET

1. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineiston muodostavat 6811 porsimisen tiedot 3674 eri emakolta Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen alueella vv. 1973 - 1977. Vuodelta 1978 on muutama havainto, jotka käsittelyn yhteydessä on yhdistetty vuoden 1977 havaintoihin. Porsimisvälitietoja on 2242 porsimisesta 1197 eri emakolta. Aineisto on kerätty keinosiemennystoiminnan yhteydessä seminologiain toimista. Aineiston rajoittuminen vain yhden keinosiemennysyhdistyksen alueelle johtuu siitä, että muiden yhdistysten rekisteritiedoista puuttuu oleellinen emakon isän kanta-kirjanumero.

Porsimisista on käytössä seuraavat tiedot:

- 1 maatalouskeskus
- 2 karjan numero
- 3 korvan numero
- 4 emakkojen lkm. sikalassa
- 5 siemennyspäivämäärä
- 6 siemennyskerta
- 7 siemennyskarjun kanta-kirjanumero
- 8 emakon rotu
- 9 kiiman voimakkuuskoodi
- 10 emakon isän kanta-kirjanumero
- 11 porsimispäivämäärä
- 12 tiineyden kesto
- 13 pahnueen syntymäkoko, yhteensä
- 14 aika porsimisesta tiinehdyttävään siemennykseen, pv.
- 15 porsimisväli
- 16 seminologi
- 17 siemennyskarjun rotu
- 18 emakon isän rotu

Aineistoa muodostettaessa tehtiin seuraavat rajaukset:

- belgialais- ja risteytysmakkoja ei otettu mukaan
- vain ne havainnot, joissa oli täydety tiedot em. listan kohdista 1 - 8, 10, 11 ja 13 otettiin mukaan
- mikäli aika porsimisesta tiinehdyttävään siemennykseen ylitti 95 päivää, ei porsimisväliä laskettu

Näin on pyritty rotujen osalta välttämään aineiston pirstoutumista, tiedon täydellisyyden osalta helpottamaan tilastollista käsittelyä ja porsimisvälin kohdalla varmistumaan siitä, että kyseessä on aito porsimisväli eikä astutuksen seurauksena kaksinkertainen porsimisväli.

Aineiston rakennetta kuvaavia keskeisimpiä lukuja on esitetty taulukoissa 11 - 13. Suurimpia puutteita aineistossa ovat porsimiskertatiedon puuttuminen, porsimisvälitietojen suhteellisen alhainen määrä ja imetysajan pituutta kuvaavan tiedon puuttuminen.

TAULUKKO 11. Aineistoa kuvaavia lukuja

tekijä	kpl
EMAKKOJA	3674
PORSIMISIA	6811
SIEMENNYSKARJUJA	151
EMAKON ISIÄ	605
SIKALOITA	597
SEMINOLOGEJA	88 + toimilupasiementäjät

TAULUKKO 12. Pahnueiden siitostyytit, koko aineisto

σ_{xq}	MxM	YxY	YxM	BxM	MxY	BxY
kpl	1917	1824	775	738	592	494
%	30.2	28.8	12.2	11.6	9.3	7.8

TAULUKKO 13. Eri kokoisiin sikaloihin tehtyjen siemennysten määrä ja suhteellinen osuus.

emakkojen lkm.	S i e m e n n y k s i ä kpl.	%
1 - 4	2327	34.2
5 - 9	1402	20.6
10 - 14	831	12.2
15 - 19	614	9.0
20 - 24	661	9.7
25 - 29	216	3.2
30 - 34	329	4.8
35 - 39	184	2.7
≥ 40	250	3.7

2. TUTKIMUSMENETELMÄT

Aineiston tilastollinen tutkiminen on suoritettu pääasiassa pienimmän neliösumman varianssianalyysillä. Aineistoon ei tällöin ole tehty korjauksia, vaan vaikuttavat tekijät on sisällytetty käytettyihin matemaattisiin malleihin. Monimutkaisemmat mallit on ratkaistu yhdistelmällä yksinkertaisempia analyysejä (HARVEY 1970). Eräissä tapauksissa on käytetty yksisuuntaista varianssianalyysiä.

2.1. Pahnuekokoon vaikuttavat tekijät

Aineistosta on tutkittu seuraavien seikkojen vaikutusta syntyvien porsaiden lukumäärään, suluissa tekijän luonne:

- alue (FIXED)
- sikala (RANDOM)
- seminologi (RANDOM)
- porsimisvuosi (FIXED)
- porsimisen vuodenaika (FIXED)
- emakon rotu (FIXED)
- siemennyskarjun rotu (FIXED)
- siemennyskarju (RANDOM)
- emakon isä (RANDOM)

Fixed-tekijällä tarkoitetaan ns. kiinteää vaikutusta ja

random-tekijällä ns. satunnaisvaikutusta. Ensimmäisessä vaiheessa on tutkittu fixed-tekijät ja emakon isä. Tämän jälkeen on pyritty yksinkertaisemmalla mallilla saamaan arvio seminologin, karjan ja siemennyskarjun vaikutusten suuruuksista.

2.1.1. Alue, vuosi, vuodenaika, emän rotu, siemennyskarjun rotu ja emakon isä

Kaaviossa on esitetty aineistossa vallitseva tilanne emakon rodun, emakon isän ja siemennyskarjun rodun suhteen.

KAAVIO 1. Aineiston rakenne

1				2			A emakon rotu
$\underline{Y_1}$	$\underline{Y_2}$	$\underline{Y_3}$	$\underline{Y_4 \dots}$	$\underline{M_1}$	$\underline{M_2}$	$\underline{M_3 \dots}$	B emakon isä
MYB	MYB	MY	BY	MYB	MY	YB	C siemennyskarjun rotu
⋮	⋮					⋮	
a ₁	c ₁					b ₃	
						c ₃	havaintojen lkm.
b ₁							

Matemaattinen malli I

$$Y_{ijklmno} = u + a_i + b_{ij} + c_k + (ac)_{ik} + (bc)_{ijk} + d_1 + f_m + g_n + e_{ijklmno}$$

u = populaatiokeskiarvon estimaatti

a_i = emakon rotu

b_{ij} = emakon isä

c_k = siemennyskarjun rotu

(ac)_{ik} = a:n ja c:n yhdysvaikutus

(bc)_{ijk} = b:n ja c:n yhdysvaikutus

d₁ = porsimisvuosi

f_m = porsimisen vuodenaika

g_n = alue

e_{ijklmno} = virhe

muuntelun
lähde

neliösumma

a	SS(a elim. ac,d,f,g)
b	R(u,a,b,c,ac,f,d,g) - R(u,a,c,ac,d,f,g)
c	SS(c elim. a,b,ac,d,f,g)
(ac)	SS(ac elim. a,b,c,d,f,g)
(bc)	R(u,a,b,c,ac,bc,d,f,g)-R(u,a,b,c,ac,d,f,g)
d	SS(d elim. a,b,c,ac,bc,f,g)
f	SS(f elim. a,b,c,ac,bc,d,g)
g	SS(g elim. a,b,c,ac,bc,d,f)
e	y \bar{y} - r(u,a,b,c,ac,bc,d,f,g)

muuntelun
lähde

E(MS)

a	$\delta_e^2 + k_{12} \delta_{b:a}^2 + k_{11} \alpha_a^2$
b	$\delta_e^2 + k_{10} \delta_{(bc):a}^2 + k_9 \delta_{b:a}^2$
c	$\delta_e^2 + k_8 \delta_{(bc):a}^2 + k_7 \alpha_c^2$
(ac)	$\delta_e^2 + k_6 \delta_{(bc):a}^2 + k_5 \alpha_{(ac)}^2$
(bc)	$\delta_e^2 + k_4 \delta_{(bc):a}^2$
d	$\delta_e^2 + k_3 \alpha_d^2$
f	$\delta_e^2 + k_2 \alpha_f^2$
g	$\delta_e^2 + k_1 \alpha_g^2$
e	δ_e^2

Tämän analyysin perusteella on tehty arvio alueen, vuoden, vuodenajan, emakon rodun ja siennyskarjun rodun vaikutusten merkitsevyyksistä. Emakon isän varianssikomponentin arvioimiseksi on muodostettu uusi malli, josta merkityksettömät tekijät on karsittu.

Matemaattinen malli II

$$Y_{ijklmn} = u + a_i + b_{ij} + c_k + d_l + f_m + (df)_{lm} + e_{ijklmn}$$

Symbolointi on sama kuin mallissa I.

Mallin II mukainen analyysi suoritettiin aineistosta, jossa kullakin emakolla esiintyi yksi, koko aineiston rajoissa ajallisesti ensimmäinen porsiminen. Valitsemalla ajallisesti ensimmäinen porsiminen pyrittiin vähentämään puuttuvan porsimiskertatiedon analyysituloksia heikentävää vaikutusta. Tässä ilmeisesti jonkin verran onnistuttiin, sillä näin saadun aineiston pahnuekokokeskiarvo aleni 0.5 porsasta koko aineiston keskiarvoon verrattuna.

Puolisisarkkorrelaatioon perustuva heritabiliteetti on määritetty supeassa mielessä:

$$h^2 = \frac{4\sigma_S^2}{\sigma_S^2 + \sigma_E^2}$$

σ_S^2 = isien välinen varianssikomponentti

σ_E^2 = ympäristötekijöiden aiheuttama varianssikomponentti

2.1.2. Karja, seminologi ja siemennyskarju

Seminologia ja karjaa ei voida asettaa hierarkkisen mallin päällekkäisiksi tasoiksi, sillä tarkemmin aineistoa tarkasteltaessa havaittiin yhteen karjaan siementävän useiden seminologiien samanakin vuonna. Seminologeista valittiin 24:n otos ja tutkittiin näiden välisiä eroja. Tämä on karsinut mukaantulevien havaintojen lukua.

Matemaattinen malli:

$$\text{Fixed} = F$$

$$Y_{ijklmno} = u + a_i + b_j + c_k + d_l + f_m + g_n + e_{ijklmno}$$

a_i = sikala

f_m = vuosi

b_j = seminologi

g_n = vuodenaika

c_k = emakon rotu

$e_{ijklmno}$ = virhe

d_l = siemennyskarjun rotu

muuntelun lähde	SS	E(MS)
a	$R(u, a, b, F) - R(u, b, F)$	$\delta_e^2 + k_2 \delta_a^2$
b	$SS(b elim.a, F)$	$\delta_e^2 + k_1 \delta_b^2$
F	$SS(F elim.a, b)$	$\delta_e^2 + k \alpha_F^2$
e	$y\acute{y} - R(u, a, b, F)$	δ_e^2

Siemennyskarjun vaikutuksen varianssikomponentti on määritetty mallilla:

$$Y_{ijklmn} = u + a_i + b_{ij} + c_k + d_l + f_m + e_{ijklmn}$$

a_i = siemennyskarjun rotu d_l = vuosi
 b_{ij} = siemennyskarju f_m = vuodenaika
 c_k = emakon rotu e_{ijklmn} = virhe

muuntelun lähde	SS	E(MS)
a	$R(u, a, c, d, f) - R(u, c, d, f)$	$\delta_e^2 + k_6 \delta_b^2 + k_5 \alpha_a^2$
b	$R(u, a, b, c, d, f) - R(u, a, c, d, f)$	$\delta_e^2 + k_4 \delta_b^2$
c	$SS(c elim.a, b, d, f)$	$\delta_e^2 + k_3 \alpha_c^2$
d	$SS(d elim.a, b, c, f)$	$\delta_e^2 + k_2 \alpha_d^2$
f	$SS(f elim.a, b, c, d)$	$\delta_e^2 + k_1 \alpha_f^2$
e	$y\acute{y} - R(u, a, b, c, d, f)$	δ_e^2

2.2. Porsimisväliin vaikuttavat tekijät

Porsimisväliin vaikuttavista tekijöistä on tutkittu, soluissa tekijän luonne:

- alue, MK (FIXED)
- siemennysvuosi (FIXED)
- siemennysvuodenaika (FIXED)
- siitostyyppi (FIXED)
- emakkojen lkm. sikalassa (FIXED, regressiomuuttuja)
- sikala (RANDOM)
- emakon isä (RANDOM)

Lisäksi selvitettiin siemennyskerran ja porsimisvälin keskinäissuhdetta.

2.2.1. Vuosi, vuodenaika, alue, siitostyyppi ja sikalan koko

Matemaattinen malli:

$$Y_{ijklmn} = u + a_i + b_j + c_k + d_l + bX_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

a_i = siemennysvuosi

b_j = siemennysvuodenaika

c_k = siitostyyppi

d_l = alue

bX_{ijklmn} = emakkojen lkm. sikalassa, regressiomuuttuja

e_{ijklmn} = virhe

vaikuttava tekijä E(MS)

a	δ_c^2	+ $k_5 \alpha_a^2$
b	δ_c^2	+ $k_4 \alpha_b^2$
c	δ_c^2	+ $k_3 \alpha_c^2$
d	δ_c^2	+ $k_2 \alpha_d^2$
bX	δ_e^2	+ $k_1 \alpha_{bX}^2$
e	δ_e^2	

2.2.2. Sikala ja emakon isä

Kohdan 2.2.1. analyysin perusteella on mallista jätetty merkityksettömät tekijät pois. Sikaloiden ja emakkojen suuren lukumäärän vuoksi on näiden vaikutusten varianssikomponentit jouduttu arvioimaan kahdella analyysillä. Rajoittavana tekijänä esiintyi pienimmän neliösumman ohjelman matriisikoon enimmäiskoko. Isäkomponentin arviossa ei näin ole voitu ottaa huomioon sikaloiden välisiä eroja.

Sikalan vaikutuksen varianssikomponentin määrittämises-
sä käytetty matemaattinen malli:

$$Y_{ijk} = u + a_i + b_j + e_{ijk}$$

a_i = sikala

b_j = vuodenaika

e_{ijk} = virhe

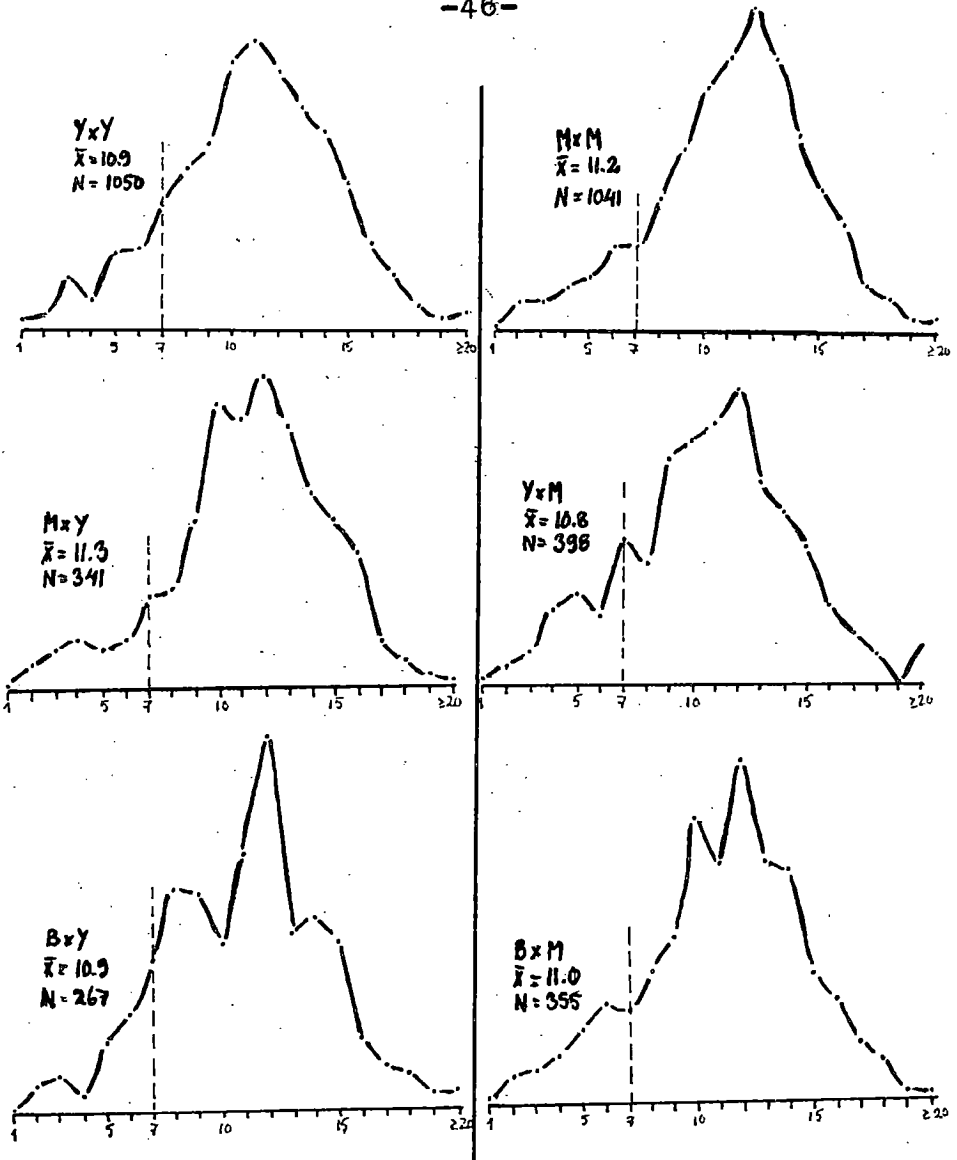
muuntelun lähde	SS	E(MS)
a	$R(u, a, b) - R(u, b)$	$\delta_c^2 + k_2 \delta_a^2$
b	$SS(b \text{elim. } a)$	$\delta_c^2 + k_1 \delta_b^2$
e	$y\bar{y} - R(u, a, b)$	δ_c^2

Emakon isän vaikutuksen varianssikomponentti on määritetty yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Analyysissä ei ole nähty tarpeelliseksi eliminoida melko pientä vuodenaikaisvaikutusta, koska ratkaisevasti porsimisvälin pituuteen vaikuttavaa imetysajan vaihtelua ei ole kyetty eliminoidaan. Heritabiliteetti on määritetty suppeassa mielessä isänpuoleisten puolisisarten välisen korrelaation perusteella.

3. TULOKSET

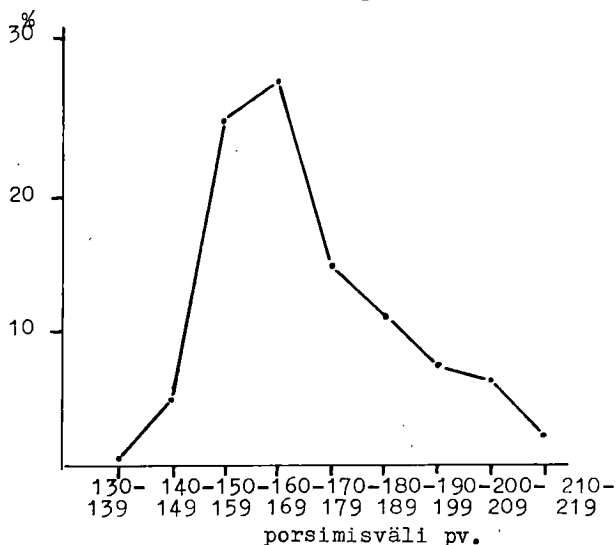
3.1. Ominaisuuksien jakaumat

Pahnuekoon jakauma on määritetty kaikille siitostyypeille erikseen siten, että kultakin emakolta on otettu vain yksi, ajallisesti ensimmäinen havainto. Koko näin saadun aineiston keskiarvo on 11.0 ja MxM , YxM , BxM , YxY , MxY ja BxY -tyyppien 11.2, 10,8, 11.0, 10.9, 11.3 ja 10.9. Vastaavasti ≤ 7 porsaan pahnueiden osuus eri tyypeissä on ollut 14.0 %, 19.2 %, 16.0 %, 16.7 %, 13.5 % ja 16.8 %. Jakaumat on esitetty kuvassa 12. Myös porsimisvälin ja-



KUVA 12. Pahnuekoon jakauma maattiais- ja yorkshireemakoilla puhdasrotuisissa ja risteytyssemennyksissä.

kauma on määritetty siten, että kultakin emakolta on vain yksi, ajallisesti ensimmäinen havainto. Keskiarvo on 171 päivää ja 70 % porsimisvälihavainnoista sijoittuu välille 150 - 179 päivää (KUVA 13).



KUVA 13. Porsimisvälin jakauma, N = 1197

3.2. Pahnuekokoon vaikuttavat tekijät

Pahnuekokoon vaikuttavista kiinteistä tekijöistä vuosien väliset pahnuekokoerot ovat tilastollisesti merkitseviä ja vuodenaajankin F-arvo on lähellä 5 %:n merkitsevyysrajaa, joka ko. vapausasteilla on 0.260. Alueelliset erot ovat merkityksettömiä. Vaikka emakon rodulle ja siemennyskarjun rodulle ei analyysissä voida laskea F-arvoa, nähdään poikkeamista, että yorkshire- ja maatiaisemakoilla ei ole eroa ja että siemennyskarjun rodulla on vaikutusta pahnuekokoon. Maatiaiskarjun spermalla siemennetyt emakot synnyttävät keskimäärin 0.3 porsasta suurempia pahnueita kuin yorkshire- tai belgialaiskarjujen spermalla siemennetyt. Neliösummista nähdään, että pahnueen vanhempaisrotujen yhdysvaikutusta ei esiinny tai se on häviävän pientä. Samoin voidaan

TAULUKKO 14. Alueen, vuoden, vuodenaajan, emakon rodun ja siemennyskarjun rodun että emakon ja siemennyskarjun rodun yhdysvaikutusten luokkakohittaiset poikkeamat pahnuekoossa.

	poikkeama	havaintoja
<u>Alue, MK</u>		
1 ja 2	-0.4	281
7	0.7	109
8	0.1	1549
9	-0.2	485
10	-0.2	678
11	-0.1	278
14	0.1	75
<u>Vuosi</u>		
1973	-0.8	692
1974	-0.4	876
1975	0.0	872
1976	0.4	627
1977	0.7	388
<u>Vuodenaika</u>		
Talvi (12,1,2)	0.2	634
Kevät (3,4,5)	-0.3	1001
Kesä (6,7,8)	0.1	921
Syksy (9,10,11)	-0.1	899
<u>Emakon rotu</u>		
Yorkshire	0.01	1661
Maatiainen	-0.01	1794
<u>Siemennyskarjun rotu</u>		
Yorkshire	-0.1	1451
Maatiainen	0.2	1381
Belgialainen	-0.1	623
<u>Pahnueen vanhempaisrotujen yhdysvaikutus</u>		
YxY	0.04	1053
MxY	0.01	341
BxY	-0.05	267
MxM	-0.01	1040
YxM	-0.04	398
BxM	0.05	356

arvioida ettei siemennyskarjun rodun ja emakon isän yhdysvaikutusta esiinny. Eri tekijöiden luokkakoh-
taiset poikkeamat (ns. pienimmän neliösumman konstan-
tit) on esitetty taulukossa 14 ja varianssianalyysi
taulukossa 15 (vrt. matemaattinen malli I s.41).

Yksinkertaistetusta mallista (matemaattinen malli II
s. 42.) on emakon isän varianssikomponentiksi saatu
0.508 (TAULUKKO 16.). Vaikutus on tilastollisesti erit-
tään merkitsevä. Sikalan vaikutuksen varianssikompo-
nentiksi on saatu 1.1, mikä vastaa 7.6 %:a pahnuekoon
kokonaisvarianssista (TAULUKKO 17.). Seminologien
vaikutus pahnuekokoon on ollut vähäinen, vain 0.9 %
kokonaisvarianssista (TAULUKKO 17.). Seminologien
välisiä eroja voidaan havaita, mutta ne eivät ole ti-
lastollisesti merkitseviä. Huonoimman ja parhaimman
keskiarvon välillä on eroa 2.6 porsasta, kun sikaloiden
väliset erot on eliminoitu. Siemennyskarjun vaikutuk-
sen suuruudeksi on saatu 1.3 % pahnuekoon osoittamasta
kokonaisuuntelusta (TAULUKKO 18.). Tulos on tilas-
tollisesti erittäin merkitsevä. Varianssianalyyseistä
on kirjoitettu näkyviin ainoastaan tutkitut RANDOM-
tekijät ja virheet (vrt. matemaattiset mallit s. 43
ja 44).

TAULUKKO 15. Varianssianalyysi eräiden kiinteiden teki-
jöiden ja emakon isän vaikutuksesta pahnue-
kokoon.

muuntelun lähde	d.f.	MS	F	δ^2
emakon rotu	1	0.23		
emakon isä	603	15.46		0.67
karjun rotu	2	21.53		
pahnueen vanhempais- rotujen yhdysvaikutus	2	1.22		
emakon isän ja karjun rodun yhdysvaikutus	371	11.24		0.00
vuodenaika	3	29.62	2.575 n.s.	
vuosi	4	42.31	3.592 xx	
alue, MK	6	12.03	1.021 n.s.	
virhe	2462	11.78		

TAULUKKO 16. Varianssianalyysi emakon isän vaikutuksesta pahnuekoon muunteluun (malli II)

muuntelun lähde	d.f.	MS	F	δ^2
emakon isä	92	23.1	1.944 xxx	0.51
virhe	2052	11.9		11.87
total				12.38

TAULUKKO 17. Varianssianalyysi sikalan ja seminologin vaikutuksesta pahnuekoon muunteluun

muuntelun lähde	d.f.	MS	F	δ^2	%
sikala	485	18.03	1.514 xxx	1.10	7.57
seminologi	23	12.59	1.057 n.s.	0.12	0.91
virhe	2401	11.91		11.91	
total				13.02	

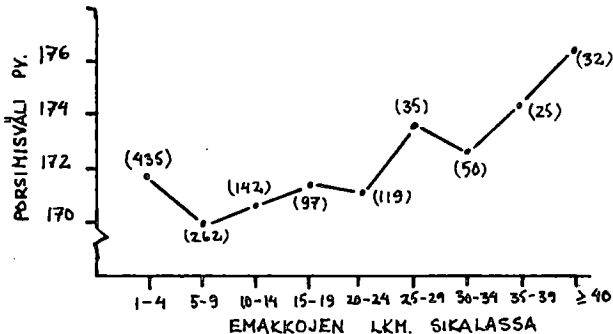
TAULUKKO 18. Varianssianalyysi siemennyskarjun vaikutuksesta pahnuekoon muunteluun.

muuntelun lähde	d.f.	MS	F	δ^2	%
siemennyskarju	173	16.15	1.260 xx	0.17	1.34
virhe	6158	12.81		12.81	
total				12.98	

3.3. Porsimisväliin vaikuttavat tekijät

Tutkituista tekijöistä ainoastaan vuodenajan ja sikalan vaikutukset porsimisvälin muunteluun ovat olleet tilastollisesti erittäin merkitseviä. Muiden tekijöiden vaikutukset eivät ole olleet tilastollisesti merkitseviä (TAULUKOT 19 ja 20). Syksyn ja talven siemennyksiä on seurannut keskimäärin hieman pidempi porsimisväli kuin kevään ja kesän siemennyksiä. Ero on suurin talven ja kevään välillä; kevään siemennyksistä seuraa keskimäärin viisi päivää lyhyempi porsimisväli kuin talven siemennyksistä. Sikalan vaikutuksen varianssikomponentiksi on saatu 61.0, mikä vastaa 18.5 % porsimisvälin kokonaisuunnittelusta. Vaikka emakkojen lukumäärän sikalassa ja porsimisvälin välinen regressiokerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä, havaitaan pientä porsimisvälin pitkitymistä sikalakoossa kasvaessa. 5 - 9 emakon sikaloissa porsimisvälin keskiarvo on 169 päivää, mutta yli 40 emakon sikaloissa jo 176 päivää. Pienet, 1 - 4 emakon sikalat poikkeavat yleisestä linjasta, sillä niissä porsimisvälin keskiarvo 172 päivää (KUVA 14.).

Emakon isän vaikutuksen varianssikomponenttia ei virhelähteitä eliminoimatta kyetty määrittämään, sillä emakon isän vaikutuksen keskineliö muodostui virheen keskineliötä pienemmäksi (TAULUKKO 21.). Emakon isän vaikutusta imetysoaikakorjaamattoman porsimisvälin muunteluun ei siis esiinny.



KUVA 14. Sikalan koon vaikutus porsimisväliin, suluissa havaintojen lukumäärä

TAULUKKO 19. Varianssianalyysi sikalan vaikutuksesta porsimisvälin muunteluun.

muuntelun lähde	d.f.	MS	F	δ^2	%
sikala	423	565.7	2.168 xxx	61.0	18.5
vuodenaika	3	3106.8	11.910		
virhe	1704	260.9		260.9	
total				321.9	

TAULUKKO 20. Varianssianalyysi eräiden kiinteiden tekijöiden vaikutuksesta porsimisväliin.

vaikuttava tekijä	d.f.	MS	F
siemennysvuosi	4	414.1	1.646 n.s.
siem.vuodenaika	3	2163.8	8.598 xxx
alue, MK	6	365.0	1.451 n.s.
siitostyyppi	5	157.7	0.627 n.s.
emakkojen lkm.	1	647.8	2.574 n.s.
virhe	2045	251.6	

TAULUKKO 21. Varianssianalyysi emakon isän vaikutuksesta porsimisvälin muunteluun.

muuntelun lähde	d.f.	MS	F	δ^2
emakon isä	68	269.98	0.984	-
virhe		274.37		

Aineistosta selvitettiin myös tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten suhdetta porsimisväliin. Ensimmäisestä siemennyksestä tiinehtyneiden joukossa alle keskiarvon (= 171 päivää) olevien porsimisvälien osuus on 70 %, toisesta siemennyksestä tiinehtyneiden joukossa 6 % ja kolmannelta tai useammasta siemennyksestä tiinehtyneiden joukossa 3 %. Koko aineistossa alle keskiarvon olevien porsimisvälien osuus on 61 %. Porsimisvälin keskiarvoksi kussakin siemennyskertaluokassa saatiin vastaavasti 167, 191 ja 203 päivää.

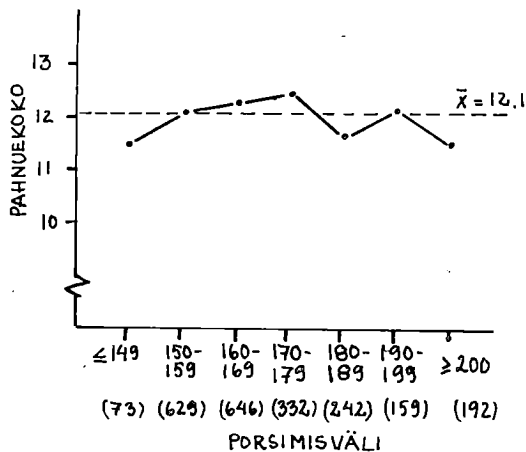
3.4. Ominaisuuksien heritabiliteetit ja keskinäiset riippuvuussuhteet

Pahnuekoon heritabiliteettiä arvioiden saatiin 0.164 ± 0.034 . Analyysissä ovat mukana vain ne isät, joilla on aineistossa vähintään 10 tytärtä. Arvio perustuu näin ollen 93 isän jälkeläisryhmään, joissa keskimääräinen tyttärluku on 22. Porsimisvälin heritabiliteettia ei kyetty määrittämään. Porsimisvälin heritabiliteettia arvioidessa asetettiin jälkeläisryhmän vähimmäiskooksi viisi tytärtä. Keskimäärin jälkeläisryhmän koko oli 11 tytärtä. Mielenkiinnon vuoksi laskettiin summittainen arvio tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten lukumäärälle. Heritabiliteetin arvioksi saatiin 0.009 ± 0.01 (N = 2073, 94 isää). Arvio perustuu siis yksinkertaisella varianssianalyysillä lasketun isäkomponentin nelikertaan. Isien tyttäryhmien pahnuekokokeskiarvojen välillä todettiin erittäin suuria, jopa kolmen porsaan eroja silloinkin, kun ryhmät olivat suuria (TAULUKKO 22.).

Pahnuekoon ja porsimisvälin välille saatiin hyvin lievä negatiivinen riippuvuus, $r_p = -0.095$. Näyttää siltä, että hyvin lyhyttä mutta myös hyvin pitkää porsimisväliä seuraa keskimääräistä hieman pienempi pahnue (KUVA 15.) Ero keskitasoon on kummassakin tapauksessa hyvin pieni.

TAULUKKO 22. 40 karjun tyttäryhmien pahnuekokokeskiarvot ja vastaavasti tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten keskiarvot. Kultakin tyttäreiltä on yksi ajallisesti ensimmäinen porsiminen.

KANTAKIRJA- NUMERO	N	\bar{x}_P	\bar{x}_S	hajonnat	
				P	S
2021	20	12.45	1.45	3.47	0.76
2050	11	11.55	1.09	4.46	0.30
2351	50	11.90	1.18	3.87	0.39
2353	18	11.44	1.11	4.09	0.32
2439	65	10.71	1.45	3.88	0.77
2477	20	13.45	1.15	3.99	0.37
2702	17	11.71	1.29	4.22	0.47
2774	25	11.56	1.36	4.19	0.64
2828	69	9.59	1.36	3.55	0.66
2972	26	12.08	1.31	3.92	0.55
3136	23	12.57	1.30	4.25	0.47
3242	33	11.42	1.27	2.94	0.45
3357	21	9.95	1.57	3.75	0.81
3391	44	10.41	1.30	2.92	0.51
3392	148	11.05	1.30	3.16	0.70
3418	34	10.32	1.50	3.25	0.79
3419	26	11.00	1.35	2.99	0.63
3569	51	10.55	1.28	3.04	0.60
3753	32	11.25	1.41	3.17	0.56
3762	23	11.39	1.17	2.93	0.49
3978	24	10.67	1.46	3.83	0.88
8087	31	12.61	1.42	4.25	0.77
8337	35	10.49	1.37	4.82	0.84
8344	25	11.40	1.36	4.22	0.64
8641	43	10.19	1.16	3.17	0.43
8882	19	12.16	1.21	3.20	0.42
8900	52	11.06	1.35	3.14	0.65
8907	19	11.84	1.42	3.92	0.61
8955	27	10.22	1.33	3.30	0.83
8980	132	11.14	1.29	3.32	0.64
9063	19	11.16	1.32	3.45	0.67
9091	25	9.84	1.08	3.30	0.28
9134	19	9.84	1.26	3.22	0.65
9193	24	10.79	1.21	4.48	0.51
9194	33	11.46	1.30	3.32	0.68
9444	37	11.13	1.35	3.90	0.79
9466	25	10.08	1.28	3.93	0.74
9469	37	10.19	1.27	3.19	0.56
9531	29	10.66	1.45	2.61	0.57
9538	25	10.52	1.36	3.24	0.86



KUVA 15. Porsimisvälin vaikutus sitä seuraavan pahnueen kokoon, suluissa havaintojen lkm.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tulokset osoittavat, että perinnöllisten tekijöiden vaikutus pahnuekoon muunteluun on merkittävää. Saatu heritabiliteettiarvio on hyvässä sopuoinnussa kirjallisuudessa esitettyjen arvioiden kanssa (EIKJE 1974; JOHANSSON 1978; KORKMAN 1947; URBAN ym. 1966; REVELLE ym. 1973; POPESU-VIFOR 1974; STANCOVIĆ 1975; STRANG ja KING 1970). Tulos saattaa kuitenkin olla hieman liian korkea, sillä porsimiskerran vaikutusta tyttärien porsimistuloksiin ei ole kyetty eliminoimaan. Osa jälkeläisryhmien välisistä eroista saattaa tällöin johtua eroista eri porsimiskertojen suhteellisissa osuuksissa. Näin aiheutunut virhe on nelinkertaistunut varianssin genettistä komponenttia määritettäessä. Koska saatu heritabiliteetti on arvioitu isänpuoleisten puolisisarten perusteella, se ei sisällä maternaalivaikutusten arviota mahdollisesti harhaanjohtavaa vaikutusta.

Yksittäisten karjujen tarkastelu osoittaa, että erittäin suuria eroja karjujen tyttäryhmien pahnuekokokeskiarvois-

sa esiintyy. Eräiden karjujen tyttäryhmien keskiarvot ovat jopa niin simiinpistävän alhaisia, että joko karjut itse tai niiden emakoiksi aiotut tyttäret olisi ollut syytä karsia.

Aineiston antaman kuvan mukaan ensimmäisen asteen risteytysten käyttö on erittäin yleistä (aineistossa 38 % pahnueista). Pahnueen suuruudessa ensimmäisen asteen risteytyksestä saavutettava hyöty näyttää rotujemme kohdalla olevan hyvin vähäinen tai sitä ei esiinny; maatiaisemakoilla yorkshire- tai belgialaisristeytyspahnueet ovat puhdasrotuisia pahnueita jopa hieman pienempiä. Ainoastaan maatiaiskarjun käyttö yorkshire-emakolle osoittaa jonkinlaisen heteroosin esiintymistä. Tällöin pahnuekoko on ollut 1.3 % suurempi kuin vanhempaisrotujen keskiarvo edellyttäisi. Ensimmäisen asteen risteytyksissä arvellaan heteroosin johtuvan risteytyssikiöiden suuremmasta elinvoimasta ja näin ollen pienemmistä tiineysaikaisista sikiömenetyksistä. Kahden rodun välillä ei välttämättä tätä heteroosia esiinny, sillä rodut saattavat olla geneettisesti hyvin lähellä toisiaan, jolloin merkittävän suurta heterozygotian lisääntymistä ei tapahdu.

Tulosten mukaan selvästi merkittävin vaikutus pahnuekokoon on rotutekijöistä karjun rodulla - ei emakon rodulla tai rotujen yhdysvaikutuksella. Tämä saattaisi olla ilmaus rotujemme sperman laatuun tai muihin sperman ominaisuuksiin liittyvistä eroista.

Sekä siemennyskarjun rodun että yksittäisten karjujen tilastollisesti erittäin merkitsevä joskin prosentuaalisesti pieni vaikutus pahnuekokoon muunteluun vahvistavat käsitystä, jonka mukaan siemennyskarjut vaikuttavat pahnuekokoon siemenen laadun ja sikiöille periyttämänsä genotyypin kautta.

Jalostusarvostelun kannalta pahnuekokoerojen suuruus eri siitostyyppien välillä edellyttää erojen huomiointamista arvostelussa. Tämä voidaan tehdä periaatteessa kahdella tavalla. Joko huomioidaan siitostyyppi, jolloin myös vanhempaisrotujen yhdysvaikutukset eliminoituvat, tai pelkästään siemennyskarjun rotu. Tulosten perusteella jälkimmäinen tapa on täysin mahdollinen, mutta on muistettava, että puuttuva porsimiskertakorjaus saattaa näin pienissä vaikutuksissa muuttaa oleellisesti tulosta.

Vuosien väliset pahnuekokoerot, vaikka ovatkin erittäin suuria, saattavat selittyä aineiston sisäisestä rakenteesta käsin, eikä niillä välttämättä ole yleispätevää merkitystä. Vuosien välisiä eroja saattavat aiheuttaa mm. poikkeukselliset sääolosuhteet, vaihtelut perusrehun laadussa (tai määrässä), tautiepidemiat ja muutokset keinosiemennystekniikassa. Nykyaikaisissa sikaloissa hyvien ostorehujen aikakaudella tämänkaltaisten vaikutusten merkitys - lukuunottamatta viimeksimainittua - on kuitenkin vähäinen, mitä osoittavat lukuisat tutkimukset, joissa vuosien välille ei ole saatu merkittäviä eroja (STRANG 1970; MAIJALA 1971; McGLOUGHLING 1976). Jälke-läisarvostelussa on kuitenkin tarpeen suhteuttaa eri vuosilta olevat porsimiset kyseisen vuoden tasoon jo mahdollisen geneettisen edistymisen vuoksi.

Hedelmällisyyden vuodenaikaisvaihteluille on olemassa vankka biologinen perusta, minkä vaikutus ilmenee sitä selvemmin mitä lähempänä luonnontilaa olevia eläimiä tutkitaan. Sian kohdalla etäännyminen luonnontilasta on edennyt erittäin pitkälle ja vain vähäistä pitenevän päivän aiheuttamaa myönteistä vaikutusta voidaan anatomisissa tutkimuksissa nähdä (KLOCHKOV ym.1971). Nyt saadut tulokset eivät juuri vahvista vuodenaikaisvaihtelujen esiintymistä; erot vuodenaikojen välillä ovat olleet pieniä ja ristiriitaisia em. teoriaan nähden. Kaikkein suurimmat pahnueet on saatu talvella, siis syksyllä teh-

dyistä siemennyksistä. Osasyynä keväällä porsineiden keskimääräistä pienempiin pahnueisiin saattaa olla ensikojen mahdollinen suurempi osuus kevätporsivissa.

Keinosiemennysyhdistysten sisäiset alueelliset erot eivät ole osoittautuneet merkityksellisiksi, eivät myöskään seminologiien väliset erot. Aikaisemmissa suomalaisissa selvityksissä ei siemennyspiirien kuin keinosiemennysyhdistysten välille ole saatu tilastollisesti merkitseviä eroja (MAIJALA 1974).

Jälkeläisarvostelussa virhelähteistä ongelmallisimpia ovat sikaloitten väliset erot. Nyt arvioitu 7.6 % pahnuekoon kokonaismuuntelusta on hyvin yhdenmukainen ulkomaisien ja aikaisempien kotimaisten tutkimusten kanssa (KORKMAN 1947; STRANG 1970; SMITH ja KING 1964; LEGAULT ym. 1977; PERSSON 1969; MAIJALA 1974). Tärkeimpiä näiden erojen aiheuttajia ovat erot hoito- ja ruokintakäytännössä. Näiden tekijöiden vaikutus pahnuekokoon ei ole kovin yksiviivaista ja helposti osoitettavaa niin, että aina tietyllä tavalla ruokittaessa saataisiin samassa suhteessa vähemmän porsaita kuin jollakin toisella tavalla. Monet, usein tuntemattomat, sattumanvaraiset seikat vaikuttavat hyvin paljon pahnuekokoon. Tällöin pienissä sikaloissa, samoin kuin emakon yksilöarvostelussa, saattaa sattuma johtaa sikalatasen arvostelun harhaan. Ongelma on hyvin käytännöllinen hedelmällisyysarvostelun kannalta, sillä kolmasosa siemennyksistä tehdään 1 - 4 emakon sikaloihin. Yksi keino tämän ongelman voittamiseksi saattaisi olla sikalakeskiarvoon hyväksyttävien porsimisten pahnuekoon alarajan asettaminen 4 - 6 porsaaseen, minkä jälkeen voitaisiin käyttää porsimistulosten vertailua sikalakeskiarvoon. Menettely karsisi tyttäriä ja hidastaisi näin arvosteluun tarvittavien jälkeläisten kertymistä. Ennen tämänkaltaiseen menettelyyn ryhtymistä on lisäksi saatava arvio pienten pahnueiden suhteellisen osuuden mahdollisesta periytyvyydestä.

On todennäköistä, että osa sikaloiden välisistä pahnuekokoeroista johtuu eläinaineksen laadullisista eroista. Tällaisten geneettisten erojen suuruuden arvioiminen sikaloiden välillä olisikin tärkeätä ennenkuin jälkeläisarvosteluja ryhdytään korjaamaan sikalan tasoon nähden.

Porsimisvälin tutkimisen osalta on todettava, että tavoitteen saavuttamisessa hieman epäonnistuttiin. Pääsyy tähän on imetysajan puuttuminen porsimisvälitiedoista sekä porsimisvälitietojen suhteellisen pieni määrä geneettisten parametrien arvioimisen kannalta. Näyttääkin siltä, että suuret sikaloiden väliset erot johtuvat juuri eroista imetyskäytännössä. Imetysaika-korjaamattomien porsimisvälien tarkempi tutkiminen ei liene järkevää. Tällaista porsimisvälitietoa voidaan käyttää emakon hedelmällisyyden kuvaajana vain sikalan sisäisissä vertailuissa. Jotakin kuitenkin kyettiin selvittämään.

Porsimisvälissä voidaan havaita selvää vuodenaikaisvaihtelua. Tähän ovat todennäköisesti syynä joko siankasvattajan pyrkimykset tiettyjen vuodenaikojen suosimiseen tai emakkojen helpompi tiinehtyminen keväisin, tai molemmat. Porsimisajankohdista kevät on ollut suosituin, mutta toisaalta talven siemennyksissä on ollut pisin porsimisväli. Syksyllä porsineiden annetaan ehkä imettää kauemmin. Mielenkiinnon vuoksi selvitettiin, esiintyykö tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määrässä samansuuntaisia eroja eri vuodenaikoina. Niitä ei esiinny. Onkin todennäköistä, että porsimisvälin vuodenaikaiserot johtuvat ihmisen säätelemistä imetysajan pituuteen ja porsimisajankohdan valintaan liittyvistä tekijöistä.

Porsimisvälin ja tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten keskinäisten riippuvuussuhteiden selvittely vahvistaa käsitystä, jonka mukaan imetysaikakorjattu porsimisväli ja tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten lukumäärä kuvaavat hyvin pikälle samaa ominaisuutta. Jälkeläis-

arvostelun ominaisuuksina näillä kummallakin on omat hyvät ja huonot puolensa. Porsimisvälin jakauma on lähempänä normaalia, mutta se ei ole yhtä täsmällinen mittari kuin tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten lukumäärä. Tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten lukumäärän jakauma puolestaan on ongelmallinen. Ominaisuus voi saada arvoja ykkösen ja 4 - 6 välillä, joista 1. ja 2. siemennyskerran osuus on n. 80 %. Siemennyskerrasta tieto kuitenkin saadaan jo ensikoilta, kun porsimisvälitieto saadaan ensimmäisen kerran vasta toisen porsimisen jälkeen. Siemennykertatiedon hyvänä puolena on myös vakiintunut tapa rekisteröidä tieto keinosiemennystoiminnan yhteydessä.

Aineistosta ei kyetty määrittämään porsimisvälin heritabiliteettia, mikä olikin hyvin odotettavaa, kun sikaloiden välisiä porsimisvälieroja ei voitu eliminoida. Tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määrän alhainen h^2 - arvio ei tosin ennusta porsimisvälille korkeata periytyvyyttä.

Ominaisuuksien välisen korrelaatiokertoimen perusteella porsimisvälillä ei näytä olevan vaikutusta pahnuekokoon. Hyvin lyhyttä porsimisväliä seuranneet keskimääräistä hieman pienemmät pahnueet saattavat olla seurausta niistä tekijöistä, jotka ovat lyhyeen porsimisväliin johtaneet: edellisen pahnueen menetys, lyhyt imetysaika jne. Pitkä porsimisväli on ehkä osoitus yleisestä hedelmällisyyden laskusta, joka näkyy myös syntyvien porsaiden lukumäärässä.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Kirjallisuuskatsauksen ja omien tutkimusten perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset.

- 1) Vaikka luonnonvalinta onkin satoja vuosia vaikuttanut voimakkaasti juuri hedelmällisyysominaisuuksiin, on pahnuekoon geneettinen muuntelu niin laajaa, että siihen voidaan ja kannattaa kohdistaa valintaa.
- 2) Keinosiemennyskarjujen hedelmällisyystarkkailu on syytä aloittaa mahdollisimman pikaisesti.
- 3) Arvostelu voidaan tehdä karjun tyttärien pahnuekokotietojen perusteella. Porsimisvälin osalta tarvitaan lisätutkimuksia: mm. on selvitettävä imetysaika-korjatun porsimisvälin luonne emakon hedelmällisyyden kuvaajana ja tiinehtyvyyden suhde siihen.
- 4) Pahnuekokoon perustuvassa arvostelussa on syytä eliminoida pahnueen siitostyyppin, porsimisvuoden, porsimiskerran ja sikalan vaikutukset.
- 5) 70 %:seen arvosteluvarmuuteen päästään 60 - 100 tytären perusteella.
- 6) Valinta tai tarkkailu syntymähetken pahnuekoon perusteella on sopusoinnussa niiden tavoitteiden kanssa, joita asetetaan pahnueen syntymäpainolle, koolle kolmi viikkoisena ja koolle vieroitettaessa.
- 7) Pahnuekoon perusteella tapahtuvaa hedelmällisyysarvostelua varten tarvitaan porsimisista seuraavat tiedot:
 - emakon isän kantakirjanumero
 - emakon tunniste
 - emakon rotu
 - siemennyskarjun rotu
 - porsimiskerta
 - porsimisvuosi
 - sikalan tunniste
 - pahnueen koko

- 8) Tavotteeksi on asetettava hedelmällisyysarvostelu, jossa yhdistetään oikein painottaen sekä sikiävyys että tiinehtyvyys.

TIIVISTELMÄ

Tutkimusaineisto muodostuu 3674 emakon 6811 porsimisesta Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen alueella. Tiedot on kerätty seminologiien toimesta keinosiemennystoiminnan yhteydessä. Aineistosta tutkittiin syntymähetken pahnuekoon ja porsimisvälin luonnetta emakon hedelmällisyyden kuvaajina ajatellen keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelua. Emakon rotu, siemennyskarjun rotu, edellisten yhdysvaikutus, vuosi, vuodenaika ja näiden yhdysvaikutus eliminoiden saatiin pahnuekoon heritabiliteetiksi 0.16 ± 0.03 . Karjujen tytäriryhmien pahnuekokokeskiarvoissa todettiin suuria eroja siten, että eräiden karjujen (tai niiden tyttären) karsintaa olisi aikoinaan ollut täysi syy harkita. Todettiin sikalan (7.6 % kokonaisvarianssista), siemennyskarjun (1.3 % kokonaisvarianssista), vuoden ja siemennyskarjun rodun tilastollisesti vähintään melkein merkitsevät vaikutukset pahnuekokoon. Keinosiemennysyhdistyksen sisäiset alueelliset erot sekä vuodenaikojen väliset pahnuekokoerot eivät osoittautuneet tilastollisesti merkitseviksi. Myöskään sikarotujemme emakkojen välillä ei ole eroa sikiävyydessä.

Porsimisvälin heritabiliteettia ei kyetty määrittämään puutteellisen aineiston vuoksi. Sikalan varianssiosuudeksi porsimisvälin kokonaismuuntelusta saatiin 18.5 %, minkä arvioidaan johtuvan pääasiassa sikaloitten välisistä eroista imetyskäytännössä. Vuodenajan vaikutus porsimisväliin todettiin tilastollisesti erittäin merkitseväksi. Vaikka porsimisvälin ja sikalan emakkoluvun välinen regressio ei ole tilastollisesti merkitsevä, todettiin pientä porsimisvälin pitkittymistä sikalan koon kasvaessa; 5 - 9 emakon sikaloissa porsimisvälin keskiarvo oli 169 päivää, kun se yli 40 emakon sikaloissa oli 176 päivää. Vuosien ja rotujen väliset erot osoittautuivat tilastollisesti merkityksettömiksi. Porsimisvälin ja pahnuekoon välillä ei vallitse selvää riippuvuutta, $r = -0.09$.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANDERSON, L.I. & MELAMPY, R.M. 1972. Factors affecting ovulation rate in the pig. kirjassa Pig Production toim. D.J.A. Cole, London, Butterworth & Co Ltd, 1972.
- ANNUAL REPORT FOR 1974. Pig breeding. Kleinviehzüchter (1975) 23 (7). ref. ABA vol. 43 no. 3018.
- BERGE S. Svineavl. Grøndahl & Sønns Forlag, Oslo 1949.
- BEREMSKI, S. & IORDANOVA, M. 1977. The effect of season on reproduction of Landrace gilts at DPZhS Yakimovo. Zhivotnov"dni Nauki (1977) 14 (5) ref. ABA vol. 46 no. 2826.
- BLUNN, C.T. & BAKER, M.L. 1949. Heritability estimates of sow productivity and litter performance. J. Anim. Sci. 8: 89 - 97.
- BOGNER, H., IVANOVSKI, R., LEDERER, J., AVERDUNK, G. 1974. Zur Beziehung der Würgrösse von Zuchtsauen in aufeinanderfolgende Würfen. Zuchthygiene (1974) 9 (2) ref.
- BOYLAN, W.J., REMPEL, W.E., COMSTOCK, Z.E., 1961. Heritability of litter size in swine. J. Anim. Sci. 20: 566 - 568.
- DYCK, G.W., 1974. Effects of a cold environment and growth rate on reproductive efficiency in gilts. Can. J. of Anim. Sci. 54: 287 - 292.
- EIKJE, E.D., 1974. Fenotypiske og genetiske parametre for kullstørrelse hos svin. Meld. Norg. Landbr. Høgsk. Institutt for husdyravl no. 371.
- EISEN, E.J. 1970. Maternal effects on litter size in mice. Can. J. Genet. Cytol. 12: 209

- ENFIELD, F.D., REMPEL, V.E., 1961. Inheritance of teat number and relationships of teat number to various maternal traits in swine. J. of Anim. Sci. 20: 876 - 879.
- FIEDLER, J., HYANEK, J., PAVLIK, J., SILER, R., 1976. Precise estimation of the number of dead piglets in litter. Zivočišna Výroba no. 5 / 1976.
- HANSEN, L.H., 1963. Faringintervaller samt kuldstørrelser ved fødsel og ved fravaenning ved 1722 faringer for 313 stambogførte søer af dansk landrace. Den Kgl. Vet. - og Landbohøjskole. Institutt for sterilitetsforskning. Aarbretning 1963, ss.183-190.
- HANSET, R., CAMERLYNCK, R., 1974. Heritability of number of teats in Pietrain and Belgian Landrace pigs Annales de Génétique et de Sélection Animale 6: 99 - 101. ref. ABA vol. 43 no. 1190.
- HARDY, B., LODGE, G.A., 1969b. The effect of body condition on ovulation rate in the sow. Anim. Production 11: 505 - 510.
- HARVEY, W.R., 1970. Estimation of variance and covariance components in the mixed model. Biometrics vol. 26, no. 3, 1970.
- HEIDLER, W., HUHN, U., DRUBE, E., 1976. Untersuchungen über phänotypischen Beziehungen zwischen den Schlacht- sowie Ansatzleistungen und den Fruchtbarkeits- ergebnissen bei Jungsauen. Arch. Tierzucht, Berlin 19: 243 - 251.
- HETZER, H.O., MILLER, R.H., 1970. Influence of selection for high and low fatness on reproductive performance of swine. J. of Anim. Sci. 30: 481 - 495.

- IRVIN, K.M., 1975. Genetic parameters and selection indexes for sow productivity. ref. ABA vol. 44 abstr. no. 3305.
- JENSEN, P., 1965. Arvens indflydelse på kuldstørrelse og kuldvaegt hos grise af Dansk Landrace. Ugeskrift for Landmaend nr. 50 / 1965.
- JOHANSSON, K., 1978. Fruktsamheten inte sämre av övrigt avelsarbete. Svinkötsel no. 3 / 1978.
- JOHANSSON, I., RENDEL, J., 1963. Ärftlighet och husdjursförädling. Tukholma 1963.
- JOHNSON, R.K., OMTVEDT, I.T., 1975. Maternal heterosis in swine: reproductive performance and dam productivity. J. of Anim. Sci. 40: 29 - 37.
- KANGASNIEMI, R., LINDSTRÖM, U. 1977. Julkaisematon materiaali.
- KEINOSIEMENNYSYHDISTYSTEN LIITTO ry. Vuosikertomus vuodelta 1977.
- KETELAARS, E.H., 1979. De vererving van onder praktijk-komstandigheden geregistreeerde kenmerken bij varkens. Centrum voor Landbonwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen 1979.
- KING, J.W:B., YOUNG, G.B., 1957. Maternal influence on litter size in pigs. J. Agr. Sci. 48.
- KORKMAN, N., 1947. Causes of variation in the size and weight of litters from sows. Acta Agric. Suec. 2: 253 - 310.
- KUUSSAARI, J., 1978. Emakon vieroituskiiman indusointi gonadotropiineilla. Suomen Eläinlääkärilehti 12 / 1978.

- KLOCHKOV, D., V., KLOCHKOVA, A., Ya., KIM, A., A., BELEYAEV, D., K. 1971. The influence of photoperiodic conditions on fertility in gilts. Euroopan Kotieläintuotantoliiton kokous, Pariisi 1971.
- LAING, J., A. 1970. Normal fertility and the incidence of infertility. teoksessa: Fertility and Infertility in Domestic Animals toim. J.A.Laing.
- LAMPINEN, K. 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu. Kotieläinjalostuksen tiedote no. 29, 1978.
- LEGAULT, C., DAGORN, J., TASTU, D. 1975. Effects of month of farrowing, litter order and genetic type of the mother on the components of sow productivity in French farms. ABA vol. 43 no. 5945.
- LEGAULT, C., FELGINES, C., OWEN, J. 1977. Statistical analysis of the components of piglet production in four French breeds 1. Changes between 1969-1975. ABA vol. 46 no. 855.
- LEGAULT, C., OWEN, J. 1976. Establishment of factors for correcting litter size for age of dam at farrowing in French pig breeds. ABA vol. 46 no. 346.
- LIBAL, G., W., WAHLSTROM, R., C. 1977. Effect of gestation metabolizable energy levels on sow productivity. J. Anim. Sci. 45: 286 - 292.
- LYNCH, G. 1965. An investigation into the interval between weaning and subsequent service of the sow and its correlation with some reproductive characteristics. Meld. Norges Landbrukshøgskole, Institutt for husdyravl Meld. n. 192.
- LYNCH, G. 1965. A study of the reproductive characteristics of pigs. Meldinger f. Norges Landbrukshøgskole, Institutt f. husdyravl no. 202.

- MAIJALA, K. 1964. Fertility as a breeding problem in artificially bred populations of dairy cattle. I Registration and heritability of female fertility. *Annales Agriculturae Fenniae seria Animalia Domestica* N. 4 1964 1 (3).
- MAIJALA, K. 1974. Fertility in animal breeding. Pohjoismainen lisensiaattikurssin luennot lisääntymisen fysiologiasta ja genetiikasta, Helsinki 12.-24.8.1974.
- MAIJALA, K. 1971. Porsastuotanto ja sianjalostus. Sika no. 1/1971.
- McGLOUGHLIN, P. 1976. Some factors affecting litter size in pigs. *Irish Journal of Agric. Research* 15: 141-145.
- MELEN, A. 1973. kirjassessa Sianlihaa taloudellisesti, Tuottajien lihakeskuskunta. 1. pain. Helsinki 1973.
- MIKAMI, H., KAI, K., SATO, I. 1975. Relationship of backfat thickness to reproductive performance of gilts. *ABA vol. 43 no. 4126*.
- MIŠKOVIC, M., ČERNE, F., JANČIĆ, S. 1977. Losses in gilts and sows and their principal causes in large units. Euroopan kotieläintuotantoliiton kokous, Brüssel 22.-25.8.1977. M-P/2.08.
- MOEN, A. 1978. Arvelige og miljømessige årsaker til variasjon i dødelighet hos smågris, konstitusjonsproblemer hos gris. NJF-seminar, sem i Asker, 27.-28.2.1978.
- MORRIS, C., A. 1975. Genetic relationship of reproduction with growth and with carcass traits in British pigs. *Animal Production* 20: 31-44.
- NEWTON, J. R., CUNNINGHAM, P., J., ZIMMERMAN, D., R. 1977. Selection for ovulation rate in swine: correlated response in age and weight at puberty, daily gain and proble backfat. *J. Anim. Sci.* 44: 30-35.

- OOI, S., J., H. 1976. Observations on the effect of time of insemination on fertility in the pig. ABA vol. 46 no. 864.
- OMTVEDT, I., T., WHATLEY, J., A., Jr, WILLHAM, R., L. 1966. Some production factors associated with weaning records in swine. J. Anim. Sci. 25: 372-376.
- OMTVEDT, I., T., STANISLAW, C., M., WHATLEY, J., A. Jr. 1965. Relationship of gestation length, age and weight at breeding, and gestation gain to sow productivity at farrowing. J. Anim. Sci. 24: 531-535.
- PERSSON, J. 1969. Suggornas produktionssegenskaper. SHS, Meddelander 33.
- POPESU-VIFOR, S. 1974. Genetic and environmental parameters of reproductive performance in swine. ABA vol. 43 no. 1197.
- POUR, M., HOVORKA, F. 1976. Perinatal mortality piglets its relationship to parity and farrowing intervall. ABA vol. 46 no. 4489.
- RAL, G., ANDERSSON, K., KIHLEBERG, M. 1977. Kullstorlek vid artificiell insemination och naturlig parning i suggkontrollen. Lantbrukshögskolans meddelanden 281.
- RAL, G., ANDERSSON, K., SUNDGREN, P.-E. 1977. Analys av korsningeffekter i suggkontrollen. Lantbrukshögskolans meddelanden 280.
- REVELLE, T., J., ROBISON, O., W. 1973. An explanation for the low heritability of litter size in swine. J. Anim. Sci. 37: 668-675.

- SANWAL, P., C., JOSHI, B., C., VARISHNEY, V., P., SINGH, K., BHATTACHARY, N., K. 1973. Effect of environmental temperature on the development of reproductive organs and endocrine glands in pigs. ABA vol. 43 no. 771.
- SCHENK, P., M. 1967. An investigation into the oestrus symptoms and behaviour of sows. Z. Tierzucht. Zuchtbiol. 83: 87-110.
- SCHEVEN, B. 1976. Breeding of herdbook pigs in the German Federal Republic in 1975. ABA vol. 45 no. 2431.
- SELF, H. L., GRUMMER, R. H. 1958. The rate and economy of pig gains and the reproductive behaviour in sows when litters are weaned at 10 days, 21 days or 56 days of age. J. Anim. Sci. 17.
- SIGNORET, J., P. 1972. The mating behaviour of the sow, kirjassa Pig Production, toim. D. J. A. Cole, Butterworths & Co. Ltd, Lontoo, 1972.
- SIKA-lehti. Jalostussikala-arvostelut vv. 1960 - 1978. numerot: 158, 2/1964, 2/1965, 2/1966, 2/1967, 2/1968, 2/1969, 2/1971, 4/1972, 5/1973, 1/1975, 5/1975, 5/1976, 5/1977, 5/1978.
- 1974.
- ŠILER, R., FIEDLER, J., PAVLÍK, J., HYÁNENEK, J. Genetic Analysis of the number of still-born piglets and of piglets that have died after birth. Živocíšná Výroba 19: 531, engl. tiivistelmä.
- SKJERVOLD, H. 1975. Comparisons of litter size by use of natural and by artificial mating in pigs. Meld. f. Norges Landbrukshøgskole, Institutt f. husdyravl no. 407.

- SKJERVOLD, H. 1963. Inheritance of teat number in swine and the relationship to performance. Meld. f. Norges Landbrukshøgskole, Institutt f. husdyravl no.181.
- SKJERVOLD, H. 1963. To what extent do boars affect the litter size. Meld. f. Norges Landbrukshøgskole no. 166.
- SKJERVOLD, H. 1973. Husdyravl, s.154, Landbruksforlaget, Oslo, 1973.
- SMITH, C., KING, J., W., B. 1964. Crossbreeding and litter production in British pigs. Anim. Production 6: 265-271.
- STRANG, G., S. Litter productivity in Large White pigs: I the relative importance of some source of variation. Anim. Production 12: 225-233, 1970.
- STRANG, G., S., KING, J., W., B. 1970. Litter productivity in Large White pigs: II heritability and repeatability estimates. Anim. Production 12: 235-243.
- STANKOVIĆ, M. 1975. Phenotypic and genetic characters of reproduction of Swedish Landrace sows. ABA vol. 45 no. 1999.
- SVINKÖTSEL no. 2/1977. Resultat för suggkontrollen.
- TOMES, G., J., NIELSEN, H., E., JACOBSEN, K., Aa. 1977. Review of 15 years recording of culling sows in Danish production units. European Kotieläintuotantoliiton kokous 22.8.-25.8.1977, Brüssel, M-P/2.06.
- URBAN, W., F. Jr., SHELBY, C., E., CHAPMAN, A., B. Jr., CARWOOD, V., A. 1966. Genetic and environmental aspects of litter size in swine. J. Anim. Sci. 25: 1148-1153.
- VANGEN, O. 1972. Mortality in two lines of pigs selected for rate of gain and thickness of backfat. Acta Agric. Scandinavica vol. XXII : 4.

- VARLEY, M., A., COLE, D., J., A. 1976. Studies in sow reproduction 4. The effect of level of feeding in lactation and during the interval from weaning to remating on the subsequent reproductive performance of the early-weaned sow. Anim. Production 22: 71-77.
- VOGT, D., W., COMSTOCK, R., E., REMPEL, W., E. 1963. Genetic correlations between some economically important traits in swine. J. Anim. Sci. 22: 214-217.
- WAHLSTOM, R., C., LIBAL, G., W. 1977. Effect of dietary protein during growth and gestation on development and reproductive performance of gilts. J. Anim. Sci. 45: 94-99.
- WARNICK, A., C., WALLACE, H., D., PALMER, A., Z., SOSA, E., DUERRE, D., J., CALDWELL, V., E. 1965. Effect of temperature on early embryo survival in gilts. J. Anim. Sci. 24: 89-92.
- YOUNG, L., D., PUMFREY, R., A., CUNNINGHAM, P., J., ZIMMERMAN, D., R. 1978. Heritabilities and genetic and phenotypic correlation for prebreeding traits, reproductive traits and principal components. J. Anim. Sci. 46: 937-949.
- YOUNG, L., D., OMTVEDT, I., T., JOHNSON, R., K. 1974. Relationship of various measures of performance with ovulation rate and number of embryos 30 days after breeding in gilts. J. Anim. Sci. 39: 480-487.
- ZAKHAROV, V. 1972. Breiitovskaya poroda. ABA vol.43 no. 1168.

LIITE 1. Eri sikarotujen keskimääräisiä pahnuekokoja.

maa	ROTU	pahnue- koko	lähde
Saksan			
Liittotasavalta	Germ. L	10.6	Scheven, 1975
-"-	B-t.. GL	10.1	-"-
-"-	Pietrain	10.4	-"-
-"-	Germ. Y	11.2	-"-
-"-	Angeln Saddleback	10.4	-"-
Neuvostoliitto	Breitov	10.5	Zacharov, 1972
Sveitsi	Y	10.7	Annual report, 1974
-"-	Swiss impr. L	10.1	-"-
Jugoslavia	Subotica W	10.5	Belic ym. 1971
Ranska	Large W	10.6	Legault ym. 1976
-"-	West French W	8.7	-"-
-"-	France L	10.4	-"-
-"-	Pietrain	9.4	-"-
-"-	Belgian L	9.3	-"-
Ruotsi	Ruotsin L	11.7	Emakkotarkk. 75/76
Englanti	Berkshire	9.7	Laing, 1970
-"-	Large W	10.8	-"-
-"-	Middl W	10.0	-"-
-"-	Tamworth	9.6	-"-
-"-	Welsh	10.8	-"-
Norja	L + Y	10.7	Emakkotarkk. 1969
Suomi	Y	12.5	Jalostussikalat 1977
-"-	M	12.3	-"-
-"-	L + Y K.S.	11.3	Keinosiemennys- tilasto 1977

L = maatlainen, landrace

W = white

Y = yorkshire

KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

1. UUSITALO, H., 1975. Valintaindeksien rakentaminen kanojen jalostusarvostelua varten. Lisensiaattityö, 119 s.
2. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1975. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien arvioimisesta. Lisensiaattityö, 197 s.
3. MAIJALA, K., 1975. Kotieläinjalostus ja sen tutkimus. Esitelmä maataloustutkimuksen päivillä, 26 s.
4. HELLMAN, T., 1975. Maidon lysosyyymiaktiivisuudesta ja utaretulehduksesta Viikin karjassa. Pro gradu-työ, 77 s.
5. MAIJALA, K., 1975. Pohjoismaiden maataloustuotanto tulevaisuuden resurssitilanteessa. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa, 36 s.
6. MAIJALA, K., 1975. 50 vuotta kotieläinten jalostustutkimusta Suomessa — tutkimus tänään ja huomenna. Esitelmä Maa- ja kotitalouden Erikoisyhdistysten Liiton luentopäivillä Helsingissä 28.11.1974, 21 s.
7. NIEMINEN, P., 1975. Ultraäänikuvauksella arvioidun lihakkuuden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Pro gradu-työ, 95 s.
8. MAIJALA, K., 1975. Yleisiä näkökohtia kotieläinten jalostustavoitteiden määrittelyssä. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa 3.7.1975, 18 s.
9. OJALA, M., PUNTILA, MARJA-LEENA, VARO, M. & LAAKSO, P., 1976. Sonniemittauksia yksilötestausasemilla, 45 s.
10. HELLMAN, T., OJALA, M. & VARO, M., 1976. Ultraäänikuvauksen käyttö pössien yksilöarvostelussa, 15 s.
11. LINDSTRÖM, U., 1976. Voidaanko jalostuksella vaikuttaa utaretulehdusalttiuteen? 19 s.
12. RUOHOMÄKI, HILKKA & HAKKOLA, H., 1976. Lihantuotantokokeiden tuloksia, 15 s.
13. LAMMASPÄIVÄ, Viikki 2.2.1977, 21 s.
14. JOKINEN, LIISA & LINDSTRÖM, U., 1977. Pillereiden ei-uusintatulokset 4 vuoden säilytyksen jälkeen verrattuna tuloksiin 1 vuoden säilytyksen jälkeen, 12 s.
15. LINTUKANGAS, S., 1977. Erilaisten virhelähteiden ja erityisesti tuotostason ja maantieteellisen alueen vaikutus Ay-sonniemittauksien jälkeläisarvosteluun. Pro gradu-työ, 114 s.
16. MAIJALA, K. & SYVÄJÄRVI, J., 1977. Mahdollisuudesta kehittää monisyntyävää nautakarjaa valinnan avulla, 23 s.
- 17 a-d. Rehuhyötysuhdetta käsittelevät esitelmät. Suomen Maataloustieteellisen Seuran kokous 26.1.1977.
18. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa, 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977.
20. LINDSTRÖM, U., 1978. Maidon valkuainen, 13 s.

21. HELLMAN, T. & OJALA, M., 1978. Karjujen ultraäänikuvaus, 23 s.
22. LINDSTRÖM, U., 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä, 21 s.
23. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa, 39 s.
24. LINDSTRÖM, U., 1978. Ravintohoito meillä ja muualla, 10 s.
25. LINDSTRÖM, U., 1978. Matkakertomus Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) 29. vuosikokouksesta Tukholmassa 5.—7.6.1978, 16 s.
26. HAAPA, MATLEENA, 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa, matkakertomus, 27 s.
27. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Lihanautakokeiden tuloksia II, 19 s.
28. LINDSTRÖM, U., 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa, 14 s.
29. LAMPINEN, KYLLIKKI, 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu-työ, 86 s.
30. MROUÉ, B., 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa, Lisensiaattityö, 150 s.
31. BONSDORFF, M. von, NÄSI, M., SEPPÄLÄ, J., HELLMAN, T. & KENTTÄMIES, HILKKA, 1979. Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista "The Management and Breeding of Cattle", Edinburgh — Aberdeen 7.—20.5.1978, 79 s.
32. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1979. Lihanautakokeiden tuloksia III, 26 s.
33. KALLIO, MARJA, 1979. Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen sonneilla. Laudaturtyö, 110 s.
34. KATAJAMÄKI, ULLA, 1979. Yksilöarvostelun mahdollisuudet suomenlampaan lihanuotantokyvyn jalostamisessa. Pro gradu-työ, 83 s.
35. LAHDENRANTA, M., 1979. Emien vaikutus oriiden juoksijajälkeläisarvosteluun suomenhevosella. Pro gradu-työ, 145 s.
36. LINDSTRÖM, U., 1979. Kohti pehmeämpää teknologiaa ruoantuotannossa. 11 s.
37. LINDHOLM, SOLVEIG, 1979. Suomalaisten lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. Laudaturtyö, 51 s.
38. LEUKKUNEN, ANU, 1979. Pahnuekoko ja porsimisiväli emakon hedelmällisyyden kuvaajina keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa kenttäaineliston perusteella arvioituna. Pro gradu-työ, 72 s.