

# Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennesyhdistyksen sonneilla

Marja Kallio  
Kotieläinten jalostustieteen laitos

---

Helsinki 1979

**Julkaisijat:**

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

SPERMAN MÄÄRÄN JA LAADUN PERINNÖLLISYYDESTÄ  
SALPAUSSELÄN KEINOSIEMENNYSYHDISTYKSEN SONNEILLA

Marja Kallio  
Laudaturtyö 1978

## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. KIRJALLISUUS .....	3
2.1. Erilaisia hedelmällisyysmittoja sonneilla .....	3
2.1.1. Sukuelinten mitat ja laatu .....	3
2.1.2. Astumiskäyttäytyminen .....	3
2.1.3. Spermantuotanto-ominaisuudet .....	3
2.1.4. Sperman laatu kentällä .....	4
2.1.5. Sukuelinten anatomiset havainnot teuras- tuksen jälkeen .....	4
2.2. Erilaisten systemaattisten tekijöiden vaikutus sonnin hedelmällisyyteen .....	4
2.2.1. Ikä .....	5
2.2.2. Koko ja kasvutaipumus .....	12
2.2.3. Vuodenaika .....	17
2.2.4. Sää ja lämpötila .....	20
2.2.5. Ruokinta ja hoito .....	21
2.2.6. Spermanottiheys .....	24
2.2.7. Harjoitus .....	28
2.3. Perinnölliset syyt hedelmällisyyden muuntelussa sonneilla .....	30
2.3.1. Rotu .....	30
2.3.2. Seksuaalinen käyttäytyminen .....	33
2.3.3. NR - % ja sen periytymisaste .....	34
2.3.4. Spermantuotanto-ominaisuuksien periyty- misaste .....	37
2.3.5. Hedelmällisyysmittojen vuorosuhteet .....	42
2.3.6. Uroksen ja naaraan hedelmällisyysominais- uuksien vuorosuhteet .....	48
3. OMAT TUTKIMUKSET .....	51
3.1. Tutkimusaineiston keruu .....	51
3.2. Tutkimusaineisto .....	52

3.2. Tutkimusaineiston käsittely .....	56
3.3. Tutkimuksen tulokset .....	61
3.3.1. Spermantuotanto-ominaisuuksien keskiarvot, keskiarvon keskihajonnat ja muuntelukertoimet .....	61
3.3.2. Spermantuotanto-ominaisuuksien väliset vuorosuhteet .....	63
3.3.3. Iän, ottokertojen ja hyppykertojen vaikutus spermantuotantoon .....	65
3.3.4. Rodun, jälkeläisryhmien ja jälkeläisten vaikutus spermantuotantoon .....	73
3.3.5. Spermantuotanto-ominaisuuksien periytyvyys .....	76
3.4. Tulosten tarkastelu .....	77
3.4.1. Spermantuotanto-ominaisuuksien keskiarvot, keskiarvon keskihajonnat ja muuntelukertoimet .....	77
3.4.2. Spermantuotanto-ominaisuuksien väliset vuorosuhteet .....	79
3.4.3. Eri muuntelulähteiden vaikutus spermantuotantoon .....	81
3.4.3.1. Ikä .....	81
3.4.3.2. Ottokerrat .....	82
3.4.3.3. Hyppykerrat .....	84
3.4.3.4. Rotu .....	85
3.4.4. Spermantuotanto-ominaisuuksien periytyvyys .....	86
3.5. Loppupäätelmät .....	89

**LÄHTEET**

**LIITTEET**

## 1. JOHDANTO

Lisääntymisen voidaan katsoa olevan perustana kotieläintuotannolle. Jos yksilöt eivät lisäänty, eivät ne myöskään tuota lihaa, maitoa, munia, villaa, työtä yms. Hyvä hedelmällisyys on siis edellytys, jotta voidaan harjoittaa menestyksellistä kotieläintuotantoa.

Käytettäessä luonnollista paritusta uroseläimen hedelmällisyys on harvoin lisääntymistä rajoittava tekijä. Tällöin siihen on kiinnitetty huomiota vasta sitten, kun urokselta on hedelmöittämis kyky kokonaan puuttunut. Keinosiemennystoiminnan yleistyessä on uroseläinten hedelmällisyyteen kiinnitetty huomiota yhä enenevässä määrin. Sonnin huonon hedelmällisyyden seuraukset ovat huomattavasti vakavammat kuin yksityyppisen lehmän, sillä sonnilla saatetaan siementää useita satoja jopa tuhansia lemmiä. Tällä tavoin saatetaan niiden lisääntyminen estää käytettäessä sonneja, joilla on huono hedelmällisyys (sperman laatu huono). Taloudelliset tappiot tällaisen sonnin käytöstä saattavat olla suuret lehmien omistajille.

Jos spermantuotantoa katsotaan keinosiemennysyhdistysten näkökulmasta, voidaan todeta, että mitä nopeammin tietty määrä 15.000 - 20.000 kpl käyttökelpoisia pakastepillereitä saadaan keinosiemennyssonnista kerättyä sitä pienemmiksi jäävät sonnien pidosta aiheutuvat kustannukset spermapilleriä kohti.

Hedelmällisyyden merkitystä arvosteltaessa tulee välittömien taloudellisten tekijöiden ohella huomioida hedelmällisyyden merkitys jalostukselle ja tätä kautta tuleviin sukupolviin. Hedelmällisyyden vaikutus tulee jossain määrin näkyviin jo luonnonvalinnassa (= natural selection). Korostetusti hedelmällisyyden vaikutus tulee näkyviin keinollisessa valinnassa (= artificial selection), missä se vaikuttaa valintamahdolli-

suuksiin. Mitä enemmän jälkeläisiä yksilöllä on, sitä pienempi osa niistä valitaan seuraavan sukupolven vanhemmiksi. Näin voidaan vain parhaat valita.

Hedelmällisyys vaikuttaa sukupolvien väliseen aikaan. Tältä kannalta olisi tärkeätä, että yksilöt saavuttaisivat sukukypsyyden mahdollisimman nopeasti, ja jos asiaa ajatellaan uros-ten kannalta, pitäisi niiltä voida kerätä käyttökelpoista spermaa mahdollisimman aikaisin.

Hedelmällisyyden merkitystä jälkeläisarvostelulle ei voida jättää huomiotta. Eläinten, joilla on hyvä hedelmällisyys, jälkeläisarvostelu nopeutuu ja tulee tarkemmaksi.

Myös jalostusmenetelmän valinnassa tulee hedelmällisyyden vaikutus näkyviin. Niillä eläinlajeilla, jotka ovat erittäin hedelmällisiä, on voitu käyttää ristisiitosta hyväksi. Näin on esimerkiksi sioilla ja kanoilla voitu heteroosin vaikutusta hyödyntää.

## 2. KIRJALLISUUS

### 2.1. Erilaisia hedelmällisyysmittoja sonneilla

Käytännöllistä sonnin hedelmällisyyden mitta ei ole vielä kehitetty. Sonnin hedelmällisyyttä arvosteltaessa voidaan käyttää joitakin seuraavassa luetelluista mitoista (Maijala, 1974).

#### 2.1.1. Sukuelinten mitat ja laatu

- kivespussin ominaisuudet
- kivesten koko (Foote ja ym., 1972) voidaan mitata mittanauhalla kivesten ympärysmitta
- kivesten laatu (Hahn ym. 1969) voidaan mitata tonometrin avulla
- kivesten muoto (Aehnelt ja Hahn, 1966)
- kivesten paikka
- lisäkivesten ominaisuudet (Aehnelt ja Hahn, 1966)
- siementiehyeiden ominaisuudet
- esinahan ja siittimen ominaisuudet

#### 2.1.2. Astumiskäyttäytyminen

- libido = halu ja into astua (Bane, 1954)
- astumistekniikka = kyky suorittaa täydellinen hyppy (Bane, 1954 ja Hultnäs, 1959)

#### 2.1.3. Spermantuotanto-ominaisuudet

- ejakulaatioiden määrä (päivässä, viikossa, kuukaudessa)

- ejakulaatin tilavuus  $\text{cm}^3$ /hyppy tai päivä tai viikko
- spermatiheys
- sperman liikkuvuus
- massaliike
- % eläviä siittiöitä
- värjäytyvyyskestävyys metylensinisellä
- fruktolyysi-indeksi
- siittiöiden pitkäikäisyys ja kestävyys
- siittiöiden morfologia
- sperman laimennusaste
- siittiöiden kokonaismäärä/aikayksikkö

#### 2.1.4. Sperman laatu kentällä

- NR-% uusimattomuus-% 60 - 90 päivää ensimmäisen siemennyksen jälkeen, meillä lasketaan jokaiselle keinosiemennyssonnille ei-uusimis-%
- CR tiinehdyttämiskyky

#### 2.1.5. Sukuelinten anatomiset havainnot teurastuksen jälkeen

Sukuelimistä tehtyjä teurastuksen jälkeisiä anatomisia havaintoja voidaan nykyisin käyttää arvosteltaessa sonnin hedelmällisyyttä, sillä sonnia käytetään nykyisin pääasiallisesti vasta teurastuksen jälkeen (pakastepillerit).

#### 2.2. Erilaisten systemaattisten tekijöiden vaikutus sonnin hedelmällisyyteen

On yleisesti tunnettua, että eläinten useimpien taloudellisesti tärkeiden ominaisuuksien muuntelu on jatkuva. Niihin vaikut-



tavat useat eri tekijät, geenit, geenien yhteisvaikutukset, ympäristövaikutukset, geenien ja ympäristön yhteisvaikutukset. Jotta voitaisiin arvostella jonkin ominaisuuden periytyvyyttä, on ympäristövaikutukset mahdollisimman tarkasti eliminointava. Seuraavassa on tarkasteltu joitakin ympäristötekijöitä, jotka vaikuttavat spermantuotantoon.

### 2.2.1. Ikä

Jo pitkään on ollut tiedossa sonnin iän vaikutus spermantuotantoon. Nuorilla sonneilla tämä näyttää olevan yhteydessä elopainon kohoamiseen sonnin kasvaessa (taulukko 2.2.1.1) (Van Demark, 1956).

Taulukko 2.2.1.1. Muutos kasvavien holstein-sonnien spermantuotantokyvyssä puberteetin jälkeen (keskiarvot 15 sonnilla) (Van Demark, 1956).

Ominaisuus	Vuosineljännes			
	I	II	III	IV
Elopaino kg	366	446	515	580
Ejakulaatin tilavuus ml	2.34	3.21	3.51	3.36
Spermatiheys ( $\times 10^6$ /ml)	429	735	916	987
Siittiöiden kokonaismäärä ( $\times 10^6$ )	1.255	2.690	3.592	3.668

Samanlaiseen tulokseen ovat päätyneet saksalaiset tutkijat (Mudra ym., 1971) tutkiessaan sonnien seksuaalista kehitystä nuorilla sonneilla. He havaitsivat iän ja spermantuotannon toisaalta, ja elopainon ja spermantuotannon toisaalta välillä olevan kohtalaisia korrelaatioita (erot erittäin merkitseviä) (taulukko 2.2.1.2.).

Taulukko 2.2.1.2. Korrelaatiot sperman ominaisuus ikä ja sperman ominaisuus/elopaino nuorilla sonneilla  
n = 87 (Mudra ym., 1971).

Sperman ominaisuus	Ikä r	Elopaino r
Ejakulaatin tilavuus	+ 0.369 <sup>xxx</sup>	+ 0.335 <sup>xxx</sup>
Etenevässä liikkeessä olevien siittiöiden luku	+ 0.591 <sup>xxx</sup>	+ 0.517 <sup>xxx</sup>
Spermatiheys	+ 0.592 <sup>xxx</sup>	+ 0.529 <sup>xxx</sup>
Ikä		+ 0.838 <sup>xxx</sup>

Samassa tutkimuksessa laskettiin myös multippeli-korrelaatio ikä ja elopaino/sperman ominaisuudet. Ne eivät paljon poikkea edellisen taulukon korrelaatioista (taulukko 2.2.1.3.).

Taulukko 2.2.1.3. Multippeli korrelaatiot  
ikä ja elopaino/sperman ominaisuudet  
(Mudra ym., 1971).

Sperman ominaisuus	Ikä ja elopaino r
Tilavuus	+ 0.373 <sup>xxx</sup>
Spermatiheys	+ 0.594 <sup>xxx</sup>
Etenevässä liikkeessä olevien siittiöiden luku	+ 0.538 <sup>xxx</sup>

Myös saksalaiset tutkijat (Lühman ym., 1973) tutkivat nuorten sonnien spermantuotannon ja iän ja elopainon välisiä vuoro-  
suhteita 118 sonnilla (taulukko 2.2.1.4.).

Taulukko 2.2.1.4. Nuorten sonnien spermantuotanto-ominaisuuksien ja iän ja elopainon vuorosuhteet (Lühman ym., 1973).

Sperman ominaisuus	Ikä r	Elopaino r
Spermatilavuus	+ 0.378 <sup>xxx</sup>	+ 0.308 <sup>xxx</sup>
Spermatiheys	+ 0.366 <sup>xxx</sup>	+ 0.230 <sup>xxx</sup>
Siittiöitä/ejakulaatti	+ 0.464 <sup>xxx</sup>	+ 0.327 <sup>xxx</sup>
Massaliike	+ 0.352 <sup>xxx</sup>	+ 0.195 <sup>xxx</sup>
Normaalien siittiöiden luku	+ 0.303 <sup>xxx</sup>	+ 0.134 <sup>xx</sup>
Siittiöiden, joissa päässä epänormaaleja muutoksia, luku	- 0.257 <sup>xxx</sup>	- 0.118 <sup>x</sup>
Epänormaalien siittiöiden luku	- 0.200 <sup>xxx</sup>	

Taulukon 2.2.1.4. korrelaatioiden perusteella voidaan todeta, että sperman laatu ja määrä paranevat sonnin iän lisääntyessä ja epänormaalien siittiöiden määrä vähenee sonnin vanhetessa.

Mudra ja Günther (1968) havaitsivat nuorten sonnien spermalla olevan heikkomman hedelmöittämiskyvyn (taulukko 2.2.1.5.).

Taulukko 2.2.1.5. 90 päivän NR - % nuorilla sonneilla (Mudra ja Günther, 1968)

Ikä kuukautta	Ejakulaattien lukumäärä	Etenevässä liikkeessä ole- vien siittiöi- den % sulatuksen jälkeen	Aloitus- siemen- nysten luku	90 pv NR %
10	8	22	90	58.9
11	14	23	255	54.9
12	18	29	421	61.0
13	21	30	603	63.8
14	21	29	632	64.4
	86	$\bar{x} = 28$	2001	$\bar{x} = 62.1$

Maijala (1974) havaitsi, että spermatilavuus kasvoi lähes lineaarisesti ikävälillä 10 - 40 kk, kun sonnit kasvoivat (kuvio 2.2.1.1.).

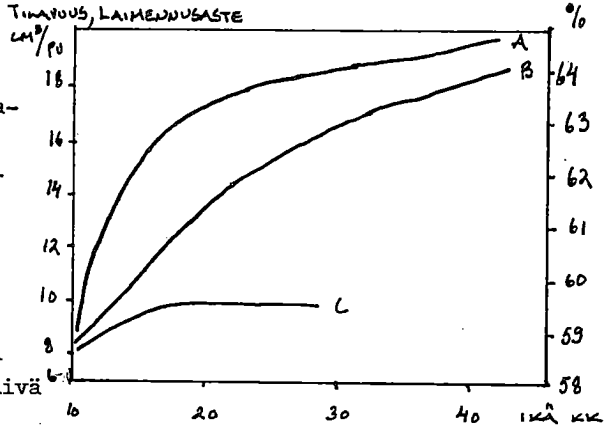
Kuvio 2.2.1.1.

Sperman määrän ja laadun riippuvuus iästä L-S keinosiemennysyhdistyksen sonneilla 1962 (päivittäiset arvot) (Maijala, 1974).

A = eläviä siittiöitä

B = siementilavuus/päivä

C = laimennusaste



Sperman laatu taas parani nopeammin nuorilla sonneilla. Sperman laadun paraneminen hidastui iän lisääntyessä (kuvio 2.2.1.2.).

Kuvio 2.2.1.2.

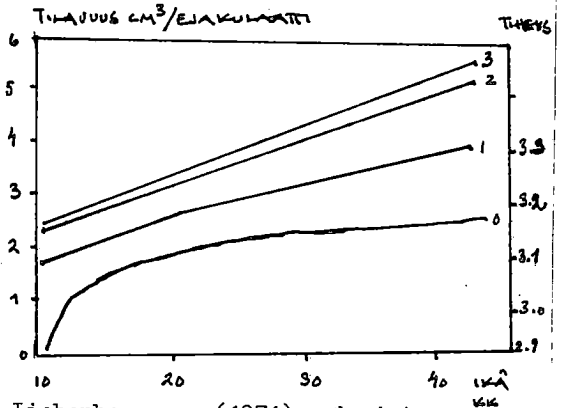
Spermatihyden ja ejakulaattitilavuuden riippuvuus iästä Lounais-Suomen keinosiemennysyhdistyksen sonneilla 1962 (Maijala, 1974).

0 = tiheys

1 = 1. ejakulaatin tilavuus

2 = 2. " "

3 = 3. " "



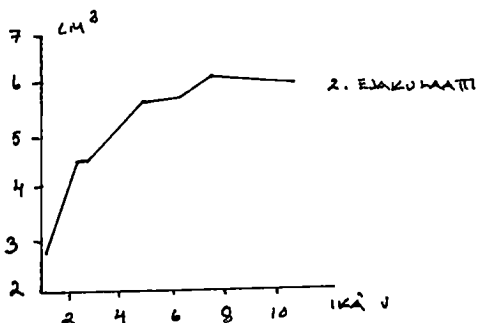
Saksalaisessa tutkimuksessa Liebenberg ym. (1971), aineistona

136 sonnia ja 15450 ejakulaattia, havaitsivat sperman määrän nousevan sonneilla 10 vuoden ikään saakka. 1 - 2 vuotiailla sperman määrä oli  $4.38 \text{ cm}^3$  ja 9 - 10 vuotiailla  $7.23 \text{ cm}^3$ , yli 10 vuotiailla sperman määrä laski  $5.76 \text{ cm}^3$ :iin. Spermatiheys oli paras jo 2 - 3 vuotiailla sonneilla.

Samantyyppiseen tulokseen pääsi Maijala (1974) tutkiessaan iän vaikutusta toisen ejakulaatin tilavuuteen (kuvio 2.2.1.3.).

Kuvio 2.2.1.3.

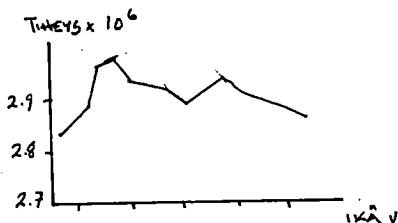
Iän vaikutus spermatilavuuteen Lounais-Suomen keinosiemennysyhdistyksen sonneilla 1966 (Maijala, 1974).



Maijalan (1974) saama tulos spermatiheyden vaihteluista eri ikäisillä sonneilla on samankaltainen kuin edellä esitetty Liebenbergin ym. 1971 saama tulos (kuvio 2.2.1.4.).

Kuvio 2.2.1.4.

Iän vaikutus spermatiheyteen Lounais-Suomen keinosiemen-  
nysyhdistyksen sonneilla 1966  
(Maijala, 1974).

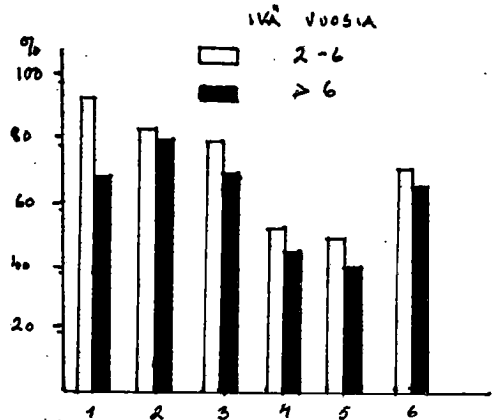


Siemenen laatu ja hedelmöittämiskyky on parempi 2 - 6 vuotiailla sonneilla kuin yli 6 vuotiailla sonneilla (Foote ym., 1972) (kuvio 2.2.1.5.).

Kuvio 2.2.1.5.

Sperman laadun vertailu eri ikäisillä sonneilla (Foote ym., 1972).

1. sperma-annos
2. % värjäytymätöntä spermaa
3. Normaalialia spermaa
4. % jäädytyksen jälkeä ampulleja
5. % jäädytyksen jälkeä pillereitä
6. NR - %

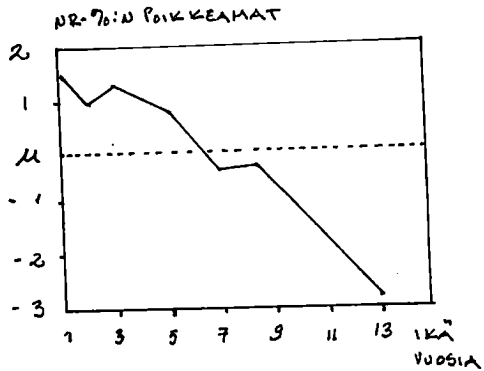


Martig ja Almqvist (1969) huomasivat NR - %:in paranevan ( $p < .05$ ) 68 %:sta 53 - 72 viikon ikäisenä 74 %:iin 73 - 88 viikon ikäisenä. Myös normaalien siittiöiden määrä lisääntyi puberteetin jälkeen ( $p < .05$ ).

Myös Maijala (1974) sai samanlaisen tuloksen tutkiessaan iän vaikutusta NR - %:iin. Nuorilla sonneilla laatu paranee, vanhemmilla tapahtui NR - %:n huononemista (kuvio 2.2.1.6.).

Kuvio 2.2.1.6.

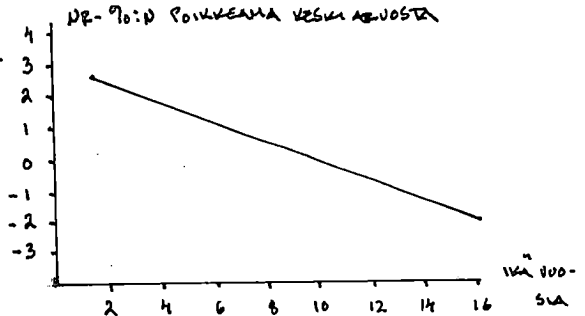
Iän vaikutus sonnin NR - %:iin 4524 sonnilla, vähintään 470 siemennystä vuodessa (Maijala, 1974).



Collins ja työtoverit (1962) saivat NR - %:n regressiokertoimeksi holstein-sonneilla - 0.31/ikävuosi ja guernsey-sonneilla - 0.50/ikävuosi. (kuviot 2.2.1.7. ja 2.2.1.8.)

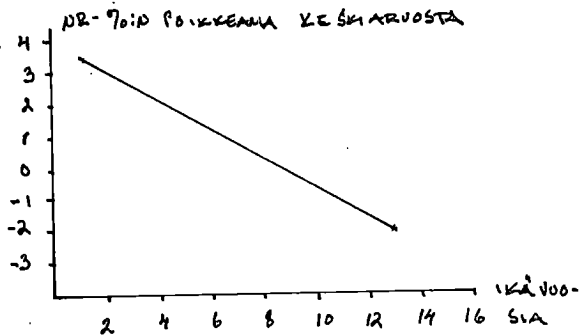
Kuvio 2.2.1.7.

Hedelmällisyyden regressio ikään holstein-sonneilla ( $p < .01$ ).



Kuvio 2.2.1.8.

Hedelmällisyyden regressio ikään guernsey-sonneilla ( $p < .01$ ).

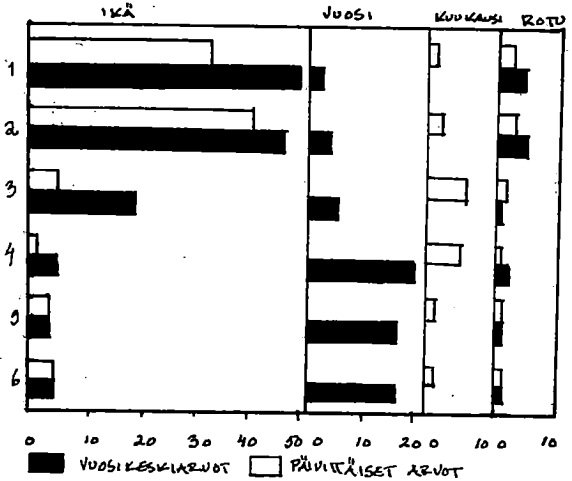


Siemenen määrä on huomattavassa määrin riippuvainen sonniniästä. Myös siemenen laatuun ikä vaikuttaa, joskaan ei niin suurella määrin kuin määrään (Maijala, 1969) (kuvio 2.2.1.9.).

Kuvio 2.2.1.9.

Eräiden systemaattisten tekijöiden osuus sperman ominaisuuksien muuntelussa (Maijala, 1969).

1. ejakulaattitilavuus
2.  $\text{cm}^3/\text{päivä}$
3. ejakulaatteja/päivä
4. laimennusaste
5. spermakonsentraatio
6. elävien siittiöiden määrä

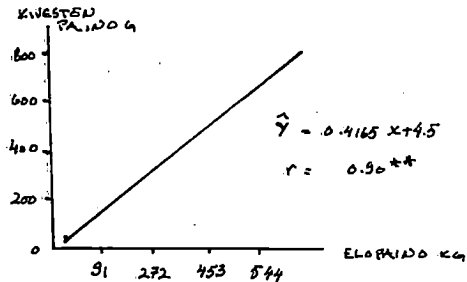


### 2.2.2. Koko ja kasvutaipumus

Siittiöiden tuotanto on riippuvainen aktiivisesti toimivasta kiveskudoksen määrästä. Kivesten koko taas toisaalta on suoraan riippuvainen sonniniästä (Van Demark, 1956) (kuvio 2.2.2.1.).

Kuvio 2.2.2.1.

Kivesten koon ja elopainon välinen yhteys (Van Demark, 1956).

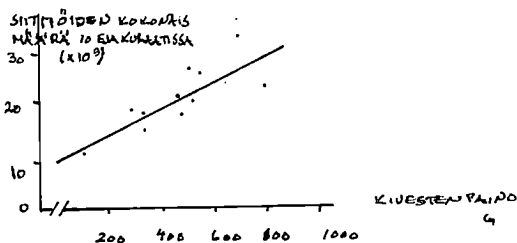




Kivesten koko vaikuttaa siittiöiden tuotantoon (Van Demark, 1956) (kuvio 2.2.2.2.).

Kuvio 2.2.2.2.

Kivesten koon vaikutus tuotettujen siittiöiden kokonaismäärään (Van Demark, 1956).



Seidel ja Foote (1969) saivat korrelaation (erot melkein merkitseviä) sperman tuotannon ja kivesten ympärysmitan välille  $r = 0.76^x$ . Samankaltaiseen tulokseen tulivat Schwark ym. (1972) tutkiessaan kivesten, ruumiinmittojen ja spermantuotanto-ominaisuuksien vuorosuhteita. Foote ym. tutkivat kivesten laatua ja sperman tuotanto-ominaisuuksia (taulukko 2.2.2.1.).

Taulukko 2.2.2.1.

Korrelaatiokertoimet tonometrillukemien ja sperman ominaisuuksien välillä 3.5 vuotiailla sonneilla (Foote ym., 1972).

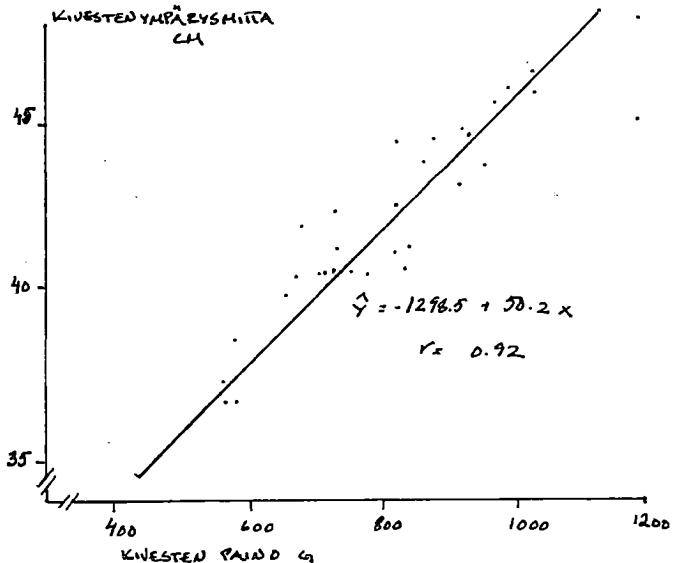
Sperman ominaisuus	Tonometrillukema $r$
% värjäytymätöntä spermaa	0.82 <sup>x</sup>
% normaalia spermaa	0.64
% liikkuvaa spermaa:	
pilleripakastuksen jälkeen	0.61
ampullipakastuksen jälkeen	0.72 <sup>x</sup>
1 päivän säilytyksen jälkeen	0.81 <sup>x</sup>

Hahn ym. (1969) tutkivat tonometrillä kiinteyden määrittämisessä. Kivesten tonometrillä mitattu kiinteyden oli positiivisessa vuorosuhteessa ( $r = 0.59 - 0.94$ ) sperman laatuun. Lähes kaikki korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä ( $p < .01$ ).

Hahn ym. (1969) saivat kivespussin ympärysmittaan ja kivesten painon väliseksi korrelaatioksi  $r = 0.92$  ominaisuuden toistuvuus oli suuri 0.98. (kuvio 2.2.2.3.)

Kuvio 2.2.2.3.

Kivesten ympärysmittaan ja painon välinen yhteys (Hahn ja Foote, 1969).



Kivesten laatu ja koko saattaisi edellä esitetyn perusteella olla käyttökelpoinen tapa arvioida nuorten sonnien hedelmällisyyttä ja sperman tuotantoa.

Klautschek ja Uusisalmi (1973) tutkivat kasvun vaikutusta sperman tuotantoon ja NR - %:iin (taulukko 2.2.2.2.).

Taulukko 2.2.2.2. Lisäkasvun ja spermantuotannon sekä NR - %:n väliset korrelaatiot (Klautschek ja Uusi-salmi, 1973).

		Siemennysvuoden NR - %			
		1.	2.	1.+2.	kaikki
<u>Ruumiin kehitys</u>		vuosi	vuosi	vuosi	vuodet
Elopaino	150 pv	- 0.05	- 0.02	- 0.32 <sup>x</sup>	- 0.36 <sup>x</sup>
"	180 pv	- 0.04	0.08	- 0.32 <sup>x</sup>	- 0.33 <sup>x</sup>
"	210 pv	- 0.09	- 0.01	- 0.38 <sup>x</sup>	- 0.37 <sup>x</sup>
"	240 pv	- 0.16	0.02	- 0.39 <sup>xxx</sup>	- 0.39 <sup>xxx</sup>
"	270 pv	- 0.14	0.03	- 0.38 <sup>x</sup>	- 0.36 <sup>x</sup>
"	300 pv	- 0.15	0.06	- 0.36 <sup>x</sup>	- 0.36 <sup>x</sup>
"	330 pv	- 0.12	0.02	- 0.33 <sup>x</sup>	- 0.33 <sup>x</sup>
"	365 pv	- 0.20	0.10	- 0.29	- 0.31 <sup>x</sup>
<u>Päivittäinen lisäkasvu</u>					
	121 - 150 pv	- 0.10	- 0.05	- 0.32 <sup>x</sup>	- 0.36 <sup>x</sup>
<u>Päivittäinen lisäkasvu</u>					
	60 - 365 pv	- 0.21	0.12	- 0.26	- 0.25
Rinnan ympäryys	180 pv	- 0.29	0.01	- 0.49 <sup>xxx</sup>	- 0.49 <sup>xxx</sup>
Lantion leveys	180 pv	- 0.27	- 0.02	- 0.48 <sup>xxx</sup>	- 0.50 <sup>xxx</sup>
Lantion pituus	180 pv	- 0.37 <sup>x</sup>	- 0.14	- 0.54 <sup>xxx</sup>	- 0.57 <sup>xxx</sup>
Rinnan ympäryys	365 pv	- 0.21	0.16	- 0.26	- 0.26
Lantion leveys	365 pv		0.08	- 0.37 <sup>x</sup>	- 0.37 <sup>x</sup>
Lantion pituus	365 pv		- 0.20	- 0.57 <sup>xxx</sup>	- 0.49 <sup>xxx</sup>
<u>Isän spermantuotanto ja jalostusarvo</u>					
Sperman määrä/kuukausi		0,32 <sup>x</sup>	- 0.15	0.06	0.07
Fotometriluku		0.35 <sup>x</sup>	- 0.14	0.38 <sup>x</sup>	0.42 <sup>xx</sup>
Isän jalostusarvo rasva %		- 0.34 <sup>x</sup>	0.23	- 0.39 <sup>xxx</sup>	- 0.45 <sup>xx</sup>
<u>Siemennysvuosien välinen riippuvuus</u>					
1. vuoden NR - %			- 0.17	0.49 <sup>xxx</sup>	0.56 <sup>xxx</sup>
2. vuoden NR - %				0.41	0.27
1. ja 2. vuoden NR - %					0.91 <sup>xxx</sup>

Kuten taulukosta 2.2.2.2. voidaan havaita kasvukoetulokset korreloivat negatiivisesti NR - %:n kanssa. Samoin korreloivat NR - %:t negatiivisesti ( $p .05^x - .001^{xxx}$ ) 180 päivän ja 365 päivän iässä otettuihin ruumiinmittoihin. Kun sonnit tutkimuksessa jaettiin kevyisiin (paino vuoden iässä  $< \bar{x}$ ) ja raskaisiin (paino vuoden iässä  $> \bar{x}$ ) todettiin saadut NR - %:t kevyillä sonneilla merkitsevästi suuremmiksi kuin raskailla sonneilla.

Nuoret sonnit, joita oli kasvukokeen aikana ruokittu intensiivisesti ja jotka kasvoivat nopeasti (suuret päivittäiset lisäkasvut) tuottivat vähemmän ja heikompi laatuista spermaa. Kasvutaipumus ei tutkimuksen mukaan vaikuttanut sonnien seksuaaliseen käyttäytymiseen (Schwark ym., 1974) (taulukko 2.2.2.3.).

Taulukko 2.2.2.3.

	Sperman ominaisuus	Päivittäinen lisäkasvu	r
Päivittäisen lisäkasvun ja spermantuotannon välisiä korrelaatioita sakalaisella mustankirjavalla	Spermamäärä	-	0.379
	Spermatiheys	-	0.476 <sup>x</sup>
	Siittiöiden konaismäärä/ ejakulaatti	-	0.518 <sup>x</sup>
(Schwark ym., 1974).	Massaliike	-	0.465 <sup>x</sup>
	Etenevässä liikkeessä olevien siittiöiden luku	-	0.440 <sup>x</sup>

Misostov (1969) sai tutkimuksissaan ( $n = 218$ ) korrelaatioita ejakulaattitilavuuden ja elopainon välille 0.556 - 0.738. Myös sonnien iän ja ejakulaattitilavuuden välillä oli 0.43 - 0.78 korrelaatioita.

Baber ja Almqvist (1975) tutkivat 22 charolaissonnilla kasvun ja ravitsemuksen vaikutusta puberteettiin. Puberteetti mää-

riteltiin iäksi, jolloin ensimmäinen ejakulaatti sisälsi vähintään  $50 \times 10^6$  siittiötä, joista vähintään 10 % oli etenevässä liikkeessä. Sonnit olivat tällöin iältään keskimäärin  $41 \pm 1$  viikkoa vanhoja ja painoivat  $396 \pm 14$  kg. Nopeasti kasvaneilla sonneilla oli korkeampi fruktoosikonsentraatio ejakulaatissa ( $p < .05$ ) ja alhaisempi siittiöiden liikkuvuus, elävyys ja sulatuksen jälkeinen liikkuvuus ( $p < .05$ ). Myös nämä tulokset pitävät yhtä edellä esitettyjen tutkimusten tulosten kanssa (Klautschek ja Uusisalmi, 1973; Schwark ym. 1974). Puberteettiejakulaatit nopeasti kasvaneilta sonneilta ovat huonompilaatuisia kuin hitaasti kasvaneilta sonneilta.

### 2.2.3. Vuodenaika

Villit lajit lisääntyvät ainoastaan tiettyinä vuodenaikana ja kierto on tavallisesti riippuvainen päivänvalosta. Sellaisilla eläimillä kivekset uusiutuvat täysin lepoaikana (ei lisääntymistä). Kotieläimillä ei vuodenaikaista lisääntymistä ole yhtä selvästi havaittavissa.

Useat tutkijat ovat tutkineet vuodenajan vaikutusta spermantuotantoon. El Sawaf ym. (1971) tutkivat vuodenaikojen ja iän vaikutusta spermantuotanto-ominaisuuksiin 9 buffalo sonnilla, jotka jaettiin 2 ikäryhmään (2.5 - 3.5 vuotiaat ja 3.5 - 4.5 vuotiaat) sekä iän että vuodenaikojen vaikutus oli merkitsevä sonnien astumishalukkuuteen ( $p < .01^{xx}$ ). Astumishalukkuus sonneilla oli korkein keväällä ja alhaisin syksyllä. Sperman määrä oli korkein syksyllä ja alhaisin keväällä, erot olivat merkitseviä ( $p < .01^{xx}$ ). Spermatiheys oli paras syksyllä, huonoin keväällä, erot olivat melkein merkitseviä. Myös siittiöiden kokonaismäärään näytti vuodenajalla olevan vaikutusta, korkein syksyllä, alhaisin keväällä ( $p < .05^x$ ). Muista

spermantuotanto-ominaisuuksista vaikutti vuodenaika melkein merkittävästi ( $p < .05^x$ ) vain massaliikkeeseen. Sperman pH-arvoon ja siittiöiden epänormaalisuuksiin ei vuodenaikajalla näyttänyt olevan vaikutusta.

Myös neuvostoliittolaisissa tutkimuksissa on sperman laadun paranemista havaittu kevästä syksyyn. Spermanlaatu tässä tutkimuksessa oli alhaisin talvella. Libidon havaittiin paranevan keväällä (Pitushkin, 1974). Syyksi tähän arveltiin päivän pitenemistä ja lämpötilan kohoamista.

Mercier ja Salisbury (1947) havaitsivat hedelmällisyyden olevan alhaisimmillaan talvella ja korkeimmillaan kesällä ja keväällä. Myös tässä tutkimuksessa huomattiin hedelmällisyyden olevan riippuvainen päivän pituudesta.

Amann ym. (1966) havaitsivat holstein-sonneilla selvät ja merkittävät vuodenaikaisvaihtelut. Ejakulaattimäärä oli pienin talvella ja aikaisin keväällä sekä korkein kesällä. Siittiötiheys oli suurin keväällä ja pienin talvella ja myöhäiskesällä. Päivittäinen siittiötuotanto oli suurin myöhäiskeväällä ja alkukesällä ja pienin talvella.

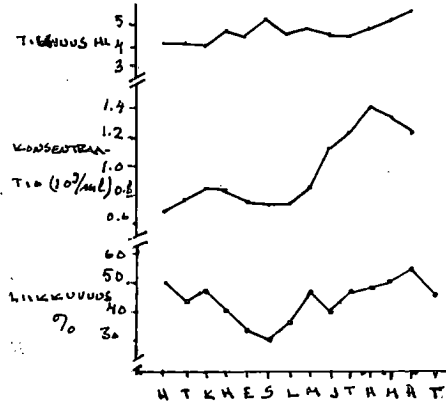
Erb ja Waldo (1952) huomasivat, että NR - % oli korkein syyskuussa ja alhaisin tammi-huhtikuussa.

Kuviossa 2.2.3.1. on esitetty spermanmäärän ja laadun vaihtelut eri kuukausina (Almqvist ja Cunningham, 1967).

Kuvio 2.2.3.1.

Kuukausivaihtelut sperman ominaisuuksissa ensimmäisenä puberteetin jälkeisenä vuonna.

(Almqvist ja Cunningham, 1967)



Hultnäs (1959) sai joitakin melkein merkitseviä eroja ( $p < .05^x$ ) tutkiessaan vuodenaikojen vaikutusta sonnin siitoskäyttäytymiseen ja spermantuotanto-ominaisuuksiin. Kun taas Hultnäs ja Ström (1968) eivät havainneet vuodenaajalla olevan vaikutusta sonnin hedelmällisyyteen.

Mudra ja Günther (1968) tutkivat NR - %:a nuorilla ja vanhoilla sonneilla siemennyskuukauden nukaan (taulukko 2.2.3.1.).

Taulukko 2.2.3.1. NR - % nuorilla ja vanhoilla sonneilla siemennyskuukausittain (Mudra ja Günther, 1968)

Kuukausi	Nuoret sonnit	Vanhat sonnit
	NR - % (n = 7)	NR - % (n = 7)
Tammikuu	57.2	58.7
Helmikuu	62.2	61.6
Maaliskuu	63.7	58.4
Huhtikuu	63.5	62.8
Keskimäärin	62.1	60.9

Edellä esitetyn perusteella voidaan kai todeta, että vuodenajan vaikutus sonnin seksuaaliseen käyttäytymiseen ja spermantuotantoon on yhteydessä päivänvalon lisääntymisen ja lämpötilan kohoamisen kanssa (vaikutus astumishalukkuuteen, libidoon). Myös ravinnolla voidaan katsoa olevan merkitsevä osuus sperman ominaisuuksien vuodenaikaisvaihteluissa. Spermanlaatu näyttää olevan parasta syyskesällä ja syksyllä eli silloin, kun eläin on saanut parhaimmanlaatuista rehua. Näistä yhteisvaikutuksista johtuen voidaan sanoa, että vuodenajan vaikutus hedelmällisyyteen on epäselvä.

#### 2.2.4. Sää ja lämpötila

Kuten edellä todettiin on päivänvalon lisääntymisellä ja lämpötilan kohoamisella vaikutusta spermantuotantoon.

Strostin (1975) totesi spermanlaadun paranevan, kun ympäristön lämpötila nousi  $10^{\circ}\text{C}$  -  $20^{\circ}\text{C}$ . Spermanlaatu vastaavasti huononi, kun ympäristön suhteellinen kosteus nousi 47.8 %:sta 94.3 %:iin.

Irala (1973) järjesti 18 saksalaiselle simmental-sonnille (1 vuotiaita) kokeen, jossa hän tutki tallin lämpötilan vaikutusta spermantuotantoon. Kokeessa havaittiin kuumastressin (lämpötilan kohoaminen  $15^{\circ}\text{C}$  -  $35^{\circ}\text{C}$ ) alentavan libidoa. Myös epänormaalien siittiöiden lukumäärä lisääntyi kokeen aikana.

Tutkimuksessaan Johnston ja Branton (1953) osoittivat erittäin merkitseviä korrelaatioita korkeimman päivittäisen lämpötilan ja hedelmällisyyden välille  $r = -0.46$  ja alhaisimman päivittäisen lämpötilan ja hedelmällisyyden välille  $r = -0.45$  sekä ilmanpaineen ja hedelmällisyyden välille  $r = -0.55$ .



Mercier ja Salisbury (1947) havaitsivat, että nuoret sonnit ovat alttiimpia ulkoisille tekijöille (erityisesti lämpötila) kuin vanhat sonnit.

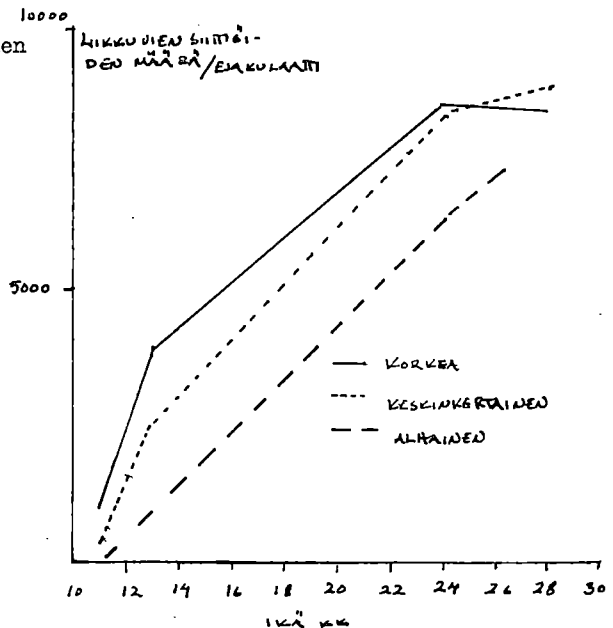
Valo näyttää olevan tärkeä tekijä sonnien hedelmällisyydelle. Kuitenkin hedelmällisyyteen sonneilla vaikuttavat myös lämpö sekä kosteus ja ilmanpaine, joskaan niiden vaikutus ei ole yhtä selvä kuin valon.

### 2.2.5. Ruokinta ja hoito

Ruokintatason vaikutusta spermantuotanto-ominaisuuksiin ovat tutkineet Branton ym. (1961). Kuten kuviosta 2.2.5.1. voidaan havaita, tuottivat aliravitut nuoret sonnit vain alle puolet siitä siittiömäärästä, minkä normien mukaan ruokitut sonnit tuottivat (kuvio 2.2.5.1.).

Kuvio 2.2.5.1.

Liikkuvien siittiöiden kokonaismäärä eri ruokintatasoilla. (Bratton ym., 1961)



Myös Kjaune (1969) havaitsi ruokintatason vaikuttavan spermantuotantoon tutkiessaan erilaisten väkirehutasojen vaikutusta. Antal ja Fasko (1974) saivat melkein merkitseviä ( $p < .05^x$ ) eroja spermantuotanto-ominaisuuksille sonneilla, joita oli ruokittu ad. lib. ja 1000 g:n päivittäisen lisäkasvun mukaan.

Laszcza ym. (1969) havaitsivat eri tutkimuksissa ankan aliravitsemuksen vaikuttavan seksuaaliseen käyttäytymiseen ja spermantuotantoon. Sperman määrä aleni ja laatu huononi ankan aliravitsemuksen aikana.

Taulukosta 2.2.5.1. ja kuviosta 2.2.5.1. voidaan havaita, että eri ruokintatasoilla saatujen spermantuotosten erot ovat pieniä ja niiden välillä ei ole merkitseviä eroja täysikasvaisilla sonneilla (taulukko 2.2.5.1).

Taulukko 2.2.5.1. Ruokintatason vaikutus spermantuotanto-ominaisuuksiin ja hedelmällisyyteen (Branton ym., 1947)

	Tilavuus	Liikkuvuus	Sperma konsentraatio mm <sup>3</sup>	Siittiöitä ejaku- laatissa	Hylätyt ejaku- laatit	Siemen- nyksiä	NR - %
%:a sula- vaa ravin- toa normeis- ta	ml.	%	(x 10 <sup>3</sup> )	(x 10 <sup>6</sup> )	%		%
100 %	5.70	72.7	1 219	7 096	43.2	7 360	54.3
120 %	5.64	73.5	1 226	7 197	37.8	9 419	54.9
140 %	5.56	73.2	1 220	6 788	40.8	8 198	55.9
valkuais- sisältö							
12 %	6.08	74.3	1 198	7 359	36.1	10 190	57.5
16 %	5.93	73.9	1 176	7 178	41.4	8 260	53.6
20 %	4.91	71.2	1 272	6 544	44.3	6 527	52.9

Stojanov ja Peev (1969) eivät saaneet eri valkuaistasojen välille merkitseviä eroja tutkiessaan valkuaistasojen vaikutusta spermantuotantoon.

Schilling ym. (1964) tutkivat ruokinnan vaikutusta kiveksiin ja ejakulaatteihin. Tutkimuksessaan he tulivat siihen tulokseen, että tehokas ruokinta voi vaikuttaa sukuhormonien tuotantoon voimakkaammin kuin spermiogeneesiin.

Bane (1954) ei havainnut merkitsevää lineaarista regressiota intensiivisen ruokinnan ja sperman ominaisuuksien välillä. Voimakas ruokinta vaikutti epänormaalien siittiöiden määrää lisäävästi.

Myös erilaisten valkuaistasojen ja valkuaislähteiden vaikutusta on tutkittu. Johnson ym. (1971) tutkivat ureaa, soijaproteiinia ja normaalia valkuaista lihasonnien proteiinilähteenä. Kokonaisspermatuotanto ja spermatilavuus olivat parhaat normaalilla valkuaisella ruokituilla sonneilla. Hedelmällisyyteen eivät urea ja soijaproteiini vaikuttaneet.

Flipse (1957), Flipse ja Almqvist (1957), Flipse (1956) ja Bratton (1953) ovat tutkineet eri tyyppisten ruokavalioiden vaikutusta hedelmällisyyteen. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei erilaisilla ruokavalioidella näytä olevan.

Täysikasvuaisilla sonneilla ruokintatason ja ruokavalioiden vaikutus on suhteellisen pieni. Kuitenkin on syytä ruokkia sonneja normien mukaisesti. Nuorilla ja kasvavilla sonneilla on ruokintatason vaikutus hedelmällisyyteen selvempi.

Riittävä ruokinta, energia, proteiinit, kivennäisaineet ja vitamiinit ovat välttämättömiä optimaaliselle kasvulle ja kehitykselle nuorilla sonneilla. Ruokinnalliset puutokset saattavat vaikuttaa nuorilla sonneilla lisääntymiseen enemmän kuin vanhoilla sonneilla.

### 2.2.6. Spermanottotiheys

Spermanottotiheyden vaikutuksessa on huomattavia yksilöllisiä eroja. Tutkiessaan sonnin seksuaalista käyttäytymistä ja spermantuotantoa Hale ym. (1953) keräsivät 6 sonnilta (2 1/2 - 11 v) spermaa useitten tuntien ajan. He havaitsivat, että siemenen laatu ja määrä palasivat koetta edeltäneelle tasolle yhdessä viikossa kokeen jälkeen. 41 spermanottoa/koe ei seksuaalista väsymystä havaittu.

Bratton ja Foote (1954) tutkivat eri ottotiheyksien vaikutusta spermantuotantoon ja hedelmällisyyteen.

Yhdellä ejakulaatilla joka neljäs päivä tai kahdella ejakulaatilla joka kahdeksas päivä ei ollut haitallista vaikutusta hedelmällisyyteen sonneilla. 2 ejakulaattia joka kahdeksas päivä antaa 60 % enemmän spermaa kuin 1 ejakulaatti joka neljäs päivä.

Seidel ja Foote (1969) havaitsivat spermanoton välisen ajan vaikuttavan merkittävästi spermakonsentraatioon, kokonaisuittiomäärään ja sulatuksen jälkeiseen siittiöiden liikkeeseen.

Taulukosta 2.2.6.1. voidaan havaita, kuinka tuotetut siittiömäärät/ viikko kehittyvät eri spermanottotiheyksillä.

Taulukko 2.2.6.1. Siittiöiden lukumäärän riippuvuus keräämistiheydestä (Maijala, 1970).

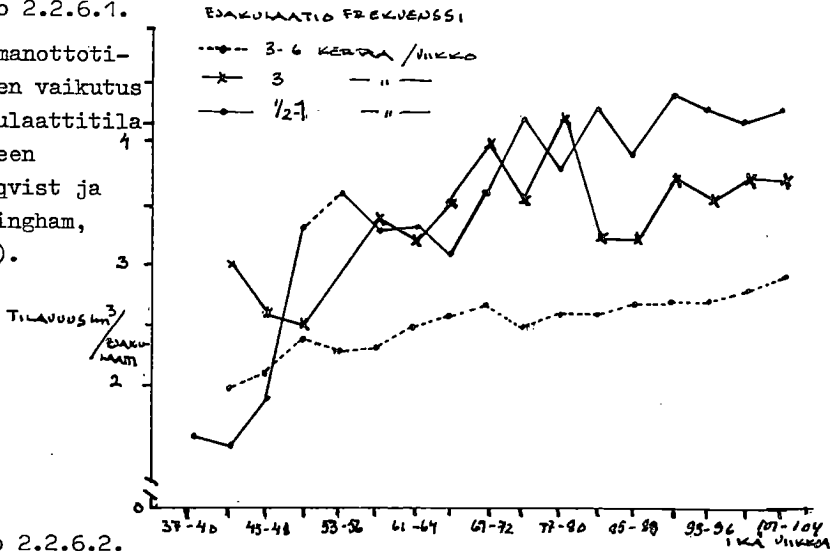
Keräämistiheys

pv/ viikko	hyppyä/ pv	Eläinten luku- määrä	Siittiöiden luku- määrä $\times 10^9$ /viikko	Tutkija
1	19.4	10	37.2	Almqvist ym., 1958
1	16.0	6	33.6	Willet ja Ohms, 1957
1	20.0	41	28.3	Amann ja Almqvist, 1962
1	4	6	30.3	Kirton ja Hafs, 1964
3	2	12	33.7	Hafs ym., 1959
6	1	6	32.2	Almqvist ym., 1958
7	1	5	33.8	Almqvist ja Hale, 1956

Almqvist ja Cunningham (1967) totesivat, että ejakulaattitilavuus oli erittäin merkitsevästi pienempi (kuvio 2.2.6.1), mutta siittiöiden kokonaismäärät olivat erittäin merkitsevästi suurempia spermanottotiheydellä 3 - 6 kertaa viikossa kuin 1/2 - 1 kertaa viikossa (kuvio 2.2.6.2).

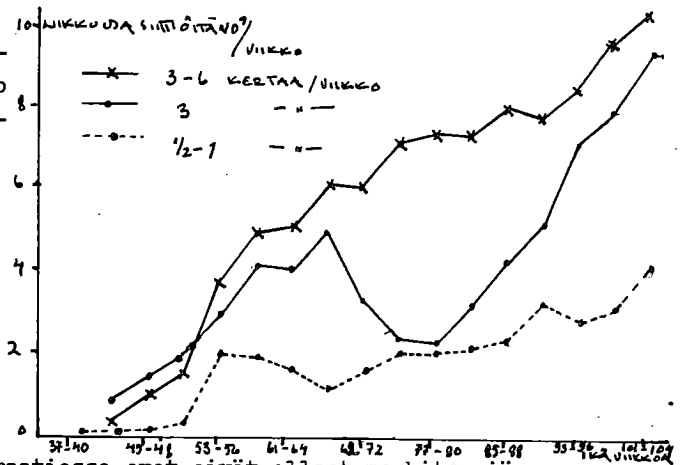
Kuvio 2.2.6.1.

Spermanottotiheyden vaikutus ejakulaattitilavuuteen (Almqvist ja Cunningham, 1967).



Kuvio 2.2.6.2.

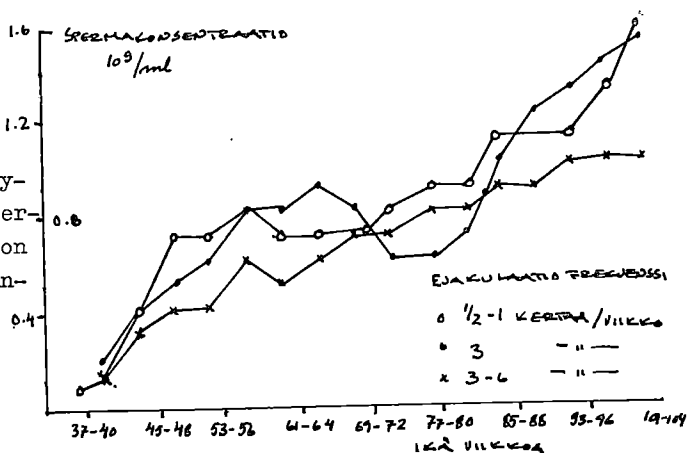
Viikottainen liikkuvien siittiöiden tuotanto eri spermanottotiheyksillä (Almqvist ja Cunningham, 1967)



Sperman konsentraatiossa erot eivät olleet merkitseviä (kuvio 2.2.6.3.).

Kuvio 2.2.6.3.

Spermanottotiheyden vaikutus spermakonsentraatioon (Almqvist ja Cunningham, 1967).



Hafs ym. (1959) tutkivat spermanottotiheyksien vaikutusta sperman laatuun iäkkäillä sonneilla (10v). Spermanotto päivittäin ei vaikuta haitallisesti (taulukko 2.2.6.2.). Sonnit, jotka ejakuloivat kerran viikossa, vaativat keskimäärin 9.2 minuutin valmistusajan ja 2.9 harjoitushyppyä ennen jokaista ejakulaatiota verrattuna keskimäärin 16.0 minuutin valmistusaikaan ja 3.7 harjoitushyppyyn sonneilla, jotka ejakuloivat kerran päivässä.

Taulukko 2.2.6.2. Spermanottotiheyden vaikutus spermanominaisuuksiin 10 vuotiailla sonneilla (Hafs ym., 1959)

Spermanominaisuus	otto kerran viikossa	otto kerran päivässä
Spermaa/ejakulaatti $cm^3$	9.5	6.2
Liikkuvaa spermaa	63	69
Siittiöitä/ml spermaa ( $\times 10^9$ )	1.89	0.81
Siittiöiden kokonaismäärä/ ejakulaatti ( $\times 10^9$ )	17.8	4.8
Liikkuvia siittiöitä/ejakulaatti ( $\times 10^9$ )/viikko	11.1	3.4
Siittiöitä viikossa ( $\times 10^9$ )	17.8	33.8
Liikkuvia siittiöitä viikossa ( $\times 10^9$ )	11.1	23.6

Kaikki erot ryhmien välillä merkitseviä ( $p < .01$ ) lukuunottamatta spermatilavuutta.

Ejakulaattifrekvenssi aina 6 kertaa/viikko ei vaikuta haitallisesti spermanominaisuuksiin. Samaan tulokseen ovat päässeet Almquist ja Amann (1962) ja Van Demark (1956) tutkissaan spermanottotiheyksiä 3 kertaa viikossa ja 6 kertaa viikossa.

Myöskään hereford- ( $n=8$ ) ja angussonneilla ( $n=9$ ) ei ejakulaattifrekvenssi (1/2 - 6 kertaa viikossa) vaikuttanut sperman laatuun eikä normaalien siittiöiden määrään (Martig ja Almquist, 1969).

#### 2.2.7. Harjoitus

Sonnin kiihottaminen ennen ejakulaatin ottoa lisäsi spermamäärää/hyppy 16 %:a, paransi spermatihyettä 17 %:a ja lisäsi siittiöiden määrää ejakulaatissa 46 %:a (Collins ym., 1951).

Bratton ym. (1952) havaitsivat, että spermantuotanto-ominaisuuksia voitiin parantaa kohtuullisella seksuaalisella kiihottuksella. Hedelmällisyyteen ei sonnin kiihottaminen vaikuttanut (taulukko 2.2.7.1.).



Taulukko 2.2.7.1. Seksuaalisen kiihotuksen vaikutus spermanominaisuuksiin (Bratton ym., 1952)

Spermanominaisuus	A	B	C
	kiihottamaton	1 harj.hyppy	2 harj.hyppy
Tilavuus/ejakulaatti ml	3.7 <sup>xx</sup>	4.5 <sup>xx</sup>	4.5 <sup>xx</sup>
Alkuperäinen liikkuvuus	58	63	61
Siittiöiden lukumäärä (x10 <sup>6</sup> )	1.137 <sup>xx</sup>	1.414 <sup>xx</sup>	1.377 <sup>xx</sup>
Siittiöiden lukumäärä/ejakulaatti (x10 <sup>6</sup> )	4.516	6.405	6.370
Liikkuvien siittiöiden lukumäärä/ejakulaatti (x10 <sup>6</sup> )	2.562 <sup>xx</sup>	3.977 <sup>xx</sup>	3.890 <sup>xx</sup>
Fruktoosi mg/ml	6.1	5.4	5.9
Käyttökelpoiset ejakulaatit	75.8	97.0 <sup>xx</sup>	93.9 <sup>xx</sup>
Ensisiemennysten luku	325	773	970
60-90 päivän NR - %	67.1	68.8	71.8

Hafs ym., (1972) tutkivat sonnin hoidon vaikutusta sperman tuotannon maksimoimiseen. Tutkimuksessa havaittiin, että sperma-annos voidaan kaksinkertaistaa seksuaalisella valmistelulla ennen ejakulaatiota (taulukko 2.2.7.2.).

Taulukko 2.2.7.2. Harjoitushyppyjen ja seksuaalisen valmistusajan vaikutus siittiöiden määrään (Hafs ym., 1972)

Aktiivisen valmistusajan kesto min.	Harjoitushyppyjen luku				keskim.
	0	1	2	3	
	siittiöitä x 10 <sup>9</sup> /ejakulaatti				
0	7.1	11.7	14.2	13.5	11.6
5	14.1	13.8	15.1	17.4	15.1
10	16.2	16.8	15.0	19.6	16.9
Keskimäärin	12.5	14.1	14.8	16.8	14.6

Myös muunlainen seksuaalinen valmistaminen kuin harjoitushyppy (stimuloivan eläimen liike, stimuloivan eläimen vaihto, valmistautumispaikkojen muuttaminen ja näiden yhdistelmät) vaikuttavat spermantuotantoa lisäävästi (taulukko 2.2.7.2.). Kuitenkin voidaan havaita, että paras spermatuotos saatiin 3 harjoitushypyllä ja 10 minuutin valmistusajalla. Jokainen sonni on tässä suhteessa yksilöllinen ja vaatii oman käsittelyn.

Pabrinks (1968) tutki kiimalehmien vaikutusta sonnin spermantuotantoon sekä 2-3 harjoitushypyn vaikutusta tuotettuun spermamäärään. Ejakulaattitilavuus lisääntyi ja siemenen laatu parani käytettäessä kiimalehmiä stimuloijina ennen spermankeruuta. Myös harjoitushyppy vaikuttivat spermamäärään lisäävästi ja spermanlaatua parantavasti.

## 2.3. Perinnölliset syyt hedelmällisyyden muuntelussa sonneilla

### 2.3.1. Rotu

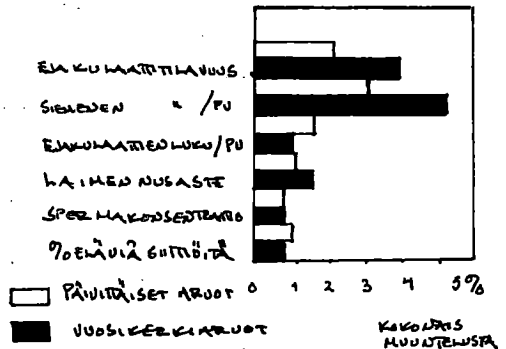
Useissa julkaisuissa on rodun mainittu vaikuttavan sonnin spermantuotantoon. Maijala (1967 ja 1969) havaitsi tutkiesaan Lounais-Suomen keinosiemennisyhdistyksen sonneja rodun vaikuttavan lähinnä spermamäärään. Vaikutus oli suurempi vuosikeskiarvoilla kuin päivittäisissä arvoissa (taulukko 2.3.1.1.) (kuvio 2.3.1.1.).

Taulukko 2.3.1.1. Rodun vaikutus spermantuotantoon (Maijala, 1967).

Ominaisuus Määrä:	Päivittäiset arvot % muuntelusta	Vuosikeski- arvot
I hyppy cm <sup>3</sup>	1 <sup>x</sup>	8 <sup>x</sup>
II " "	3 <sup>xxx</sup>	5 <sup>xx</sup>
III " "	3 <sup>xxx</sup>	5 <sup>xx</sup>
cm <sup>3</sup> /hyppy k.a.		7 <sup>xx</sup>
cm <sup>3</sup> /päivä	3 <sup>xxx</sup>	11 <sup>x</sup>
Laatu:		
Laimennusaste	1	0
Tiheys	0	2
% eläviä siittiöitä	0	3
<sup>x</sup> p < .05 <sup>xx</sup> p < .01 <sup>xxx</sup> p < .001		

Kuvio 2.3.1.1.

Rodun vaikutus sperman määrään ja laatuun päivittäisillä arvoilla ja vuosikeskiarvoilla (Maijala, 1969).



Almqvist ja Cunningham (1967) totesivat tutkiessaan 17 lihasonna, että herefordsonneilla oli spermakonsentraatio ja viikottainen sperman kokonaismäärä merkittävästi suurempi kuin angussonneilla.

Abdou ym. (1977) tutkivat sperman fruktoosikonsentraatiota ja sisältöä buffalo- (n=102) ja friisiläislonneilla (n=99). Yhteensä kerättiin 201 ejakulaattia. Fruktoositaso (mg %) oli erittäin merkitsevästi ( $p < .001^{xxx}$ ) korkeampi buffalo-sonneilla.

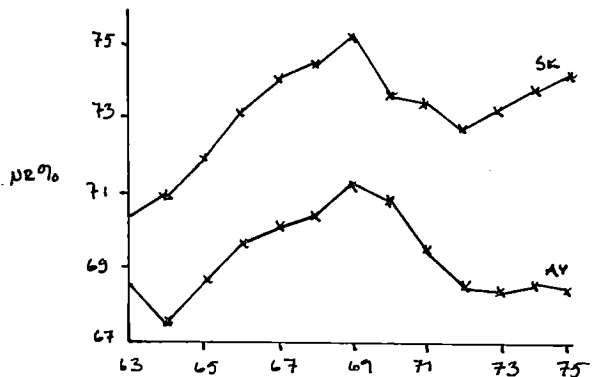
Martig ja Almqvist (1969) eivät havainneet rodun vaikuttavan spermantuotanto-ominaisuuksiin (hereford- ja angussonnit).

Rotuerot koskevat siis lähinnä spermamäärää, mutta sperman käsittely ja jäädytys tekevät rodun vaikutuksen selvemmäksi myös laatuun.

1960-luvun alussa olivat rotujen väliset erot suomenkarjan ja ayrshiren NR - %:ssa noin 2-3 %, mutta vuosikymmenen lopussa ja 1970-luvun alussa ero on ollut noin 4-5 % (kuvio 2.3.1.2.).

Kuvio 2.3.1.2.

NR - % ayrshirellä ja suomen karjalla vuosina 1963-1975.



Ruotsalaisilla roduilla tehdyt havainnot impotentia coeundiasta ja impotentia generandista (Lagerlöf, Pirchnerin mukaan, 1967) ovat esimerkkinä genotyypin merkityksestä eri roduilla (taulukko 2.3.1.2.).

Taulukko 2.3.1.2. Impotentia coeundin ja impotentia generandin esiintyminen ruotsalaisilla rodulla (Lagerlöf, Pirchnerin mukaan, 1967).

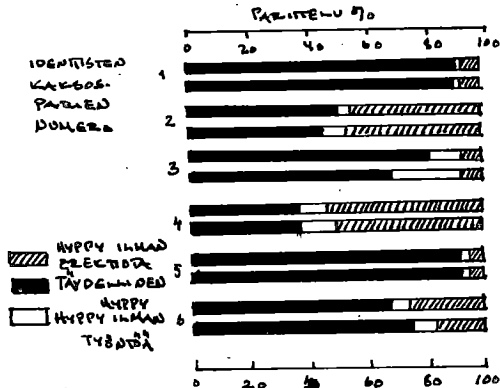
Rotu	imp.coe.	imp.gener.	imp.coe. ja
	%	%	gener. %
Punakirjava SRB	37.2	21.5	6.4
Mustankirjava SLB	37.4	15.1	9.6
Tunturirotu SKB	68.0	4.8	4.3

### 2.3.2. Seksuaalinen käyttäytyminen

Synnynnäisellä luonteella on dominoiva vaikutus siitoskäyttäytymiseen. Bane (1954) on tutkinut identtisten kaksosparien (6 paria) astumiskäyttäytymistä. Hän havaitsi kaksosparien välillä suuria eroja, mutta siitoskäyttäytyminen veljien kesken oli samanlaista, kuten kuviosta 2.3.2.1. voidaan havaita.

Kuvio 2.3.2.1.

Identtisten kaksosparien ejakulaatio-käyttäytyminen (Banen 1954 mukaan Hafez, 1968).



Genotyypilliset erot näyttivät vaikuttavan huomattaviin eroavaisuuksiin siitoskäyttäytymisessä parien välillä. Kolmella parilla huomattiin ajoittaista impotentia coeundia ja kaksi

paria olivat hyviä parittelussa. Ruokinnan ei havaittu vaikuttavan sonnin siitoskäyttäytymiseen tässä tutkimuksessa.

### 2.3.3. NR - % ja sen periytymisaste

Sonnin hedelmällisyyttä arvosteltaessa ja sperman ominaisuuksia tutkittaessa on tärkeimpänä mittana pidettävä uusimattomuus osuutta NR - %:a, sillä vasta se antaa täyden kuvan sperman hedelmöittämiskyvystä kentällä. Suomessa keinosiemennesyhdistykset julkaisevat NR - %:n jokaiselle sonnille vuosittain (taulukko 2.3.3.1.).

Taulukko 2.3.3.1. Uusimattomuus % Suomessa vuosina 1967-1975 roduttain.

Vuosi	Ay	Sk	Fr	Ch	$\bar{x}$
1967	70.0	74.1	70.0	70.8	71.3
68	70.3	74.5	71.1	70.4	71.6
69	71.1	75.2	72.2	72.1	72.2
70	69.7	73.7	72.1	71.1	70.9
71	69.5	73.6	72.3	70.7	70.7
72	68.6	72.7	71.6	64.1	69.8
73	68.4	73.3	71.6	70.3	69.7
74	68.6	73.8	71.7	70.0	69.8
75	68.4	74.1	71.9	70.5	69.7

Maijala (1969) tutki NR - %:n periytymistä ja toistuvuutta. Omiin tutkimuksiin ja joihinkin ulkomaisiin tutkimuksiin perustuen hän sai 1500 sonnilla NR - %:n keskimääräiseksi periytymisasteeksi ( $h^2$ ) 25 % ja toistuvuudeksi 1800 sonnilla 59 % (taulukko 2.3.3.2.).

Taulukko 2.3.3.2. NR - %:n periytymisasteet ja toistuvuus aloitussiemennyksestä laskettuna (Maijala, 1969).

Aineisto	Heritabiliteetti		Toistuvuus		Tutkijat
	Sonneja kpl	$h^2$ %	Sonneja kpl	b %	
Amerik. mustankirjava			164	59	Mc Cullough ym. (1951)
" quernsey			117	45	"
" persey			72	31	"
Uusiseelantil. persey	221	55	314	69	Shannon ja Searle (1962)
Ruotsal. SRB	176	30	264	54	Rendel ja Venge (1961)
Itäksal. mustankirjava	271	19			Zelfel (1964)
Suomalaiset Ay, Sk	839 <sup>x</sup>	18	839 <sup>x</sup>	61	Maijala (1969)
	$\Sigma$ 1507	$\bar{x}$ 25	$\Sigma$ 1770	$\bar{x}$ 59	

<sup>x</sup>vuosina 1956-1965 otettu kultakin sonnilta 4 vuoden tulokset.

Taulukon arvoista voidaan päätellä, että yksityisillä eroilla on huomattava merkitys sonnin NR - %:n muuntelussa. Noin puolet tästä muuntelusta perustuu additiiviseen geenivaikutukseen. Sonnin korkea NR - %:n periytymisaste lehmien alhaisiin vastaaviin periytymisasteisiin verrattuna (1-2 %) johtuu sonnin spermalla siemennettyjen lehmien suuresta määrästä (Maijala, 1969).

Samankaltaisiin tuloksiin kuin taulukossa 2.3.3.2. ovat tulleet myös Schmid ym. (1974) tutkiessaan NR - %:a nuorilla saksalaisilla simmental (n=286) ja saksalaisilla keltaisilla (n=126) sonneilla. Tulokset tarkistettiin vuoden, vuodenajan ja siementäjän vaikutuksen suhteen. Seuraavat NR - %:n periytymisasteet saatiin

	$h^2$
saksalainen simmental	$0.10 \pm 0.23$
saksalainen keltainen kaya	$0.20 \pm 0.34$

Stemmler ym. (1973) saivat NR - %:n periytymisasteeksi  $h^2 = 0.29$  ja NR - %:n toistuvuudeksi  $b^2 = 0.61$  saksalaisella mustankirjavalla (13 isää 172 poikaa).

Jalostuksellisen valinnan teko riippuu ominaisuuden geneettisestä perustasta. Jos jonkin ominaisuuden muuntelu on riippuvainen additiivisesta geenivaikutuksesta suuressa määrin, voidaan ominaisuutta parantaa valinnalla. Edellisten tulosten perusteella voidaan olettaa, että hedelmällisyyttä sonneilla voidaan parantaa valitsemalla sonneja joiden NR - % on korkea.

Bearden ym. (1956) tutkivat NR - %:n vaikutusta tuotettujen elävien sikiöiden määrään. Käytettäessä spermata sonneista, joilla oli korkea 60-90 päivän NR - % (74 %) saatiin 97 %:n hedelmöittyminen ja 86 % eläviä sikiöitä. Sonnit, joilla oli alhainen 60-90 päivän NR - % (58 %) tuottivat noin 77 %:n hedelmöittymisen ja 58 % eläviä sikiöitä. Myös muut tutkijat ovat päässeet samankaltaisiin tuloksiin.



2.3.4. Spermantuotanto-ominaisuuksien periytymisaste

Sonnin NR - %:n määrittäminen on hidasta ja kallista. Tämän vuoksi on tutkittu, voitaisiinko sonnin hedelmällisyyttä arvostella eri spermantuotanto-ominaisuuksien perusteella keinosiemennysasemalla (taulukko 2.3.4.1.).

Taulukko 2.3.4.1. Keinosiemennyssonnin sperman eri ominaisuuksien periytymisasteet ja toistuvuuskertoimet (Maijala, 1969).

Ominaisuus Vuosi- keskiarvot	Periytymisaste		Toistuvuuskerroin		Tutkijat
	Sonnien lukumäärä	$r^2$ %	Sonnien lukumäärä	$b^2$ %	
Ejakulaatti- tilavuus No 1.	358	5	140	77	Zelfel (1964)
" " 1.	337 <sup>1)</sup>	21	166 <sup>2)</sup>	65	Maijala (1969)
" " 2.	337	13	166	73	"
" " 3.	337	15	166	71	"
" keskiarvo	337	12	166	73	"
" määrä yht/pv	337	10	166	68	"
Ejakulaattien lukumäärä/pv	337	37	166	27	"
Laimennusaste	337	24	166	26	"
Spermankonsentraatio	337	14	166	74	"
"	354	36	140	68	Zelfel (1964)
Elävien siittiöiden määrä	333	13	109	38	"
"	337 <sup>1)</sup>	29	166 <sup>2)</sup>	49	Maijala (1969)
Siittiöiden massaliike	337	50	132	58	Zelfel (1964)

Päivittäiset arvot

Ejakulaatti- tilavuus No 1.	130	10	130	30	Maijala (1969)
" " 2.	130	0	130	48	"
" " 3.	130	0	130	44	"
Laimennusaste	130	0	130	31	"
Spermankonsentraatio	130	10	130	51	"
Elävien siittiöiden määrä	130	17	130	51	"

1) 1-10 vuotiaita sonneja 1.9 vuotta/sonni  
2) 1-4 " " 3.8 vuotta/sonni

Ejakulaattitilavuudessa näyttää olevan suhteellisesti korkea toistuvuus vuodesta toiseen noin 70 %:a. Vastaavat periytymisasteet ( $h^2$ ) kuitenkin osoittavat, että vain noin 20 %:a tästä yksilöllisyydestä perustuu additiiviselle geenivaikutukselle ja että muu osa selittyy ympäristövaikutuksesta ja ei-additiivisesta geenivaikutuksesta (esimerkiksi deminanssi, epistasia ja ympäristön ja geenien yhteisvaikutus). Päivittäiset arvot ovat selvästi alhaisempia (Maijala, 1969). Päivittäisten hyppyjen luku ja päivittäinen siemennesteen kokonaismäärä ovat lukuja, joihin vaikuttaa sonnin lisäksi myös ihminen. Samoin on laimennusaste usein riippuvainen laimennusta suorittavasta henkilöstä (Maijala, 1969).

Sperman laadun suhteen on tärkein luku spermakonsentraatio (tiheys). Sen toistuvuus on samaa luokkaa kuin ejakulaattitilavuuden n. 70 %:a ja periytymisaste hieman korkeampi kuin spermatilavuudella 25 %:a laskettuna vuosikeskiarvoista. Myös päivittäiset arvot ovat lupaavia (Maijala, 1969).

Elävien siittiöiden %-osuuden periytymisasteet ovat myös osoittautuneet vuosikeskiarvoista laskettuna suurin piirtein samoiksi kuin tiheyden, mutta toistuvuus tällä on pienempi. Ero toistuvuudessa ei ole merkittävä, mutta se voidaan ymmärtää helposti, jos subjektiivisen arvostelun osuus on suurempi toisessa ominaisuudessa. Subjektiivisessa arvostelussa arvostelija helposti antaa samalle sonnille samanlaisia arvoja viikosta toiseen. Tämän vuoksi olisikin syytä pyrkiä objektiiviseen spermanarvostelumenetelmään (Maijala, 1969).

Basovskii ja Pepina (1970) saivat ejakulaattitilavuudelle sa-

mantapaisia arvoja tutkiessaan nuorien ja vanhojen sonnien spermatuotantoa. Ejakulaattitiilavuuden periytymisaste  $h^2 = 0.47$ , spermakonsentraation  $h^2 = 0.34$  ja sperman elävyyden  $h^2 = 0.21$ .

Liebenberg ja Brückner (1970) tutkivat 11 keinosiemennyssonnia, joilla oli 102 poikaa. Sonnien kuukausitiedoista saatiin seuraavat periytymisasteet ja toistuvuudet (taulukko 2.3.4.2.).

Taulukko 2.3.4.2. Sperman ominaisuuksien  $h^2$  ja  $b^2$  (Liebenberg ja Brückner, 1970)

Ominaisuus	$h^2$	$b^2$
Sperman määrä	0.09	0.59
Sperman liikkuvuus	0.32	0.48
Etenevässä liikkeessä olevat siittiöt	0.42	0.48
Tiheys	0.14	0.30

Nämä tulokset ovat yhtäpitäviä Zelfelin (1964)  $h^2 = 0.05$  ja Maijalan (1969)  $h^2 = 0.12$  tutkimusten kanssa (sperman määrä). Myös massaliikkeen periytymisaste oli samansuuntainen kuin Zelfelin (1964) tutkimuksessa  $h^2 = 0.50$ . Siittiötiheyden periytymisaste on Maijalan (1969)  $h^2 = 0.14$  kanssa yhtäpitävä, mutta Zelfelin (1964)  $h^2 = 0.36$  arvoa pienempi.

Samoïlo, G. A. (1969) tutki venäläisiä ja latvialaisia mustankirjavia sonneja (edellisiä 71 isää jokaiselle 4-18 poikaa, jälkimmäisiä 81 isää 2-10 poikaa). Hän sai seuraavat spermantuotannon periytymisasteet (taulukko 2.3.4.3.).

Taulukko 2.3.4.3. Spermantuotannon periytymisasteet venäläisillä ja latvialaisilla mustankirjavilla sonneilla (Samoilo, 1969).

Ominaisuus	venäläiset $h^2$	latvialaiset $h^2$
Ejakulaattitilavuus	0.26	0.38
Spermakonsentraatio	0.10	0.41
Sperman resistenssi	0.27	0.48
Sperman elävyys	0.42	0.39

Volgina, V. I. (1969) sai ejakulaattitilavuudelle periytymisasteeksi  $h^2 = 0.56$ .

Brinks, J. S. (1972) tutki herefordsonneja (16 linja 264 sukusiitettynä ja 534 linjaristeytettynä sonnia). Periytymisasteet laskettiin isä-puolisisar analyysillä linjaristeytyksistä ja saatiin seuraavia arvoja: spermakonsentraatio  $h^2 = 0.28$ ; elinkyky  $h^2 = 0.23$ ; eläviä  $h^2 = 0.17$ ; % primäärisiä epänormaalisuuksia  $h^2 = 0.30$ ; % sekundäärisiä epänormaalisuuksia  $h^2 = 0$ ; % normaalia spermaa  $h^2 = 0.20$ .

Taulukossa 2.3.4.4. (Pirchener, F., 1967) on esitetty parittelukäyttäytymisen, spermaominaisuuksien ja hedelmällisyyden periytymisasteita. Kaksosilla ovat periytymisasteet korkeita. Puolisisar korrelaatioista saadut periytymisasteet eri spermaominaisuuksilla ovat yhtäpitäviä edellä esitettyjen tulosten kanssa.

Spermantuotanto-ominaisuuksiin vaikuttavat ei-geneettiset tekijät ja ei-additiiviset geenivaikutukset. Kuitenkin edellä esitettyjen koetulosten perusteella voidaan olettaa, että additiivisten geenien varianssiosuus on ollut tarpeeksi suuri ja että periytymisaste on sitä suuruusluokkaa, että sperman-

tuotanto-ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa valinnalla (Foote, R., 1970).

Taulukko 2.3.4.4. Sonnin lisääntymisominaisuuksien periyty-  
misaste (Pirchner, 1967).

Ominaisuus	Arvioimis- menetelmä	$h^2$ %	Tutkija
<b>I Parittelukäyttäytyminen</b>			
Täydellisten hyppyjen määrä	K	96	Bane, 1954
Hyppyjen ilman erek- tiota määrä	K	90	"
Hyppyjen ilman työn- töä määrä	K	98	"
Hyppäämiskyky	PS	51	Rittmansberger ym., 1967.
Libidoindeksi	PS	4	Hultnäs, 1959
<b>II Sperman ominaisuudet</b>			
Ejakulaattivilavuus	K	84	Bane, 1954
"	PS	16-32	Maijala, 1969; Hultnäs, 1959
"	PS	5	Zelfel, 1964
Spermakonsentraatio	K	84	Bane, 1954
"	PS	32	Hultnäs, 1959
"	PS	36	Zelfel, 1964
Siittiöitä/ejakulaatti	K	69	Bane, 1954
"	PS	20	Hultnäs, 1959
Liikkuvuus	K	80	Bane, 1954
"	PS	45	Hultnäs, 1959
"	PS	57	Müller, 1967
"	PS	50	Zelfel, 1964
Elinkyky	K	94	Bane, 1954
Epänormaalien päiden osuus	K	85	Bane, 1954
"	PS	15	Hultnäs, 1959
<b>III Hedelmällisyys</b>			
	isä-poika	57	Shannon ja Searle, 1962
	PS	36	Maijala, 1965.
	PS	19	Zelfel, 1964

K = kaksoskorrelaatio  
PS = puolisisarkorrelaatio

2.3.5. Hedelmällisyysmittojen vuorosuhteet

Edellä esitetystä on jo käynyt selville, että spermantuotanto on positiivisessa vuorosuhteessa sonnin kokoon  $r = 0.56-0.74$  ja myös kivesten kokoon ja laatuun  $r = 0.70-0.90$ .

Taulukosta 2.3.5.1. havaitaan, kuinka sukuelinten kliiniset ominaisuudet vaikuttavat siittiöiden elinkykyyn. Sonnit, joilla oli epänormaalisti kehittyneet sukuelimet, tuottivat merkittävästi enemmän heikentyneen elinkyvyn omaavia siittiöitä kuin sonnit, joilla oli normaalisti kehittyneet sukuelimet. Perintökelijät vaikuttavat todennäköisesti kivesten ja lisäkivesten toimintaan.

Taulukko 2.3.5.1. Sukuelinten kliiniset ominaisuudet ja siittiösolujen elinikä keinosiemennyssonneilla (Aehmelt ja Hahn, 1966).

Sukuelinten kliiniset ominaisuudet	Sonnien luku	Osuus sonneista, joilla oli alentunut siittiösolujen elinikä %
Kivesten koko	normaali	312 19.0 x
	pieni	143 29.3
Kivesten muoto	pyöreähkö	448 21.0 x
	pitk.omainen	37 35.1
Kivesten rakenne	joustava	388 18.2 xxx
	veltto	97 37.1
Lisäkivesten koko	normaali	420 20.2 x
	pieni	65 33.8
Lisäkivesten muoto	hyvin sijoittunut	406 18.2 xxx
	keskinkert. sijoittunut	79 41.7
	huonosti sijoittunut	
Lisäkivesten rakenne	joustava	435 19.8 xxx
	veltto	50 42.0

Abdou ym. (1977) ovat tutkineet sperman alkuperäistä fruktoosikonsentraatiota, libidoa ja sperman muita ominaisuuksia ja näiden välisiä vuorosuhteita buffalo- (n= 102) ja friisiläis-sonneilla (n= 99) yhteensä 200 ejakulaattia (taulukko 2.3.4.2.).

Taulukko 2.3.5.2. Vuorosuhteet spermanfruktoosisisällön ja libidon sekä sperman ominaisuuksien välillä (Abdou ym., 1977).

Ominaisuus	Korrelaatiokertoimet	
	Buffalo	Friisiläinen
Alkuperäinen fruktoosi mg % versus		
Reaktioaika (s)	-0.35 <sup>XX</sup>	-0.22 <sup>X</sup>
Ejakulaattitilavuus ml	0.76 <sup>XX</sup>	0.20 <sup>X</sup>
Spermakonsentraatio (x10 <sup>9</sup> /ml)	-0.17	0.10
Alkuperäinen liikkuvuus (%)	-0.11	0.13
Elävää spermaa (%)	0.03	0.26 <sup>XX</sup>
Epänormaaleja yhteensä (%)	-0.29 <sup>XX</sup>	-0.16
Metyleenisininen reduktio (min)	0.21 <sup>X</sup>	-0.12

<sup>X</sup><sub>p</sub> < .05      <sup>XX</sup><sub>p</sub> < .01

Taulukon arvoista voidaan havaita, että molempien rotujen reaktioajan ja sperman fruktoosisisällön välillä on negatiivinen suunta. Fruktoosisisällön ja ejakulaattitilavuuden välillä oli positiivinen vuorosuhde (buffalo-sonneilla voimakkaampi). Myös fruktoosisisällön ja elävän sperman (%) välillä oli friisiläisillä sonneilla positiivinen vuorosuhde. Buffalo-sonneilla epänormaalien %-osuus oli negatiivisesti korreloitunut fruktoosisisältöön.

Myös spermanlaadun muiden ominaisuuksien välisiä vuorosuhteita ovat eri tutkijat selvitelleet. Seuraavissa taulukoissa esitetään spermanlaadun ja NR - %:n välisiä vuorosuhteita (taulukot 2.3.5.3., 2.3.5.4. ja 2.3.5.5.).

Taulukko 2.3.5.3. Ejakulaattiominaisuuksien ja NR - %in korrelaatiot (Rosenhahn ja Mäckle, 1967).

Tutkija	Ejakulaatti-tilavuus	Spermakon-sentraatio	Massa-liike	Fruktoosi-sisältö	pH arvo	Liikkuvuus	Korrelaation laatu
Semidt ja Steger, 1958	0.002	0.073	0.092	0.139			T
Becse, 1959	0.496	0.380	0.128	0.57			B 1)
Salisbury, 1955	-0.33	0.65	0.67				B 2)
"	-0.08	0.40	0.34				B 3)
Branton ym., 1951		0.283	0.047				T
Lindley ym., 1959	0.00		-0.94				B
Döcke ja Tyngler, 1963			0.48				T
"			0.74				B
"			0.32				W
Rosenhahn ja Mäckle, 1967	0.03	0.28 <sup>x</sup>	0.40 <sup>xxx</sup>		-0.43 <sup>xxx</sup>	0.53 <sup>xxx</sup>	B 4)
	0.03 <sup>x</sup>	0.03 <sup>x</sup>	-0.03 <sup>x</sup>		-0.04 <sup>x</sup>	-0.02	W 5)

T = kokonais B = sonnien välillä W = sonnien sisällä  
 Multippelikorrelaatiot: 1) 0.76 2) 0.49 3) 0.35 4) 0.70<sup>xxx</sup> 5) 0.06<sup>x</sup>



Taulukko 2.3.5.4. Ejakulaattiominaisuuksien ja NR - %:n väliset korrelaatiot ejakulaattitutkimusten määrän lisääntyessä (Rosenhahn ja Mäckle, 1967).

Ominaisuus	Ejakulaattien numero				
	1	1+2	1+2+3	1+2+3+4	1+2+3+4+5
Tilavuus	-0.24	-0.21	-0.18	-0.18	0.03
Spermakonsentraatio	0.11	0.27	0.27	0.28	0.28 <sup>x</sup>
pH-arvo	0.23	-0.36	-0.39	-0.37	-0.44 <sup>xxx</sup>
Massaliike	0.50 <sup>xxx</sup>	0.52 <sup>xxx</sup>	0.54 <sup>xxx</sup>	0.58 <sup>xxx</sup>	0.40 <sup>xxx</sup>
Liikkuvuus	0.49 <sup>xxx</sup>	0.58 <sup>xxx</sup>	0.60 <sup>xxx</sup>	0.63 <sup>xxx</sup>	0.53 <sup>xxx</sup>
Liikkeen puute	-0.01	-0.31	-0.39	-0.37	-0.12

Taulukko 2.3.5.5. Spermatilavuuden (V) lisäsukurauhasten eritteiden fruktoosisisällön (F) spermakonsentraation (C) sperman pH:n (A) ja NR - %:n (R) korrelaatiomatriisi (De Groot, 1961, Maijalan, 1974 mukaan).

	V	F	C	A	R
V		+0.333	+0.031	-0.017	+0.288
F	+0.333		+0.118	+0.091	+0.712
C	+0.031	-0.118		-0.144	-0.061
A	-0.017	+0.091	+0.144		-0.261
R	+0.288	+0.712	-0.061	-0.261	

Taulukoiden arvoista voidaan havaita, että jotkut spermantuotanto-ominaisuudet ovat korreloituneet keskenään. NR - % näyttää korreloituneen sperman massaliikkeen ja liikkuvuuden

kanssa. Myös spermakonsentraatio näyttää olevan lievässä positiivisessa vuorosuhteessa NR - %:n kanssa. Taulukon 2.3.5.5. mukaan näyttää siltä, että NR - % on lievässä positiivisessa vuorosuhteessa spermatilavuuden kanssa ja huomattavassa määrin korreloitunut lisäsuurauhasten eritteen fruktoosisisällön kanssa. NR - %:n ja sperman pH:n välinen vuorosuhde on lievästi negatiivinen.

Myös Hahn ym. (1969) ovat tutkineet hedelmällisyyden ja sperman ominaisuuksien välisiä vuorosuhteita (taulukko 2.3.5.6.). Taulukon arvoista voidaan havaita, että NR - %:n ja spermakonsentraation välillä on vierova vuorosuhde, kun taas NR - % on positiivisessa vuorosuhteessa värjäytymättömän ja normaalin sperman sekä säilytyksen jälkeisen (yksi päivä 5°C ja ampulli pakastus) liikkuvuuden kanssa (taulukko 2.3.5.6.).

Taulukko 2.3.5.6. Hedelmällisyyden ja sperman laadun väliset korrelaatiot (Hahn ym., 1969).

Muuttuja	60-90 pv NR - %
Tilavuus	0.27
Spermakonsentraatio	-0.60 <sup>x</sup>
Spermaa/ejakulaatti	0.12
Värjäytymätöntä spermää	0.74 <sup>xx</sup>
Normaalia spermää	0.70 <sup>xx</sup>
Liikkuvuus	
Yhden päivän 5°C jälkeen	0.75 <sup>xx</sup>
Ampullipakastuksen jälkeen	0.78 <sup>xx</sup>

Taulukosta 2.3.5.7. (aineistona 64 sonnia eri ikäryhmistä) havaitaan, että tilavuus on korreloitunut negatiivisesti spermakonsentraation kanssa. Spermakonsentraatio on positiivisesti korreloitunut sperman kokonaismäärän ejakulaatis-

sa kanssa. Näiden kahden muuttujan korrelaatiot muiden muuttujien korrelaatioiden kanssa ovat suhteellisen alhaiset. Liikkuvan sperman (päivän 5°C jälkeen, pilleri ja ampullipakastuksen jälkeen) ja normaalin sperman väliset vuorosuhteet ovat odottamattoman korkeita (Hahn ym., 1969) (taulukko 2.3.5.7.).

Taulukko 2.3.5.7. Korrelaatiot sperman eri ominaisuuksien välillä (Hahn ym., 1969).

Ominaisuus	Korrelaatio kerroin							
	2	3	4	5	6	7	8	
Tilavuus	1	-0.61 <sup>xx</sup>	0.19	-0.13	-0.22	-0.17	-0.33 <sup>xx</sup>	-0.27 <sup>x</sup>
Spermakonsentraatio	2		0.61 <sup>xx</sup>	0.19	0.32 <sup>xx</sup>	0.33 <sup>xx</sup>	0.36 <sup>xx</sup>	0.34 <sup>xx</sup>
Spermaa/ejakulaatti	3			0.14	0.27 <sup>x</sup>	0.25 <sup>x</sup>	0.21	0.22
Värjäytymätöntä spermaa	4				0.89 <sup>xx</sup>	0.91 <sup>xx</sup>	0.87 <sup>xx</sup>	0.87 <sup>xx</sup>
Normaalialia spermaa	5					0.84 <sup>xx</sup>	0.91 <sup>xx</sup>	0.88 <sup>xx</sup>
Liikkuvaa spermaa:								
päivän 5°C jälkeen	6						0.85 <sup>xx</sup>	0.83 <sup>xx</sup>
pilleripakastuksen jälkeen	7							0.95 <sup>xx</sup>
ampulli pakastuksen jälkeen	8							

Maijala (1969) on tutkinut genotyyppisiä ja fenotyyppisiä korrelaatioita Lounais-Suomen keinosiemennysyhdistyksen sonneilla. Tutkimuksessaan hän sai positiivisen korrelaation. NR - %:n ja spermatilavuuden välille, mutta koska fenotyyppinen korrelaatio on lähellä nollaa ei voida vetää varmoja johtopäätöksiä tästä tuloksesta (taulukko 2.3.5.8.).

Taulukko 2.3.5.8. Genotyyppiset ja fenotyyppiset korrelaatiot sperman ominaisuuksien ja NR - %:n välillä (Maijala, 1969).

Ominaisuus	r genot.	r fenot.
Ejak.tilavuus I x ejak.tilavuus II	0.97	0.88
" I x " " III	0.85	0.81
" II x " " III	0.97	0.91
Tilavuus/ejakulaatti x spermakonsent.	0.06	0.00
" " x % elävää spermaa	0.05	0.02
" " x laimennusaste	-0.31	-0.35
" " x NR - %	0.46	0.07
Spermakonsent. x % elävää spermaa	1.04	0.76
" x laimennusaste	0.76	0.43
" x NR - %	0.54	0.28
% elävää spermaa x laimennusaste	0.79	0.37
" x NR - %	0.65	0.48
Laimennusaste x NR - %	0.56	0.15

Sonnin hedelmällisyyttä lähinnä NR - %:n suhteen voidaan arvioida joidenkin spermantuotanto-ominaisuuksien perusteella (massaliike, liikkuvuus, värjäytymättömän sperman määrä ja normaalin sperman määrä). Myös sperman pakastunutta voidaan ennakoita joidenkin sperman ominaisuuksien perusteella (värjäytymättömän sperman määrä ja normaalin sperman määrä).

### 2.3.6. Uroksen ja naaraan hedelmällisyysominaisuuksien vuoro-suhteet

Erittäin mielenkiintoista olisi, jos voitaisiin naaraan hedelmällisyyttä arvostella isän hedelmällisyysominaisuuksien perusteella. Joitakin tutkimuksia on tehty ja tutkijat ovat

saaneet joitakin positiivisia vuorosuhteita naaraan ja uroksen hedelmällisyyden välillä. Erikoistapauksena voidaan mainita gonadien hypoplasia, jota esiintyy kummallakin sukupuolella. Sen aiheuttaa autosominen resessiivinen geeni epätäydellisellä penetranssilla (Eriksson, 1943).

Maijala (1960) sai kaksi melkein merkitsevää korrelaatiota tutkiessaan uroksen ja naaraan hedelmällisyyden välisiä vuorosuhteita, 61 ayrshire sonnia, joilla oli keskimäärin 255 tytärtä (taulukko 2.3.6.1.).

Isän ja tyttären välillä ei ollut merkitseviä vuorosuhteita, mutta pari melkein merkitsevää lievää korrelaatiota oli sonnin hedelmällisyysominaisuuksien ja emän vasikoimisien luvun välillä.

Taulukko 2.3.6.1. Uroksen ja naaraan hedelmällisyyden vuorosuhteet 61 jälkeläisarvostelussa ay-sonneilla (Maijala, 1960).

Sonnin hedelmällisyyden mitta	Korrelaatiot ksy:n sisällä	
	Emien sisällä vasikoimisien luku	Tytärten sisällä yliaikaisuuden frekvenssi
Sperman tilavuus $\text{cm}^3/\text{pv}$	0.05	0.08
Tiheys	0.26 <sup>x</sup>	0.05
Massaliike	0.25	0.11
Sperman liikkuvuus	0.10	-0.02
NR - %	0.26 <sup>x</sup>	-0.03

Schönmuth (1965) tutki sonnin hedelmöittämiskyvyn ja sonnin naaraspuolisten jälkeläisten hedelmällisyyden välistä vuorosuhdetta (2838 tutkittua eläintä). Hedelmällisyyden periytymisarvoksi saatiin  $h^2 = 0.00-0.26$ . Korrelaatioita ei huomattu olevan siemennyssonnin hedelmöittämiskyvyn ja niiden ty-

tärten hedelmällisyyden välillä.

Liebenberg ja Brückner (1965) kehittivät R-arvon (= suhteellinen hedelmällisyyden mitta naaraalla)

$$R = \frac{t \times 100}{K}$$

t = eläimen ikä syntymästä viimeiseen poikimiseen kuukausissa

K = eläimen ikää vastaava optimaallinen hedelmällisyysteho

Tutkimuksissaan he vertasivat tytärten R-arvoa isien eri spermantuotanto-ominaisuuksiin. Vaikkakaan he eivät saaneet merkitseviä positiivisia korrelaatioita, he arvelevat, että tytärten hedelmällisyys on parempi, jos isän sperman laatu on hyvää (positiiviset korrelaatiot) (taulukko 2.3.6.2).

Taulukko 2.3.6.2. Korrelaatiokertoimet sperman ominaisuuksien (isät) R-arvon (tyttäret) välillä (Liebenberg ja Brückner, 1965).

Ominaisuus	R-arvo
Sperman laatu ja määrä	+0.24
NR - %	-0.75 <sup>x</sup>
Etenevä liike	+0.57
Spermakonsentraatio	+0.14

Näiden harvojen tutkimustulosten perusteella on vaikeaa sanoa mitään tarkkaa uroksen ja naaraan, hedelmällisyysominaisuuksien riippuvuussuhteista. Tarvittaisiin enemmän ja tarkempia tutkimuksia, jotta tätä yhteyttä voitaisiin käytännön karjanjalostuksessa käyttää hyväksi.

### 3. OMAT TUTKIMUKSET

#### 3.1. Tutkimusaineiston keruu

Tutkimusta suunniteltaessa lähdettiin siitä, että aineisto olisi kerättävä yhdeltä keinosiemennysasemalta, sillä silloin eivät asemien väliset erot haittaisi tutkimuksen suoritusta. Mäkinen (1970) havaitsi pro-gradu -työssään keinosiemennysasemien välillä olevan erittäin merkitseviä eroja. Tutkimuksessa oli mukana 3 eri keinosiemennysasemaa.

Tutkimusaineisto kerättiin pääasiallisesti Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksestä. Näin saatiin asemien väliset erot poistettua aineistosta. Suomenkarjan kohdalla jouduttiin aineistoa täydentämään Uudenmaan ja Kymen Keinosiemennysyhdistyksen (nykyisin Jalostuspalvelu) sonneilla, yhteensä 4 sonnia.

Tutkimuksessa pyrittiin poistamaan myös erilaisesta kasvuympäristöstä johtuvat erot, sillä ruokinnalla ennen puberteettia on havaittu olevan vaikutusta nuoren sonnin spermantuotantoon (Schwark ym., 1954). Tämän perusteella aineistoon hyväksyttiin vain sellaisia sonneja, jotka olivat läpikäyneet jalostusyhdistysten kasvatuskokeet. Tämä vaatimus pienensi huomattavasti aineistoa, mutta edellä mainitun edun lisäksi tällä tavalla voitiin eri vuosien välisiä eroja pienentää, sillä aineistoon tuli sonneja vain 4 vuodelta, sonnit olivat syntyneet 1965-1969. Maijala (1969) havaitsi vuosien vaikuttavan spermantuotantoon. Myös spermanlaadun määrittystekniikassa tapahtuneet muutokset saatiin tällä tavalla osittain poistettua tutkimusaineistosta.

Edellä esitettyjen ehtojen lisäksi vaadittiin, että sonnilla tuli olla vähintään 8 ottokuukautta/vuosi ja isä-sonnilla vähintään 3 poikaa. 8 ottokuukautta/vuosi valittiin siksi, että

kaikilta sonneilta ei ollut saatavissa koko vuoden tietoja (aikaisempina vuosina ei kesällä otettu siementä) ja 8 kuukautta katsottiin minimivaatimukseksi, jotta voitaisiin sanoa jotain sonnien spermantukantokyvystä.

Tietojen keruu kustakin sonnista alettiin sen tultua kasvatusasemalta noin 1 vuoden iässä ja tietoja kerättiin siihen saakka, kun sonni täytti 2 vuotta.

Aineistoa rajoittavat tekijät yhteenvedona edellisestä:

1. Tutkimusaineisto koottiin pääasiallisesti yhdeltä keinosiemennysasemalta, Salpausselän ksy.
2. Sonnien tuli olla jalostusyhdistyksen kasvatuskokeen (fenotyyppitestaus) läpikäyneitä.
3. Sonneista tuli olla saatavissa tutkimuksessa tarvittavat tiedot vähintään 8 kuukaudelta (vaihteluväli 8-12 kk).
4. Sonnin tuli olla 1 vuotta täyttänyt eikä se saanut olla yli 2 vuoden ikäinen.
5. Isää kohti vaadittiin vähintään 3 poikaa (poikkeus Ismari 10951V, jolla oli 2 poikaa).

### 3.2. Tutkimusaineisto

Edellä esitetyt vaatimukset täytettäviä sonneja saatiin aineistoon 61 kpl, joista 44 oli ayrshirea, 17 suomenkarjaa (liite 1). Isiä oli 15, joista 10 oli ayrshirea ja 5 suomenkarjaa (taulukko 3.1.1.). Ayrshirellä saatiin aineistoon keskimäärin 4.4 poikaa/isäsonni ja suomenkarjalla keskimäärin 3.4 poikaa/isäsonni.



Taulukko 3.1.1. Aineisto isäsoneittain ryhmiteltyinä.

	<u>Isä</u>	<u>Poikia kpl</u>
Ay:		
	Nimrod AAA 23111	6
	Reima AAA 23597	6
	Mullin Aatto AAA 23599	3
	Forssan Okari AAA 23666	3
	Närin Erä AAA 25145	4
	Nedre-Gummin Torsti AAA 25275	3
	Ahvenanmaan Erasmus AAA 25400	4
	Öfreby Rabbe AAA 26006	6
	Mäki-Mattilan Inssi AAA 26350	6
	Anttilan Jyrä AAA 27436	3
	<u>Σ</u> 10	44 $\bar{x} = 4,4$
Sk:		
	Herkko 7609 V	3
	Tahto 8612 V	3
	Ilon Älli 9721 V	4
	Erkka 10400 V	5
	Ismari 10951	2
	<u>Σ</u> 5	17 $\bar{x} = 3,4$

Liitteessä 1 luetellusta sonniaineistosta kerättiin keinosiemennysasemilta seuraavat tiedot, tutkimus kummallakin rodulla erikseen.

1. Sonnin nimi
2. Rotu (tutkimusaineiston käsittelyssä ay = 1 ja sk = 2)
3. Kantakirjanumero
4. Isän kantakirjanumero
5. Syntymäpäivä
6. Syntymäkuukausi
7. Syntymävuosi

Nämä tiedot saatiin suoraan keinosiemennysyhdistysten kortistoista. Seuraavat tiedot laskettiin jokaiselle sonnille kuukausittain siemenenottokortilta, liite 2.

8. Ikä kuukausia yli yhden vuoden.
9. Ottokertoja kuukaudessa.
10. Hyppykertoja kuukaudessa.
11. Siementä kuukaudessa  $\text{cm}^3$ .
12. Hyväksyttyä siementä kuukaudessa  $\text{cm}^3$ .
13. Siementä  $\text{cm}^3$ /ottokerta.
14. Siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta.
15. Hyväksyttyä siementä  $\text{cm}^3$ /ottokerta.
16. Hyväksyttyä siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta.
17. Fotometrillukujen summa kuukaudessa.
18. Fotometrillukuja kuukaudessa.
19. Elävyys - %:e~~n~~ summa kuukaudessa.
20. Elävyys - % määrityksiä kuukaudessa.
21. Hyväksymis - %.
22. Fotometrillukujen keskiarvo kuukaudessa.
23. Elävyys - % keskimäärin kuukaudessa.

Nämä kaikki tiedot laskettiin jokaiselle sonnille. Jos tiedot sonnilta joltakin kuukaudelta puuttuivat, jätettiin se kuukausi kokonaan pois (vähintään 8 kuukautta vaadittiin). Jos vain joku tieto puuttui kuukausitiedoista käytettiin keskiarvoa.

Fotometrilluvulla tarkoitetaan sperman tiheyttä ja se vaihtelee 0 - 3,2 milj. siittiötä/ $\text{mm}^3$ . Meillä hyväksytään keinosiemennykseen vain sperma, jonka fotometrilluku 7,0 ja tämä tarkoittaa sitä, että 1  $\text{mm}^3$ :ssä on 0,7 milj. siittiötä.

Elävyyden, jotta sperma hyväksyttäisiin keinosiemennyskäyttöön, tulee tuoreessa spermassa olla vähintään 60 %. Tämä tarkoittaa sitä, että 60 % siittiöistä on progressiivisessä liikkeessä.

Nämä kaksi tekijää vaikuttavat pääasiallisesti sperman hyväksymiseen. Jollei minimiarvoja ylitetä, spermaerä hylätään.

Näiden tietojen lisäksi kerättiin liitteessä 1 luetellusta sonniaineistosta seuraavat tiedot keskiarvojen perusteella suoritettavaa tutkimusta varten, molemmat rodut samassa tutkimuksessa.

1. Rotu (tutkimusaineiston käsittelyssä ay = 1 ja sk = 2).
2. Isän kantakirjanumero.
3. Sonnin kantakirjanumero.
4. Sonnin syntymäpäivä.
5. Sonnin syntymäkuukausi.
6. Sonnin syntymävuosi.

Edellisen tutkimuksen kuukausitiedoista laskettiin vuotuiset keskiarvot seuraaville muuttujille.

7. Ottokuukausia/vuosi.
8. Ottokertoja/ottokuukausi.
9. Hyppykertoja/ottokuukausi.
10. Siementä  $\text{cm}^3$ /kuukausi.
11. Hyväksyttyä siementä  $\text{cm}^3$ /kuukausi.
12. Siementä  $\text{cm}^3$ /ottokerta.
13. Siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta.
14. Hyväksyttyä siementä  $\text{cm}^3$ /ottokerta.
15. Hyväksyttyä siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta.
16. Fotometrillukema keskimäärin.
17. Elävyys - % keskimäärin.
18. Hyväksymis - %.
19. Hyväksymis - % /ottokerta.
21. Keinosiemennysasema suomenkarjalla  
Salpausselän ksy = 1  
Jalostuspalvelu = 2

Kummankin aineiston perusteella suoritettiin oma tutkimuksensa.

### 3.2. Tutkimusaineiston käsittely

Tutkimuksen tulokset analysoitiin Helsingin Yliopiston laskentakeskuksessa käyttäen hyväksi Harveyn (1966) esittämään pienimmänneliösumman menetelmään perustuvaa Elliot-503:lle laadittua kovarianssimenetelmää.

Tietokoneohjelma on laadittu siten, että tarkasteltavaan malliin voidaan samanaikaisesti sijoittaa regressiomuuttujia, tavallisia luokkia, (luokkien yhdysvaikutuksia) ja yksi nested-luokka.

Koska useiden eri tutkimusten (Mudra ym., 1971; Lühman ym., 1973; Maijala, 1969 jne.) mukaan on iän havaittu vaikuttavan spermantuotantoon jo nuorilla sonneilla, otettiin ikä ensimmäiseksi regressiomuuttujaksi kuukausitietojen perusteella suoritettavassa tutkimuksessa ja näin saatiin sen vaikutus aineistosta poistettua.

Myös ottokerroilla ja hyppykerroilla (ejakulaatiofrekvenssillä) on havaittu aikaisempien tutkimusten (Seidel ja Foote, 1969; Almqvist ja Cunningham, 1967) perusteella olevan vaikutusta spermantuotantoon. Näiden tekijöiden vaikutus poistettiin valitsemalla ne regressiomuuttujiksi. Kuukausitietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa valittiin siemenenottokertoja/kk toiseksi regressiomuuttujaksi ja hyppykertoja/kk valittiin kolmanneksi regressiomuuttujaksi. Tutkimus suoritettiin ayrshirellä ja suomenkarjalla erikseen.

Keskiarvotietojen perusteella koko aineistosta suoritettussa tutkimuksessa (ay + sk) valittiin ottokertoja/vuosi ensimmäiseksi regressiomuuttujaksi, ottokertoja/kuukausi toiseksi reg-

ressiomuuttujaksi ja hyppykertoja/kuukausi kolmanneksi regressiomuuttujaksi.

Kummassakin tutkimuksessa muuttujille tulostettiin seuraavat tiedot keskiarvo ( $\bar{x}$ ), hajonta (s), kunkin muuntelulähteen vapausasteet (v.a.), arvioidut neliösummat (ns), keskineliöt (kn) ja F-arvot.

Ayrshire aineistosta laskettiin eri spermantuotanto-ominaisuuksien fenotyyppiset korrelaatiot.

Muuttujien vaihtelua tutkittiin isien välillä (luokka 1), poikien välillä (nested luokka), poikien sisällä (virhe) ja kokonaismuuntelua kuukausitietojen perusteella suoritetussa tutkimuksessa.

Keskiarvojen perusteella koko aineistosta suoritetussa tutkimuksessa muuttujien vaihtelua tarkasteltiin rotujen välillä (luokka 1) isien välillä rodun sisällä (nested luokka), isien sisällä (virhe) ja kokonaismuuntelua.

Kullekin muuttujalle laskettiin periytyvyysaste heritabiliteetti  $h^2$  ja heritabiliteetin virhe  $S.E. h^2_s$ .

Varianssianalyysien yhteydessä suoritettiin F-testi, jossa testattiin, ovatko luokkien keskiarvot yhtä suuria vai ei. F-arvot laskettiin vertaamalla luokkien välistä varianssi-komponenttia virhevarianssiin. Verrattaessa saatuja F-arvoja teoreettisiin taulukkoarvoihin käytetään varianssitaulukosta saatuja vastaavia vapausasteita. Kaikissa suoritetuissa testeissä on käytetty seuraavia riskirajoja ja merkitsemistapoja.

$p < 0.05$	=	x	merkitsevä
$p < 0.01$	=	xx	hyvin merkitsevä
$p < 0.001$	=	xxx	erittäin merkitsevä

Kuukausitietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa käytettiin Harvey'n (1966) esittämää matemaattista mallia kaikilla muuttujilla

$$Y_{ijk} = \alpha + a_i + s_{ij} + b A_{ijk} + d B_{ijk} + f C_{ijk} + e_{ijk}$$

missä

$Y_{ijk}$  = i:nnen isän j:nnen pojan k:s kuukausitieto

$\alpha$  = populaation teoreettinen keskiarvo, olettaen, että havainnot ovat jakautuneet tasaisesti luokkien eri tasoilla ja että  $A = B = C = 0$

$a_i$  = i:nnen isän vaikutus

$s_{ij}$  = j:nnen pojan vaikutus

$A_{ijk}$  = kyseisen pojan iän vaikutus

$B_{ijk}$  = kyseisen pojan ottokertojen/kk vaikutus

$C_{ijk}$  = kyseisen pojan hyppykertojen/kk vaikutus

$e_{ijk}$  = virhetermi, joka oletetaan normaalisti jakautuneeksi

$b, d, f = y_{ijk}$ :n ja vastaavan regressiomuuttujan välinen osittaisregressiokerroin

Keskiarvojen perusteella koko aineistosta suoritettussa tutkimuksessa käytettiin seuraavaa Harvey'n (1966) esittämää matemaattista mallia

$$y_{ijk} = \alpha + b_i + r_{ij} + c C_{ijk} + d D_{ijk} + g G_{ijk} + e_{ijk}$$

missä

$y_{ijk}$  = i:nnen rodun j:nnen isän k:s keskiarvotieto

$\alpha$  = oletettu keskiarvo

$b_i$  = i:nnen rodun vaikutus

$rij$  = j:nnen isän vaikutus

$C_{ij_k}$  = kyseisen isän ottokertojen/v vaikutus keskiarvo

$D_{ij_k}$  = kyseisen isän hyppykertojen/kk vaikutus (keskiarvo)

$G_{ij_k}$  = kyseisen isän ottokertojen/kk vaikutus (keskiarvo)

$e_{ij_k}$  = virhetermi, joka oletetaan normaalisti jakautuneeksi

$c, d, g = Y_{ij_k}$  :n ja vastaavan regressiomuuttujan välinen osittaisregressiokerroin

Edellä esitettyjen tutkimuksessa laskettujen tunnuslukujen laskentakaaviot.

#### Keskiarvo $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$x_i$  = havainto

$n$  = havaintojen lukumäärä

#### Keskiarvon keskihajonta $s$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

#### Muuntelukerroin

$$v = \frac{100 \cdot s}{\bar{x}}$$

#### Korrelaatiokerroin (fenotyypinen korrelaatio) $r$

$$r = \frac{(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 (y - \bar{y})^2}}$$

$x$  ja  $y$  = muuttujat

$\bar{x}$  ja  $\bar{y}$  = muuttujien keskiarvot

Heritabiliteetti  $h^2$

Puolisisarten välinen sukulaisuuskerroin on 0.25. Tutkimuksessa on havainnot tehty puolisisarista, joten kuvassa käytettävä kerroin on 4. Heritabiliteetti on laskettu varianssianalyysin tuloksista, kuten Becker (1967) on esittänyt

$$h^2 = \frac{4 \cdot \overset{2}{IV}}{\delta_{IV}^2 + \delta_{IS}^2}$$

$$\delta_{IV}^2 = \frac{KN_{IV} - KN_{IS}}{k}$$

$\delta_{IS}^2$  = isien sisäinen muuntelu

$\delta_{IV}^2$  = isien välinen muuntelu

$KN_{IV}$  = isien välinen keskineliö

$KN_{IS}$  = isien sisäinen keskineliö

$k$  = jälkeläisten lukumäärä/isä

$$k = \frac{1}{s-1} \left( n - \frac{n_i \cdot 2}{n} \right)$$

$s$  = isien lukumäärä

$n_i$  = isittämien jälkeläisten lukumäärä

$n$  = jälkeläisten lukumäärä

Heritabiliteetin virhe  $S.E._{h_s}^2$

$$S.E._{h_s}^2 = 4 \frac{2(n-1)(1-t)^2 + 1 + (k-1)t^2}{k^2(n-s)(s-1)}$$

$$t = \frac{\overset{2}{IV}}{\delta_{IV}^2 + \delta_{IS}^2}$$



### 3.3. Tutkimuksen tulokset

#### 3.3.1. Spermantuotanto-ominaisuuksien keskiarvot, keskiarvon keskihajonnat ja muuntelukertoimet.

Spermantuotanto-ominaisuuksien keskiarvot, keskihajonnat ja muuntelukertoimet on esitetty ensin kuukausitiedoista rodut-tain laskettuna (taulukko 3.3.1.1.).

Taulukko 3.3.1.1. Spermantuotanto-ominaisuuksien keskiarvot, keskiarvon keskihajonnat ja variaatiokertoimet Salpausselän sonniaineistosta kuukausi-tietojen perusteella laskettuna

Muuttuja	ayrshire		
	$\bar{x}$	s	V
Yhteensä siementä $\text{cm}^3/\text{kk}$	23.6	5.9	25.2
Hyväksyttyä siementä $\text{cm}^3/\text{kk}$	14.6	5.9	40.3
Siementä $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$	6.0	1.4	23.1
Siementä $\text{cm}^3/\text{hyppykerta}$	2.8	0.6	22.5
Hyväksytty siementä $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$	3.7	1.5	38.9
Hyväksytty siementä $\text{cm}^3/\text{hyppy-}$ kerta	1.7	0.7	40.8
Hyväksymis - %	60.0	19.3	32.1
Elävyys - %	62.6	7.4	11.8
	suomenkarja		
Yhteensä siementä $\text{cm}^3/\text{kk}$	22.5	4.8	21.3
Hyväksyttyä siementä $\text{cm}^3/\text{kk}$	14.7	5.2	35.3
Siementä $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$	5.8	1.2	19.9
Siementä $\text{cm}^3/\text{hyppykerta}$	2.8	0.6	20.2
Hyväksytty siementä $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$	3.8	1.3	35.2
Hyväksytty siementä $\text{cm}^3/\text{hyppy-}$ kerta	1.8	0.7	36.4
Hyväksymis - %	64.4	20.4	31.7
Elävyys - %	64.3	6.1	9.5

Koko aineistosta vuositietojen perusteella isittäin lasketut keskiarvot, keskiarvojen keskihajonnat ja muuntelukertoimet on esitetty taulukossa 3.3.1.2.

Taulukko 3.3.1.2. Vuositiedoista isien keskiarvon perusteella lasketut keskiarvot, keskihajonnat ja variatiokertoimet.

Muuttuja	ayrshire + suomenkarja		
	$\bar{x}$	s	V
Siementä cm <sup>3</sup> /kk	23.1	5.4	23.6
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /kk	15.0	5.4	36.2
Siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	5.9	1.4	23.0
Siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	2.8	0.6	23.8
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	3.8	1.5	37.8
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	1.9	0.7	39.1
Elävyys - %	64.0	5.8	9.1
Hyväksymis - %	64.1	16.8	26.2

Taulukossa 3.3.1.3. on esitetty regressiomuuttujien keskiarvot ayrshirellä ja suomenkarjalla kuukausitietojen perusteella laskettuna sekä keskiarvotietojen perusteella koko aineistosta laskettuna.

Taulukko 3.3.1.3. Iän, ottokertojen ja hyppykertojen keskiarvot

	ay	sk	ay + sk
Ikä kuukausia yli vuoden	6.32	6.50	
Ottokertoja vuodessa			9.97
Ottokertoja kuukaudessa	3.88	3.85	3.84
Hyppykertoja kuukaudessa	8.43	8.12	8.24

### 3.3.2. Spermantuotanto-ominaisuuksien väliset vuorosuhteet

Ayrshirelle (n = 44) lasketut spermantuotanto-ominaisuuksien väliset vuorosuhteet on esitetty taulukossa 3.3.2.1.

Taulukko 3.3.2.1. Spermantuotanto-ominaisuuksien väliset vuorosuhteet

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Muuttujat	Ottokuukausia/ vuosi	Ottokertoja/ kuukausi	Hyppykertoja/ kuukausi	Siementä cm <sup>3</sup> / kuukausi	Hyväksyttyä siem. cm <sup>3</sup> /kuukausi	Siementä cm <sup>3</sup> / ottokerta	Siementä cm <sup>3</sup> / hyppykerta	Hyväksytty siem. cm <sup>3</sup> /ottokerta	Hyväksytty siem. cm <sup>3</sup> /hyppykerta	Fotometrillukema keskimäärin	Elävyyys-%	Hyväksymis-%	Hyväksytty %/ ottokerta
1.	0.362 <sup>x</sup>												
2.	0.506 <sup>xxxx</sup>	0.482 <sup>xxxx</sup>	0.532 <sup>xxxx</sup>	0.732 <sup>xxx</sup>									
3.	0.506 <sup>xxxx</sup>	0.839 <sup>xxxx</sup>											
4.	0.006	0.482 <sup>xxxx</sup>	0.532 <sup>xxxx</sup>	0.732 <sup>xxx</sup>									
5.	-0.234	0.187	0.115	0.732 <sup>xxx</sup>									
6.	-0.147	0.111	0.231	0.906 <sup>xxx</sup>	0.755 <sup>xxx</sup>								
7.	-0.321 <sup>x</sup>	0.082	0.054	0.803 <sup>xxx</sup>	0.790 <sup>xxx</sup>	0.896 <sup>xxx</sup>							
8.	-0.307 <sup>x</sup>	-0.071	-0.124	0.575 <sup>xxx</sup>	0.954 <sup>xxx</sup>	0.722 <sup>xxx</sup>	0.756 <sup>xxx</sup>						
9.	-0.370 <sup>x</sup>	-0.143	-0.275	0.483 <sup>xxx</sup>	0.901 <sup>xxx</sup>	0.646 <sup>xxx</sup>	0.737 <sup>xxx</sup>	0.970 <sup>xxx</sup>					
10.	0.216	0.089	0.220	0.042	0.113	0.003	-0.132	0.133	0.080				
11.	-0.404 <sup>xx</sup>	-0.163	-0.207	0.168	0.560 <sup>xxx</sup>	0.319 <sup>x</sup>	0.395 <sup>xx</sup>	0.614 <sup>xxx</sup>	0.563 <sup>xxx</sup>	0.091			
12.	-0.292	-0.177	-0.322 <sup>x</sup>	-0.006	0.647 <sup>xxx</sup>	0.117	0.235	0.731 <sup>xxx</sup>	0.745 <sup>xxx</sup>	0.186	0.677 <sup>xxx</sup>		
13.	-0.292	-0.179	-0.346 <sup>x</sup>	-0.010	0.644 <sup>xxx</sup>	0.120	0.237	0.740 <sup>xxx</sup>	0.769 <sup>xxx</sup>	0.186	0.651 <sup>xxx</sup>	0.986 <sup>xxx</sup>	

3.3.3. Iän, ottokertojen ja hyppykertojen vaikutus spermantuotantoon

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään eri muuntelulähteiden osuutta spermantuotanto-ominaisuuksien kokonaisuunneltusta. Sonnin iän, ottokertojen ja hyppykertojen vaikutukset valittiin regressiomuuttujiksi. Niiden vaikutus spermantuotanto-ominaisuuksiin pyrittiin selvittämään erikseen. Saadut tulokset on esitetty taulukossa 3.3.2.1. ja liitteissä 3 ja 4.

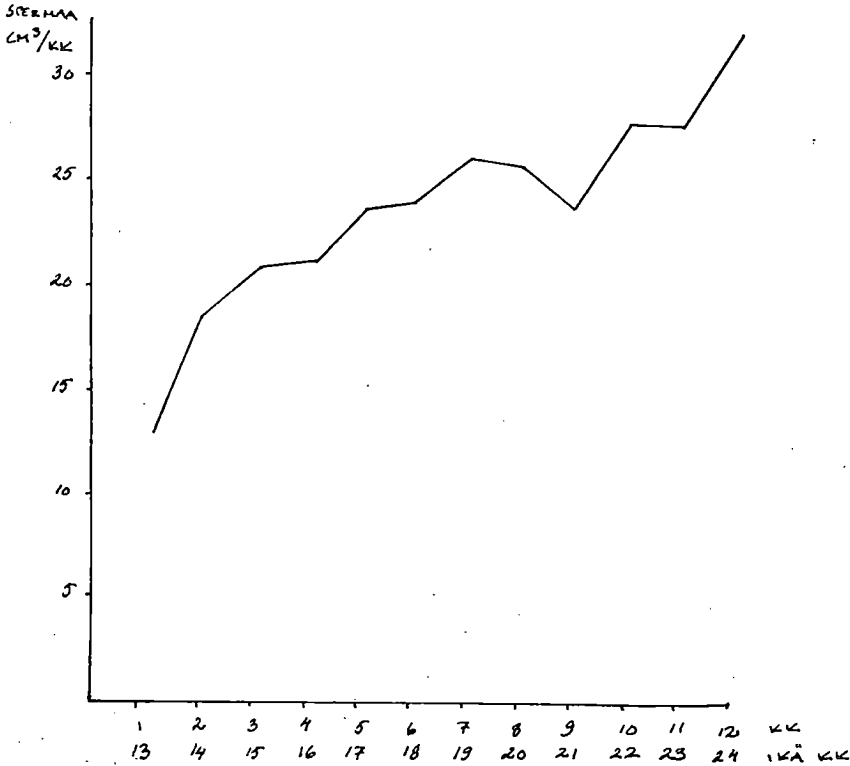
Taulukko 3.3.3.1. Iän, ottokertojen ja hyppykertojen vaikutus spermantuotanto-ominaisuuksiin (tilastollisten erojen merkitsevyys)

Muuttuja	Ikä		Ottokerrat		Hyppykerrat	
	ay	sk	ay	sk	ay	sk
Yhteensä siementä cm <sup>3</sup> /kk	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	-
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /kk	xxx	xxx	xxx	x	xxx	-
Siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	xxx	xxx	xxx	-	xxx	-
Siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	xxx	xxx	xxx	-	xxx	-
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	xxx	xxx	x	x	x	-
Hyväksymis - %	xxx	xx	-	-	-	-
Elävyys - %	xxx	xx	xxx	-	x	-

Yllä olevasta taulukosta voidaan havaita, että ikä vaikuttaa kaikkiiin mukana olleisiin spermantuotanto-ominaisuuksiin. Ayrshirellä erot olivat erittäin merkitseviä kaikissa ominaisuuksissa. Suomenkarjalla olivat erot erittäin merkitseviä 5 ominaisuudessa ja hyvin merkitseviä 2 ominaisuudessa. Ottokertojen ja hyppykertojen vaikutus eri spermantuotanto-omi-

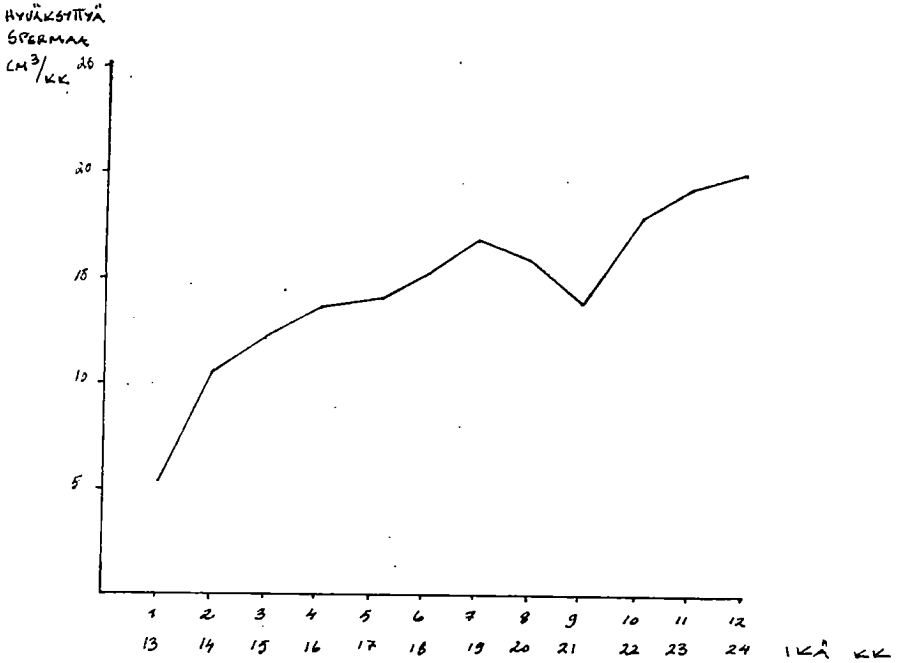
naisuuksiin ei ollut yhtä selvä kuin iän. Molemmissa ominaisuuksissa saatiin erittäin merkitseviä eroja ayrshirellä useita, suomenkarjalla vain yksi. Usean muuttujan kohdalla ei ottokerroilla ja hyppykerroilla näyttänyt olevan vaikutusta varsinkaan suomenkarjalla.

Kuvassa 3.3.3.1. on esitetty spermamäärä  $\text{cm}^3/\text{kk}$  kehitys laskettuna koko aineistosta (ay + sk). Aluksi näyttää spermamäärä  $\text{cm}^3/\text{kk}$  lisääntyvän nopeasti, mutta sonnin vanhetessa lisääntyminen hidastuu huomattavasti. Näissä tuloksissa ovat hyppykertojen ja ottokertojen vaikutukset mukana. Rotujen välillä ei ollut merkitseviä eroja. Taulukosta 3.3.2.1. voidaan havaita, että erot olivat tämän ominaisuuden kohdalla molemmilla roduilla erittäin merkitseviä.



Kuvio 3.3.3.1. Spermamäärä  $\text{cm}^3/\text{kk}$  kehitys Salpausselän Ksy:n sonneilla 13-24 kk:n ikäisinä.

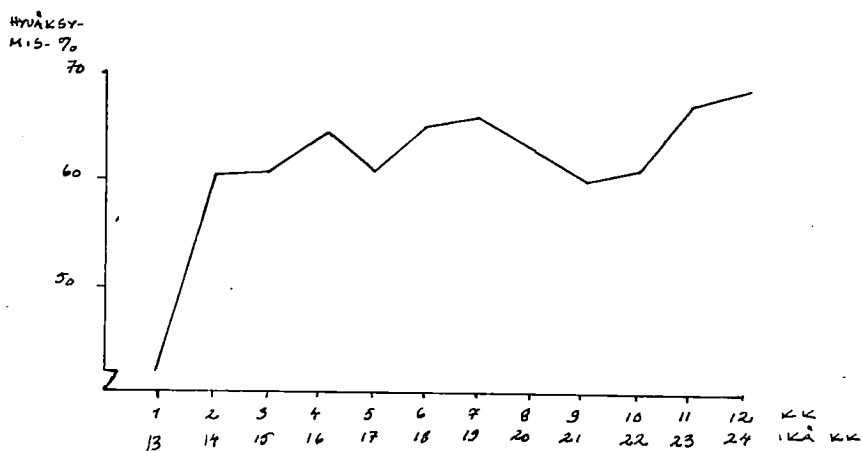
Ikä vaikuttaa myös hyväksytyyn sperman määrään  $\text{cm}^3/\text{kk}$ . Kehitys tämänkin ominaisuuden kohdalla on samantapainen kuin sperman kokonaismäärän kohdalla. Aluksi lisäys on nopeampaa, mutta sonnin vanhetessa lisäys pienenee (kuvio 3.3.3.2.). Tulokset on laskettu kokoaineistosta (ay + sk). Taulukon 3.3.3.1. arvoista voidaan havaita, että erot olivat molemmilla roduilla tämän ominaisuuden kohdalla erittäin merkittäviä.



Kuvio 3.3.3.2. Hyväksytyn spermamäärän kehitys Salpausselän Ksy:n sonneilla 13-24 kk:n ikäisenä

Hyväksymis - % kehitystä sonnin vanhetessa on tutkittu kuviossa 3.3.3.3. Myös tähän ominaisuuteen todettiin varianssianalyysissä iän vaikuttavan (erot ay:llä erittäin merkitseviä ja sk:lla hyvin merkitseviä).





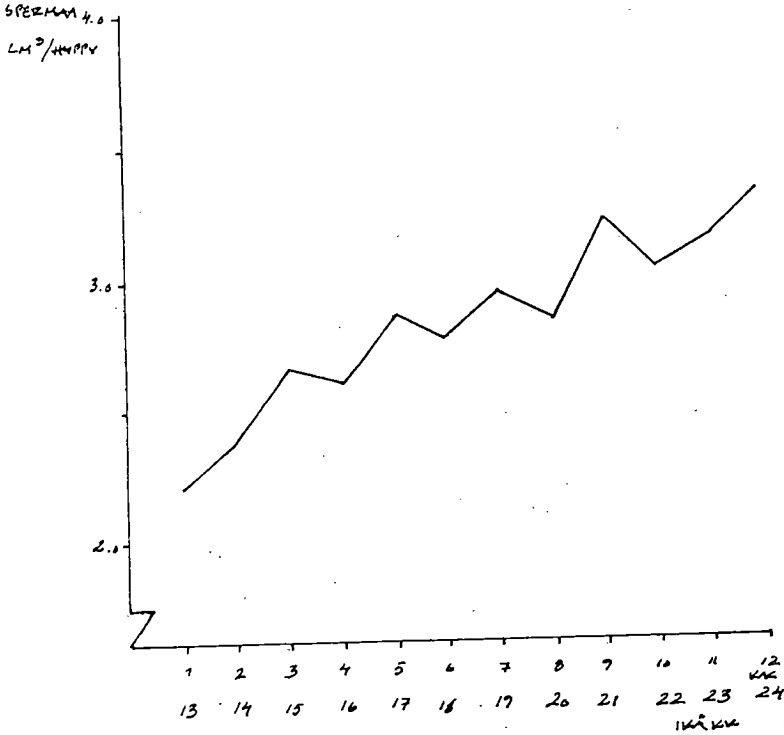
Kuvio 3.3.3.3. Hyväksymis - % kehitys Salpausselän Ksy:n sonneilla 13-24 kk:n ikäisenä

Hyväksymis - % kasvaa aluksi nopeasti, mutta kasvu hidastuu sonnin vanhetessa.

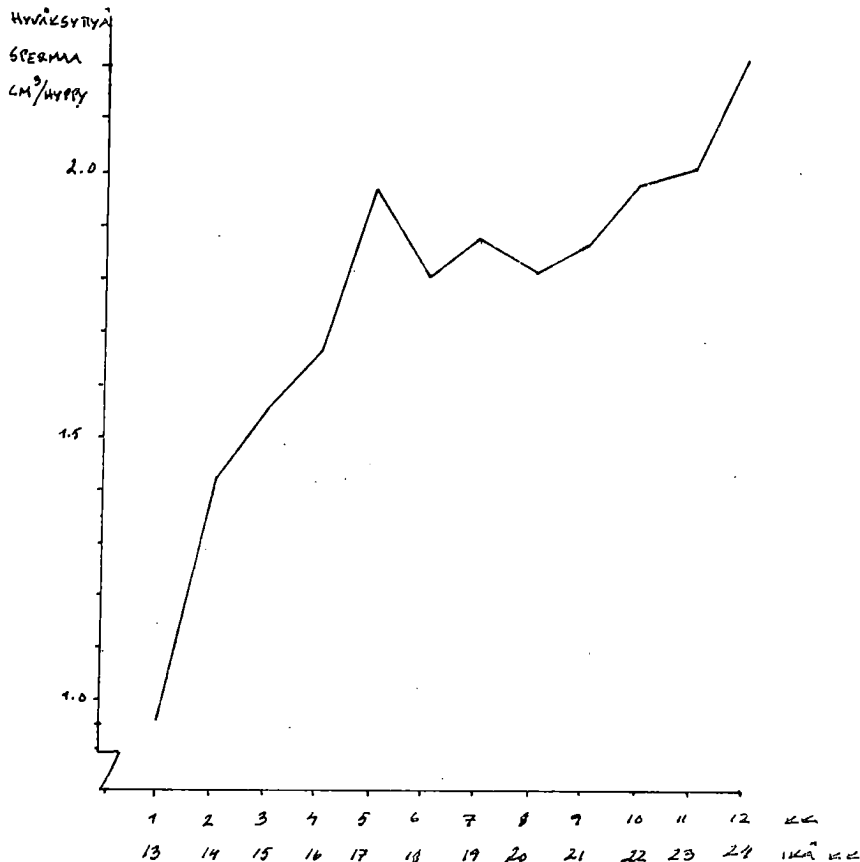
Kuvioissa 3.3.3.4. ja 3.3.3.5. on selvitetty sperman määrän  $\text{cm}^3$ /hyppykerta kehitystä ja hyväksytyyn sperman määrän  $\text{cm}^3$ /hyppykerta kehitystä sonnin vanhetessa.

Myös näiden ominaisuuksien kohdalla näyttää lisäys olevan aluksi nopeampaa, mutta sonnin vanhetessa lisäys hidastuu. Erot olivat näillä muuttujilla erittäin merkitseviä molemmalla rohdulla.

Kuvio 3.3.3.4. Spermamäärän  $\text{cm}^3$ /hyppykerta kehitys Salpaus-  
selän Ksy:n sonneilla 13-24 kk:n ikäisenä.



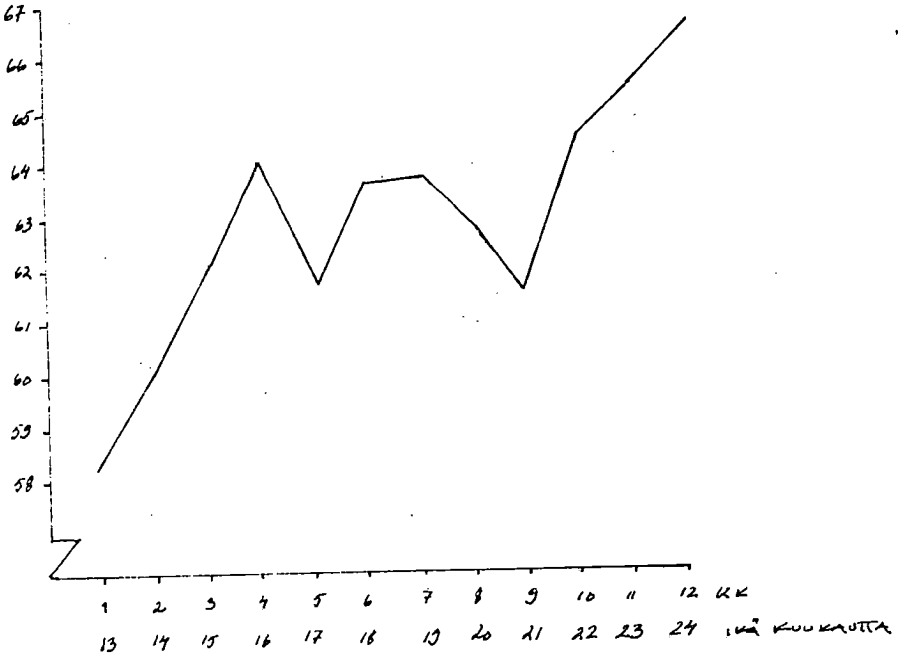
Kuvio 3.3.3.5. Hyväksytyt spermamäärän  $\text{cm}^3$ /hyppykerta kehitys Salpausselän Ksy:n sonneilla 13-24 kk:n ikäisenä.



Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään myös iän vaikutusta elävyys-%:iin. Ayrshirellä erot olivat varianssianalyysissä erittäin merkitseviä ja suomenkarjalla hyvin merkitseviä. Elävyys-%:n kehitys sonnien vanhetessa on esitetty kuviossa 3.3.3.6. Aluksi tämänkin ominaisuuden paraneminen näyttää olevan hyvin nopeata. Sen jälkeen kehitys hidastuu ja tapah-

tuu jopa elävyys - %:n huononemista ikävälillä 16-21 kk. Sen jälkeen elävyys - %:n paraneminen on lähes yhtä jyrkkää kuin nuorempana.

Elävyys %.



Kuvio 3.3.3.6. Elävyys-%:n kehitys Salpausselän Ksy:n sonneilla 13-24 kk:n ikäisenä.

3.3.4. Rodun, jälkeläisryhmien ja jälkeläisten vaikutus spermantuotantoon

Valitsemalla ikä, ottokerrat/kk ja hyppykerrat/kk regressio-muuttujiksi poistettiin niiden vaikutus aineistosta kuukausi-tietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa. Keskiarvo-tietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa poistettiin tuloksista ottokertojen/vuosi ottokertojen/kuukausi ja hyppy-kertojen/kuukausi vaikutus.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään rodun (ay ja sk) vaikutusta spermantuotanto-ominaisuuksiin. Tulokset on esitetty taulukossa 3.3.4.1. Myös isän ja sonnien (jälkeläisten) vaikutusta testattiin eri muuttujien suhteen. Näiden testien sonnien iän, ottokertojen ja hyppykertojen perusteella korjatut tulokset on esitetty taulukossa 3.3.4.1.

Taulukko 3.3.4.1. Rodun jälkeläisryhmien ja jälkeläisten välisen erojen merkitsevyys Salpausselän Ksy:n sonniaineistossa

Muuttuja	Rotu	Jälkeläisryhmät		Sonnit	
		ay	sk	ay	sk
Yhteensä siementä cm <sup>3</sup> /kk	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /kk	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Hyväksymis - %	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Elävyys - %	-	xxx	xx	xxx	xxx

Taulukon tuloksista voidaan havaita, ettei rotujen välillä (tutkimus suoritettu keskiarvotietojen perusteella koko aineistosta ay + sk) ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Isäsonnien jälkeläisryhmien (tutkimus suoritettu sekä ay:llä että sk:lla erikseen kuukausitiedoista) spermantuotanto erosi erittäin merkitsevästi kussakin yksityisessä siementuotantoa kuvaavassa ominaisuudessa. Ayrshirellä elävyys - %:n kohdalla ero oli hyvin merkitsevä. Samoin erosivat yksityiset nuoret sonnit (pojat, jälkeläiset) erittäin merkitsevästi toisistaan jokaisessa spermantuotanto-ominaisuudessa.

Varianssianalyysin numeeriset tulokset on esitetty tarkemmin kummankin tutkimuksen osalta liitteissä 3 ja 4.

Varianssianalyysissä on muuntelu jaettu eri muuntelulähteiden osalla. Seuraavassa on pyritty selvittämään eri muuntelulähteiden osuutta kokonaismuuntelusta sonnien spermantuotanto-ominaisuuksilla. Kummallakin rodulla muunteluosuudet laskettiin erikseen (taulukko 3.3.4.2.).

Taulukko 3.3.4.2. Eri muuntelulähteiden %-osuudet Salpausselän Ksy:n sonnien spermantuo-  
tannossa

Muuttuja	Isien välinen muuntelu		Sonnien välinen muuntelu		Virhe		Kokonaismuuntelu	
	ay	sk	ay	sk	ay	sk	ay	sk
Yhteensä siementä cm <sup>3</sup> /kk	10.4	3.8	32.9	63.8	56.7	32.4	100.0	100.0
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /kk	3.5	20.5	40.7	28.5	55.8	51.0	100.0	100.0
Siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	10.0	7.5	38.3	63.0	51.7	29.5	100.0	100.0
Siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	11.8	6.0	40.0	64.2	48.2	29.8	100.0	100.0
Hyv. siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	2.4	20.7	45.9	32.9	51.7	46.4	100.0	100.0
Hyv. siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	2.3	20.8	46.4	29.0	51.3	50.2	100.0	100.0
Hyväksymis - %	0.6	-	40.9	-	58.5	-	100.0	-
Elävyys - %	1.4	-	36.7	-	61.9	-	100.0	-

Taulukon arvoista voidaan havaita, että virhe muuntelu (poikien sisäinen muuntelu) on ayrshirella kaikilla muuttujilla suurin. Suomenkarjalla joidenkin ominaisuuksien kohdalla on poikien välinen muuntelu virhemuuntelua suurempi (siementä  $\text{cm}^3$ /ottokerta ja siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta). Isien välinen muuntelu on kummallakin rodulla kaikkien ominaisuuksien kohdalla pienempi kuin poikien välinen muuntelu. Joidenkin ominaisuuksien kohdalla ayrshirellä arvot ovat yli 10 %:a ja suomenkarjalla jopa yli 20 %:a.

### 3.3.5. Spermantuotanto-ominaisuuksien periytyvyys

Periytyvyysaste l. heritabiliteetti on se osa kokonaismuuntelusta, joka johtuu yksilöiden välisistä perinnöllisistä eroista. Heritabiliteetti on muuttuva käsite. Sen arvo voi vaihdella eri populaatioissa ja eri aikoina.

Heritabiliteetilla on kuten muillakin arvioilla tietty sattumasta johtuva virhe, joka pienenee arviointiin käytettyjen isien ja jälkeläisten määrän kasvaessa (Lindström, 1970).

Seuraavassa on esitetty Salpausselän keinosiemennysyhdistyksen sonnipopulaatiosta lasketut heritabiliteetit ayrshirellä ja suomenkarjalla. Varianssianalyysissä todettiin isien välinen ero merkitseväksi seuraavilla taulukossa esiintyvillä muuttujilla. Taulukossa on myös esitetty heritabiliteetin keskivirheet.



Taulukko 3.3.5.1. Heritabiliteetit ja heritabiliteettien keski-  
virheet eri muuttujilla Salpausselän Ksy:n  
sonneilta laskettuna

<u>Ay:</u>	$h^2$	S.E. <sub>h<sup>2</sup></sub>
<u>Muuttuja:</u>		
Siementä yhteensä cm <sup>3</sup> /kk	0.42 ±	0.58
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /kk	0.14 ±	0.52
Siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	0.40 ±	0.58
Siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	0.47 ±	0.59
Hyväksytty cm <sup>3</sup> /ottokerta	0.10 ±	0.50
Hyväksytty cm <sup>3</sup> /hyppykerta	0.09 ±	0.50
Hyväksymis - %	0.02 ±	0.49
Elävyys - % keskimäärin	0.06 ±	0.50

Sk:

<u>Muuttuja:</u>		
Siementä yhteensä cm <sup>3</sup> /kk	0.15 ±	0.84
Hyväksyttyä siementä cm <sup>3</sup> /kk	0.82 ±	1.26
Siementä cm <sup>3</sup> /ottokerta	0.30 ±	0.93
Siementä cm <sup>3</sup> /hyppykerta	0.24 ±	0.89
Hyväksytty cm <sup>3</sup> /ottokerta	0.83 ±	1.27
Hyväksytty cm <sup>3</sup> /hyppykerta	0.83 ±	1.27
Hyväksymis - %	-	-
Elävyys - % keskimäärin	-	-

Kahdelle viimeiselle muuttujalle (hyväksymis - % ja elävyys - % keskimäärin) ei voitu laskea periytymisastetta, koska isien välinen muuntelu oli varianssianalyysissä pienempi kuin isien sisäinen muuntelu.

Yllä olevasta taulukosta havaitaan, että heritabiliteetin keski-  
virhe on huomattavan suuri varsinkin suomenkarjalla. Tämä  
johtuu siitä, että käytettyjen isien lukumäärä oli pieni ayrs-  
hirellä 10 ja suomenkarjalla vain 5.

### 3.4. Tulosten tarkastelu

#### 3.4.1. Spermantuotanto-ominaisuuksien keskiarvot, keskiarvon keskihajonnat ja muuntelukertoimet

Taulukoissa 3.3.1.1. ja 3.3.1.2. on esitetty spermantuotanto-ominaisuuksien keskiarvot, keskiarvon keskihajonnat ja muuntelukertoimet molemmilla roduilla (ay ja sk) erikseen ja keskiarvotietojen perusteella laskettuna kummallakin rodulla yhdessä.

Lähes kaikkien muuttujien keskiarvotiedot ovat molemmalla rodulla hyvin samankaltaisia. Siemenen kokonaismäärä  $\text{cm}^3/\text{kk}$  on ayrshirellä 4.9 %:a suurempi kuin suomenkarjalla. Myös siemenen määrä  $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$  on ayrshirellä hieman suurempi kuin suomenkarjalla (3.5 %).

Hyväksytyen siemenen määrä  $\text{cm}^3/\text{kk}$  on suomenkarjalla 0.7 %:a ayrshireä suurempi. Samoin ovat hyväksytyen siemenen määrät  $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$  ja hyppykerta suomenkarjalla hiukan suurempia kuin ayrshirellä (2.7 % ja 5.9 %). Edellä esitetyt siemenen määrää kuvaavien muuttujien erot ayrshiren ja suomenkarjan välillä ovat erittäin pieniä ja sattumasta johtuvia. Koko aineistosta suoritettussa tutkimuksessa ei rodun havaittu vaikutuksen mihinkään spermantuotanto-ominaisuuteen merkitsevästi.

Sperman laatua kuvaavista mitoista oli kuukausitietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa mukana elävyys - %. Suomenkarjalla oli elävyys - % 2.7 %:a parempi kuin ayrshirellä. Myöskään sperman laatua kuvaavien muuttujien ero ei ollut koko aineistosta suoritettussa tutkimuksessa rotujen välillä merkitsevä.

Keskiarvon keskihajonnat ovat kummallakin rodulla lähes saman suuruisia. Sekä kuukausitietojen perusteella, että vuotuis-

ten keskiarvotietojen perusteella suoritetussa tutkimuksessa ovat keskihajonnat huomattavan pieniä.

Tarkasteltaessa variaatiokertoimia voidaan niistä havaita, että kummallakin rodulla ja koko aineistosta laskettuna on muuntelu suurinta hyväksytyin sperman määrän kohdalla. Ayrshirellä on hyväksytyin siemenen määrän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  muuntelukerroin 40.3, vastaava luku suomenkarjalla on 35.3 ja koko aineistosta laskettu luku 36.2. Myös hyväksytyin siemenen määrän  $\text{cm}^3/\text{hyppykerta}$  muuntelukerroin on ayrshirellä korkea 40.8 suomenkarjalla 36.4 ja koko aineistosta laskettuna 39.1. Hyväksytyin siemenen määrän  $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$  muuntelukerroin on ayrshirellä 38.9 suomenkarjalla 35.2 ja koko aineistosta laskettuna 37.8.

Koska muuntelukertoimet ovat hyväksytyin sperman määrän kohdalla näin korkeita, voisi olettaa, että näiden ominaisuuksien suhteen voitaisiin suorittaa valintaa, jos muuntelu on luonteeltaan perinnöllisyydestä johtuvaa.

### 3.4.2. Spermantuotanto-ominaisuuksien väliset vuorosuhteet

Taulukon 3.3.2.1. tulosten perusteella (laskettu ayrshire-aineistosta) voidaan todeta, että kaikkien sperman määrää kuvaavien muuttujien välillä on suuria positiivisia korrelaatioita (erot tilastollisesti erittäin merkitseviä). Siemenen kokonaismäärän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja muiden sperman määrää kuvaavien muuttujien väliset korrelaatiot ovat 0.483-0.906. Korkein korrelaatio on siemenen kokonaismäärän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja siementä  $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$  välillä 0.906. Hyväksytyin siemenen  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja muiden siemenen määrää kuvaavien muuttujien korrelaatiot ovat suuruudeltaan 0.755-0.954. Korkein korrelaatio on hyväksytyin siemenen  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja hyväksytyin

siemenen/ottokerta välillä 0.954.

Ottokertaa ja hyppykertaa kohti lasketut siemenen määrä  $\text{cm}^3$  ja hyväksytyyn siemenen määrä  $\text{cm}^3$  saivat korrelaatioita 0.646-0.970. Korkein korrelaatio on hyväksytyyn siemenen  $\text{cm}^3$ /hyppykerta ja hyväksytyyn siemenen  $\text{cm}^3$ /ottokerta välillä 0.970.

Kaikki sperman määrää kuvaavat muuttujat ovat tutkimuksen perusteella positiivisessa vuorosuhteessa. Vuorosuhdetta voidaan tulosten perusteella pitää voimakkaana.

Sperman määrän ja laadun välisiä vuorosuhteita voidaan mainita, ettei fotometrillukeman ja sperman määrää kuvaavien muuttujien välillä ole merkittävää korrelaatiota.

Hyväksytyyn sperman määrän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja elävyys - %:n välillä on positiivinen vuorosuhde 0.560 (ero erittäin merkittävä). Samoin on hyväksytyyn sperman määrän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja hyväksymis - %:n välillä positiivinen korrelaatio 0.647.

Sperman kokonaismäärän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja ottokertaa kohti sekä hyppykertaa kohti ja elävyys - %:n välillä on 0.168 (ei merkittävää eroa), 0.319 (ero merkittävä) ja 0.395 (ero hyvin merkittävä) korrelaatioita.

Hyväksytyyn sperman määrän  $\text{cm}^3$ /ottokerta ja hyppykerta ja elävyys - %:n väliset korrelaatiot ovat 0.614 ja 0.563 (erot erittäin merkittäviä).

Hyväksytyyn sperman kokonaismäärän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  ja ottokertaa sekä hyppykertaa kohti laskettuna ja hyväksymis - %:n korrelaatiot ovat 0.647, 0.731 ja 0.745.

Fotometrilluvun ja sperman elävyyden välillä ei ollut merkittäviä korrelaatioita. Samoin fotometrilluvun ja hyväksymis - %:n väliset korrelaatiot eivät olleet merkittäviä.

Elävyys - %:n ja hyväksymis - %:n välillä oli kohtalainen kor-

relaatio 0.677 (ero erittäin merkitsevä).

### 3.4.3. Eri muuntelulähteiden vaikutus spermantuotantoon

#### 3.4.3.1. Ikä

Luvussa 3.3.3. on esitetty iän vaikutus eri spermantuotanto-ominaisuuksiin.

Varianssianalyyseissä saatujen tulosten perusteella voidaan todeta iän vaikuttavan kaikkiin spermantuotanto-ominaisuuksiin sekä ayrshirellä että suomenkarjalla. Erot olivat lähes jokaisen muuttujan kohdalla erittäin merkitseviä suomenkarjalla hyväksymis - %:lla ja elävyys - %:lla erot olivat hyvin merkitseviä (taulukko 3.3.3.1. ja liite 3).

Iän vaikutus on selvempi sperman määrää kuin laatua kuvaaviin ominaisuuksiin. Myös aikaisemmissa tutkimuksissa on saatu saman suuntaisia tuloksia. Maijala (1967) totesi tutkimuksessaan iän muunteluosuuden olevan päivittäisistä arvoista las-kettuna yli 40 %:a kokonaismuunteluista spermanmäärällä  $\text{cm}^3/\text{pv}$  ja lähes 40 %:a kokonaismuuntelusta ejakulaattitilavuudella. Samassa tutkimuksessa olivat sperman laatua kuvaavat arvot huomattavasti pienempiä, alle 5 %:a.

Mudra ym. (1971) saivat iän ja ejakulaattitilavuuden välille 0.4 korrelaation (erot erittäin merkitseviä) nuorilla sonneilla tehdyssä tutkimuksessa. Sperman laatua kuvaavien mittojen etenevässä liikkeessä olevien siittiöiden luku ja spermatiheys ja iän välinen korrelaatio oli lähes 0.6 (erot erittäin merkitseviä) samassa tutkimuksessa.

Luvussa 3.3.3. esitettyjen piirrosten perusteella voidaan todeta, että sekä sperman määrässä että laadussa tapahtuu ensin

jyrkempää paranemista jokaisen kuvatun ominaisuuden kohdalla. Sonnin vanhetessa kehitys hidastuu 15-16 kk:n ikäisenä ja ta-  
pahtuu jopa huononemista.

Syitä tähän saattaa olla useita. Yhtenä syynä nopeaan sper-  
mantuotannon alkukehitykseen voidaan pitää sitä, että sonnit  
kasvatusasemalta tultuaan saavat siirron aiheuttaman räsitu-  
ksen vuoksi huonoja arvoja. Tästä johtuen on kehitys aluksi  
jyrkempää. Myös useat muut kirjallisuusosassa mainitut tässä  
tutkimuksessa selvittämättömät syyt saattavat vaikuttaa sper-  
man tuotantoon.

#### 3.4.3.2. Ottokerrat

Tutkimuksessa havaittiin ottokertojen vaikuttavan kaikkiin  
sperman määrää kuvaaviin ominaisuuksiin ayrshirellä (erot oli-  
vat varianssianalyysissä erittäin merkitseviä, hyväksyttyä  
siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta ero oli merkitsevä)(taulukko 3.3.3.1.  
ja liite 3). Ayrshirellä suoritettussa tutkimuksessa saatiin  
siemenen ottokuukausi/vuosi ja siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta välil-  
le negatiivinen korrelaatio - 0.321 (ero oli merkitsevä) sa-  
moin saatiin ottokertojen/vuosi ja sekä hyväksytyen siemenen  
 $\text{cm}^3$ /ottokerta että hyväksytyen siemenen  $\text{cm}^3$ /hyppykerta välille  
negatiiviset korrelaatiot - 0.307 ja - 0.370 (erot olivat mer-  
kitseviä). Siemenen kokonaismäärään  $\text{cm}^3$ /kuukausi ja ottoker-  
tojen/kuukausi välille saatiin positiivinen korrelaatio 0.482  
(ero oli erittäin merkitsevä). Ayrshireaineistosta saatujen  
tulosten perusteella voidaan todeta, että ottokertoja lisää-  
mällä voidaan sperman kokonaismäärää lisätä, mutta tällöin hy-  
väksytyen sperman määrä vähenee (taulukko 3.3.2.1.).

Suomenkarjalla ei ottokertojen vaikutus ollut sperman määrää  
kuvaaviin ominaisuuksiin yhtä selvä (ero oli erittäin merkit-  
sevä vain siementä, yhteensä  $\text{cm}^3$ /kk, ero oli hyvin merkitsevä

siementä  $\text{cm}^3$ /hyppykerta, muilla sperman määrää kuvaavilla muuttujilla ero oli merkitsevä tai ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja)(taulukko 3.3.3.1. ja liite 3).

Koko aineistosta keskiarvotietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa oli ottokerroilla/v vaikutusta vain hyväksytyyn sperman määrään  $\text{cm}^3/\text{kk}$  (ero merkitsevä). Tässä tutkimuksessa ei ottokerroilla/kk näyttänyt olevan vaikutusta sperman määrää kuvaaviin muuttujiin (liite 3).

Sperman laatua kuvaaviin ominaisuuksiin oli ottokerroilla/kk vaikutusta elävyys - %:in (ero oli erittäin merkitsevä ayrshirellä). Ayrshireaineistosta suoritettussa tutkimuksessa saatiin ottokertojen/vuosi ja elävyys - %:n välille negatiivinen korrelaatio - 0.404 (ero oli hyvin merkitsevä)(taulukko 3.3.2.1.). Suomenkarjalla eivät ottokerrat/kk vaikuttaneet sperman laatuun.

Koko aineistosta keskiarvotietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa ottokerroilla/kk oli vaikutusta elävyys - %:in (ero oli hyvin merkitsevä). Fotometrillukemaan ei ottokerroilla ollut vaikutusta (taulukko 3.3.3.1. ja liitteet 3 ja 4).

Edellä esitettyjen Salpausselän keinosiemennysyhdistyksen sonneista tehtyjen tutkimusten ja aikaisempien tutkimustulosten perusteella (Almqvist ja Cunningham, 1967) voidaan todeta, että ottokertojen vaikutus on selvempi sperman määrään ja tuotettujen siittiöiden kokonaismäärään. Sperman laatuun ottokertojen vaikutus on epäselvä. Ottokertojen lisääntyessä näyttää sperman laatu huononevan.

### 3.4.3.3. Hyppykerrat

Sperman määrään näyttää hyppykerroilla/kk olevan vaikutusta. Vaikutus on selvempi ayrshireaineistosta lasketuissa tuloksissa (erot kaikilla määrää kuvaavilla muuttujilla erittäin merkitseviä)(taulukko 3.3.3.1. ja liite 3). Hyppykertojen/kk ja sperman kokonaismäärän  $\text{cm}^3/\text{kk}$  välille saatiin ayrshireaineistolla positiivinen korrelaatio 0.532 (ero erittäin merkitsevä)(taulukko 3.3.2.1.).

Suomenkarjalla ottokertojen vaikutus sperman määrään ei ole yhtä selvä (varianssianalyyseissä saatiin vain yksi hyvin merkitsevä ero)(taulukko 3.3.3.1. ja liite 3).

Koko aineistosta kuukausitietojen perusteella lasketuista arvoista saatiin hyppykerroilla sperman määrää kuvaavilla muuttujilla yksi hyvin merkitsevä ja neljä merkitsevää eroa (liite 4).

Sperman laatuun hyppykerrat/kk vaikuttivat elävyys - %:in koko aineistosta lasketuissa tuloksissa (ero erittäin merkitsevä). Ayrshirellä hyppykertojen/kk vaikutus elävyys - %:in oli epäselvempi (ero merkitsevä) eikä hyppykertojen/kk ja elävyys - %:n välille saatu merkitsevää korrelaatiota. Suomenkarjalla ei hyppykerroilla näyttänyt olevan elävyys - %:in vaikutusta (taulukot 3.3.2.1. ja 3.3.3.1., liite 3).

Fotometrillukuun eivät hyppykerrat/kk vaikuttaneet (liite 4).

Ayrshirellä suoritetussa tutkimuksessa saatiin hyppykertojen/kk ja hyväksymis - %:n välille negatiivinen korrelaatio. - 0.322 (ero merkitsevä)(taulukko 3.3.2.1.). Korrelaatiota ei voida pitää kovin merkittävänä, mitä johtopäätöstä tukee myös varianssianalyyseissä saatu tulos. Kummallakaan rodulla erot eivät olleet



merkitseviä tutkittaessa hyppykertojen vaikutusta hyväksymis - %:in (taulukko 3.3.3.1. ja liitteet 3 ja 4).

Ottokerrat ja hyppykerrat ovat läheisessä suhteessa keskenään. Tutkimuksessa ayrshireaineistosta saatiin näiden kahden regressiomuuttujan väliseksi korrelaatioksi 0.839 (ero erittäin merkitsevä). Aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole erikseen esitetty hyppykertojen/kk vaikutusta spermantuotantoon.

Salpausselän keinosiemennisyhdistyksen sonneista tehdyn tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta, että hyppykertojen/kk vaikutus spermantuotantoon on hyvin samantapainen kuin ottokertojen/kk. Hyppykerrat/kk vaikuttavat selvemmin sperman määrään kuin laatuun.

#### 3.4.3.4. Rotu

Rodun vaikutusta tutkittiin koko aineistosta keskiarvotietojen perusteella. Aineistosta oli poistettu ottokertojen (vuosi, hyppykertojen/kk ja ottokertojen/kk vaikutus). Taulukon 3.3.4.1. ja liitteen 4 perusteella voidaan todeta, ettei rodulla ole vaikutusta spermantuotanto-ominaisuuksiin.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on Maijala (1967 ja 1969) havainnut rodun vaikuttavan sperman määrään. Vaikutus oli vuotuisista keskiarvoista laskettuna noin 5 %:n luokkaa. Laatuun rotu vaikutti Maijalan (1969) tutkimuksessa vain noin 1 %:n verran.

Yleensä näyttää rodun vaikutus eri tutkimustulosten valossa hyvin epäselvältä.

#### 3.4.4. Spermantuotanto-ominaisuuksien periytyvyys

Taulukossa 3.3.2.2. ja liitteessä 3 on esitetty Salpausselän ksy:n sonniaineistosta ayrshirellä ja suomenkarjalla erikseen suoritettujen varianssianalyysien tulokset. Tulokset on korjattu sonninin iän, ottokertojen/kk ja hyppykertojen/kk perusteella.

Isäsonnien jälkeläisryhmien spermantuotanto erosi erittäin merkitsevästi lähes jokaisen spermantuotantoa kuvaavan muuttujan kohdalla kummallakin rodulla (suomenkarjalla elävyys - %:n ero oli hyvin merkitsevä).

Samoin yksityisten sonnien väliset erot olivat erittäin merkitseviä jokaisen spermantuotantoa kuvaavan ominaisuuden kohdalla.

Taulukossa 3.3.5.1. on esitetty Salpausselän ksy:n sonniaineistosta lasketut heritabiliteetit ja heritabiliteetin keskivirheet ayrshirellä ja suomenkarjalla.

Ayrshirellä saatiin siementä yhteensä  $\text{cm}^3/\text{kk}$  muuttujalle heritabiliteetiksi 0.42. Aikaisempiin tutkimustuloksiin verrattuna on se korkeahko ja heritabiliteetin keskivirhe on suuri johtuen aineiston pienuudesta. Aikaisempien tutkimusten perusteella on siemenen kokonaismäärälle  $\text{cm}^3$  kuukausitiedoista laskettuna saatu heritabiliteetiksi 0.09 (Liebenberg ja Brückner).

Ejakulaattitilavuudelle (= siementä  $\text{cm}^3/\text{hyppykerta}$ ) saatiin ayrshirellä heritabiliteetiksi 0.40. Aikaisemmissa tutkimuksissa on tämä sperman määrä kuvaava muuttuja saanut seuraavia heritabiliteetti arvoja (taulukko 3.4.4.1.).

Taulukko 3.4.4.1. Ejakulaattitilavuuden heritabiliteetti-arvoja

$h^2$	sonnien lukumäärä	tutkija
0.05 <sup>1)</sup>	140	Zelfel (1964)
0.12 <sup>1)</sup>	166	Maijala (1969)
0.47	2)	Basovskii ja Pepina (1970)
0.26	2)	Samoilo (1969)
0.38	2)	" (1969)
0.16-0.32	2)	Maijala (1969) Hultnäs (1959)
0.40	44	Omat tutkimukset

- 1) vuotuisista arvoista laskettuna
- 2) tutkimuksessa mukana olleiden sonnien lukumäärästä ei tietoa.

Myös tätä tutkimuksen tulosta kirjallisuudesta saaduista samantapaisista tuloksista huolimatta voidaan pitää liian korkeana. Myös tämän muuttujan kohdalla oli heritabiliteetin virhe etupäässä aineiston pienuudesta johtuen suuri.

Muille sperman määrää kuvaaville arvoille ei kirjallisuudesta löydy vertailuperustetta. Kaikkia niitä voidaan kuitenkin pitää jonkin verran liian korkeina myös ayrshirellä. Heritabiliteetin keskivirhe on niidenkin kohdalla korkeahko. Hyväksytyen sperman eri arvot ovat varmaankin lähinnä oikeita suuruusluokaltaan ayrshirellä hyväksytyä siementä  $\text{cm}^3/\text{kk}$  heritabiliteetti 0.14, hyväksytyä siementä  $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$  heritabiliteetti 0.10 ja hyväksytyä siementä  $\text{cm}^3/\text{hyppykerta}$  0.09.

Sperman laatua kuvaavista muuttujista oli kuukausitietojen perusteella suoritettussa tutkimuksessa mukana vain elävyys - %. Elävyys - %:n heritabiliteetiksi saatiin 0.06.

Kirjallisuudesta elävyydelle löytyi seuraavia heritabiliteetteja (taulukko 3.4.4.2.).

Taulukko 3.4.4.2. Elävyyden heritabiliteettiarvoja

$h^2$	sonnien lukumäärä	tutkija
0.13	109	Zelfel (1964)
0.29	166	Maijala (1969)
0.21	1)	Basovskii ja Pepina (1970)
0.42	1)	Samoillo (1969)
0.39	1)	" (1969)
0.09	44	Omat tutkimukset

1) tutkimuksessa mukana olleiden sonnien määrästä ei tietoa

Myös elävyyden heritabiliteettia ayrshirellä voidaan pitää tämän tutkimuksen perusteella laskettuna hiukan epävarmana, sillä heritabiliteetin keskivirhe on senkin kohdalla korkea.

Hyväksymis %:n heritabiliteetiksi saatiin tutkimuksessa 0.02 ayrshirellä.

Suomenkarjan kohdalla kaikkia tutkimuksessa saatuja heritabiliteettiarvoja voidaan pitää epävarmoina, sillä aineisto oli aivan liian pieni 5 isää 3.4 poikaa/isä (jollakin isällä vain 2 poikaa). Suomenkarjalla tästä johtuen olivat heritabiliteetin keskivirheet hyvin suuria.

Muunteluosuuksia kuvaavien tulosten perusteella (taulukko 3.3.2.3.) voidaan myös havaita, että virhemuuntelun osuus (poikien sisäinen muuntelu) on kaikkien muuttujien kohdalla korkea. Eri spermantuotanto-ominaisuuksiin keinosiemennys-  
asemalla ovat olleet vaikuttamassa sellaiset tekijät, joita

ei tässä tutkimuksessa ole saatu aineistosta poistettua.

### 3.5. Loppupäätelmät

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sonnien spermantuotantoa ja siihen vaikuttavia seikkoja, lähinnä spermantuotanto-ominaisuuksien periytyvyyttä.

Aineistona tutkimuksessa oli 61 sonnia pääasiallisesti Salpausselän keinosiemennysyhdistyksestä. Sonnit olivat jakautuneet roduittain siten, että ayrshireen kuului 44 sonnia 10 eri isältä ja suomenkarjaan 17 sonnia 5 eri isältä. Aineistoa voidaan pitää pienenä varmojen johtopäätösten tekoon varsinkin suomenkarjan osalta. Myös ayrshiren kohdalla tulee tuloksiin aineiston pienuuden vuoksi suhtautua varauksellisesti. Tuloksia voidaan pitää korkeintaan suuntaa antavina.

Tutkimuksessa todettiin iän vaikuttavan kaikkiin sperman määrää kuvaaviin muuttujiin erittäin selvästi. Ikä vaikutti myös sperman laatuun, vaikkakin laadun kohdalla iän vaikutus oli epäselvä.

Ottokerroilla vuodessa ja kuukaudessa näytti olevan selvä vaikutus sperman määrään. Sperman laatuun ottokertojen vaikutus oli epäselvä varsinkin suomenkarjalla. Sperman määrää voidaan ottokertoja vuodessa sekä kuukaudessa lisäämällä lisätä, kuitenkin on huomattava, että sperman laatu heikkenee silloin.

Hyppykerroilla/kk oli kohtalaisen selvä sperman kokonaismäärää lisäävä vaikutus ayrshireellä. Suomenkarjalla hyppykertoja/kk vaikutus sperman määrään oli epäselvä. Hyppykerrat vaikuttivat myös sperman laatuun (hyppykertoja lisättäessä hyväksymis-% laski), joskaan ei yhtä selvästi kuin määrään.

Rodulla ei näyttänyt olevan vaikutusta mihinkään spermantuotantoa kuvaavaan ominaisuuteen.

Kaikki sperman määrää kuvaavat ominaisuudet olivat kohtalaisessa positiivisessa vuorosuhteessa keskenään.

Sperman määrää ja laatua kuvaavien ominaisuuksien välillä oli positiivisia vuorosuhteita, joskaan ei yhtä korkeita kuin sperman määrää kuvaavien ominaisuuksien välillä.

Sperman laatua kuvaavien ominaisuuksien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää vuorosuhdetta (fotometrilluku/elävyys). Elävyys - %:n ja hyväksymis - %:n välillä oli kohtalainen positiivinen vuorosuhde.

Erot isä-sonnien jälkeläisryhmien välillä olivat kummallakin rodulla lähes jokaisessa ominaisuudessa erittäin merkitseviä. Myös yksityiset nuoret sonnit erosivat hyvin merkitsevästi tai erittäin merkitsevästi toisistaan kussakin spermantuotantoa kuvaavassa ominaisuudessa.

Ayrshirellä saatiin sperman määrää kuvaaville muuttujille: siemenen määrälle  $\text{cm}^3/\text{kk}$  42 %:n periytyvyys, siemenen määrälle  $\text{cm}^3/\text{ottokerta}$  40 %:n periytyvyys ja siemenen määrälle  $\text{cm}^3/\text{hyppykerta}$  47 %:n periytyvyys.

Tämän perusteella, vaikkakin aineiston pienuuden vuoksi varauksin, voidaan sonnien spermantuotantoa, varsinkin sperman määrää, valinnalla parantaa.

Sperman laadulle saadut periytyvyysasteet olivat pieniä (elävyys - %:n periytyvyys 6 %:a ja hyväksymis - %:n periytyvyys 2 %:a ayrshirellä). Sperman laatua ei voida tämän perusteella valinnalla parantaa.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ABDOU, M.S.S., EL-GUINDI, M.M., EL-MENOFY, A.A. & ZAKI, K. 1977. Semen biochemical and metabolic aspects of the semen of bovines (*Bubalus*, *bubalis* and *Bos taurus*). I Seminal fructose in consecutive ejaculates and its relation to libido and semen quality. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* 94:8-15.
- AEHNELT, E. & HAHN, J. 1966. Fruchtbarkeitsbeurteilung bei Bullen und Züchtung auf Fruchtbarkeit Sichtungskunde 38:71-83.
- ALMQVIST, J.O. & AMANN, R.P. 1962. Effect of a high ejaculation frequency on sperm output and semen characteristics of holstein bulls from puberty to 2 years of age. *Journal of Dairy Science*. 45:688.
- ALMQVIST, J.O. & CUNNINGHAM, D.C. 1967. Reproductive capacity of beef bulls. I Postpuberal changes in semen production at different ejaculation frequencies. *Journal of Animal Science* 26:174.
- AMANN, R.P. & ALMQVIST, J.O. 1961. Reproductive capacity of dairy bulls. V Detection of testicular deficiencies and requirements for experimentally evaluating testis function from semen characteristics. *Journal of Dairy Science* 44:2283-2297.
- AMANN, R.P. 1966. Seasonal cycles in bull semen characteristics. *Journal of Animal Science* 25:916.
- ANON, Keinosiemennysyhdistysten liiton vuosikertomukset 1963-1975.
- ANTAL, J. & FÁSKO, J. 1974. Ejaculate production and quality in bulls allowed unrestricted food consumption during rearing. *Pol'nohospoda'rstvozo*: 899-906. (Ref. A.B.A. 43:2261).

- BACH, S., HAASE, H. & STEMLER, K.H. 1970. Fertility parameters of young bulls. Monatshefte für Veterinärmedizin. 25:92-94. (Ref. A.B.A. 40:398).
- BANE, A. 1954. Sexual functions of bulls in relation to heredity, rearing intensity and somatic conditions. Acta Agricultural. Scandinavica 4:95-208.
- BARBER, K.A. & ALMQVIST, J.O. 1975. Growth and feed efficiency and their relationship to puberal traits of charolaise bulls. Journal of Animal Science 40:288-301.
- BASOVSKI<sup>V</sup>, N.Z. & PEPINA, G.D. 1970. Ref. A.B.A. 40:275.
- BEARDEN, H.J., HANSEL, W. & BRATTON, R.W. 1956. Fertilization and embryonic mortality rates of bulls with histories of either low or high fertility in artificial breeding. Journal of Dairy Science 89:312-318.
- BECKER, W.A. 1967. Manual of procedures in quantitative genetics. Washington.
- BIELAN'SKI, W., LASZCZKA, A. & RYS', R. 1969. Effect of severe under feeding upon the reproductive performance of bull. I Feed intake and physiological index changes. Ref. A.B.A. 38:2417.
- BRANTON, C., BRATTON, R.W. & SALISBURY, G.W. 1947 b. Total digestible nutrients and protein levels for dairy bulls used in artificial breeding. Journal of Dairy Science 30:1003-1013.
- BRANTON, C., D'ARENSBOURG, G. & JOHNSTON, J.E. 1952. Semen production, fructose content of semen and fertility of dairy bulls as related to sexual excitement. Journal of Dairy Science 35:801.



- BRANTON, C., GRIFFITH, W.S. & MORTON, A.W. & HALL, T.G. 1956.  
The influence of heredity and environment on the fertility of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 39:933.
- BRANTON, C., PATRICK, T.E. NEWSOM, M.H. & DARENSBOURG, G. 1953.  
Pasture vs. dry hot feeding for dairy bulls in artificial breeding. *Journal of Dairy Science* 36:100.
- BRATTON, R.W. & FOOTE, R.H. 1954. Semen production and fertility of dairy bulls ejaculated either once or twice at intervals of either four or eight days. *Journal of Dairy Science* 37:439.
- BRINKS, J.S. 1972. Heritability of fertility components in beef bulls. *A.I. Digest* 20:6-7.
- COLLINS, W.J., BRATTON, R.W. & HENDERSON, C.R. 1951. The relationship of semen production to sexual excitement of dairy bulls. *Journal of Dairy Science* 34:224.
- COLLINS, W.E., INSKEEP, E.K., DREHER, W.H., TYLEL, W.J. & CASIDA, L.E. 1962. Effect of age on fertility of bulls in artificial insemination. *Journal of Dairy Science* 45:1015-1018.
- COULTER, G.H., ROUNSAVILLE, T.P. & FOOTE, R.H. 1976. Heritability of testicular size and consistency in Holstein bulls. *Journal of Animal Science* 43:9-12.
- ELSAWAF, S.A., BADAWEY, A.B.A. & ELWISHY, A.B. 1971. Seasonal variation in sexual desire and semen characters of buffalo bulls. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie* 88:222-230.
- ERB, R.E. & WALDO, D.R. 1952. Seasonal changes in fertility of dairy bulls in North-western Washington. *Journal of Dairy Science* 35:245-249.

- ERIKSSON, K. 1943. Hereditary forms of sterility in cattle.  
Lund. 155 pp.
- FLIPSE, R.J. 1957. Effect of cornilage on the growth, reproductive development and semen production of young dairy bulls. *Journal of Animal Science* 16:158.
- FLIPSE, R.J. & ALMQVIST, J.O. 1957. Fertility of bulls fed large amounts of gross silage for one or two years. *Journal of Dairy Science* 40:1612.
- FLIPSE, R.J., ALMQVIST, J.O. & JOHNSON, P.E. 1956. Effect of proteins of plant and animal origin on the growth, reproductive development and semen production of young dairy bulls. *Journal of Dairy Science* 39:60.
- FOOTE, R.H. 1970. Inheritance of fertility facts opinions and speculations. *Journal of Dairy Science* 53:936-944.
- FOOTE, R.H., LARSON, L.L. & HAHN, J. 1972. Can fertility of sires used in artificial in semination be improved. *A.I. Digest* 20:6-8.
- FRÖLICH, A. 1950. Handjurens fertilitet och därpå inverkan yttre faktorer. *Nordisk Jordbruksforskning* 1:30-92.
- HAFEZ, E.S.E. 1962. *Reproduction in Farm Animals*.
- HAFS, H.D. 1972. Management of bulls to maximize sperm output. *A.I. Digest* 20:8-10, 18.
- HAFS, H.D., HOYT, R.S. & BRATTON, R.W. 1959. Libido sperm characteristics sperm output and fertility of mature dairy bulls ejaculated daily or weekly for thirty-two weeks. *Journal of Dairy Science* 12:626-636.
- HAHN, J., FOOTE, R.H. & CRANCH, E.T. 1969. a) Tonometer for measuring testicular consistency of bulls to predict semen quality. *Journal of Animal Science* 29:483-489.

- HAHN, J., FOOTE, R.H. & SEIDEL, G.E. 1969. b) Quality and freezability of semen from growing and aged dairy bulls. *Journal of Dairy Science* 52:1843-1848.
- HAHN, J., FOOTE, R.H. & SEIDEL, G.E. 1969. c) Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. *Journal of Animal Science* 29:41-47.
- HALE, E.B., ALMQVIST, J.O. & THACKER, D.L. 1953. Observations on the sexual behavior and semen production of dairy bulls. *Journal of Dairy Science* 36:576.
- HARVEY, W.R. 1966. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers ARS 20-28. July 1960. Reprinted with corrections April 1966. Agric. Res. Service U.S. Dept. of Agric.
- HULTNÄS, C.A. 1959. Studies on variation in mating behaviour and semen picture in young bulls of the swedish red-and-white breed and on causes of this variation. *Acta Agricultural Scandinavica* suppl. 6:82 p.
- HULTNÄS, C.A. & STRÖM, B. 1968. Study on seasonal variation in bull fertility. *Ref. A.B.A.* 69:370.
- IRALA, P.N.D. 1973. Auswirkungen experimentellen Wärmebelastung auf verschiedene Körperreaktionen und Ejakulat beschaffenheit bei Fleckviehbullen vor deren Einsatz in heissen Klimazonen. *Ref. A.B.A.* 44:4514.
- JOHNSON, L.A., GERRITS, R.J., BOND, J. & OLTJEN, R.R. 1971. Growth and reproductive performance of bulls and heifers fed purified and natural diets. IV Semen characteristics, body measurements and fertility of bulls (22 to 156 weeks of age). *Journal of Animal Science* 33:808-813.

- JOHNSTON, J.E. & BRANTON, C. 1953. Effects of seasonal climatic changes on certain physiological reactions, semen production and fertility of dairy bulls. *Journal of Dairy Science* 36:934-942.
- KJAUNE, K. JA. 1969. Semen production of stud bulls on different types of feeding. *A.B.A.* 39:435.
- KLAUSCHEK, G. & UUSISALMI, U. 1973. Aufsucht, Spermaproduction und Befruchtungserfolg bei Ayrshirebullen in der Besamungsstation Salpausselkä. *Journal of the Scientific agricultural society of Finland* 45:246-253.
- LASZCZKA, A., BIBORSKI, J., SZUPERSKI, T. & BIELAN'SKI, W. 1969. Effect of severe underfeeding upon the reproductive performance of bull. IV The result of postmortem examination. *Ref. A.B.A.* 38:2440.
- LASZCZKA, A., JANASZ, M., DUDEK, E. & BIELAN'SKI, W. 1969. Effect of severe underfeeding upon the reproductive performance of bull. II Semen characteristics. *Ref. A.B.A.* 38:2488.
- LASZCZKA, A., JANASZ, M., WIERIBOWSKI, S. & BIELAN'SKI, W. 1969. Effect of severe underfeeding upon the reproductive performance of bull. II Sexual behavior. *Ref. A.B.A.* 38:2441.
- LIEBENBERG, O. & BRÜCKNER, G. 1970. Geno- und phänotypische Untersuchungen der Befruchtungs- und Fruchtbarkeitsleistung des D<sup>ST</sup> und ihre Interaktionen. *Archiv für Tierzucht* 13:361-373.
- LIEBENBERG, O. & SICHTING, P. 1971. Die Auswirkung von Umwelt- und Alterseinflüssen auf die Spermaqualität und Untersuchungen der Spermaeigenschaften bei Besamungsbullen. *Archiv für Tierzucht* 14:339-348.

- LINDSTRÖM, V.P. 1970. Kvantitatiivisen genetiikan perusteet. Helsingin yliopisto. Perinnöllisyystieteen lait-os.
- LÜHMANN, P., SCHWARK, H.G. & KUNERT, T.G. 1973. Untersuchungen zur Geschlechtsreife, zur Spermaerzeugung und Spermaqualität sowie zum Sexualverhalten von Jungbullen. 1. Mitteilung: Geschlechtsreife und Entwicklung der Spermaerzeugung und Spermaeigen-schaften. Archiv. für Tierzucht 16:517-528.
- MAIJALA, K. 1966. Fruchtbarkeit und Erblichkeit. Züchtungs-kunde 38:385-399.
- MAIJALA, K. 1967. Orsaker till variationen in semintjurarnas spermaproductionsegenskaper och fruktsamhet. Förtryck för NJF:s XIII kongr., Sekt. V: 158-1959.
- MAIJALA, K. 1969. "Über die Erblichkeit von Spermaeigenschaften von KB-Bullen. Der Tierzüchter 21:62-65.
- MAIJALA, K. 1970. Föreläsningar för nordisk licenciatskurs i reproductiongenetik.
- MAIJALA, K. 1974. Fertility in animal breeding.
- MARTIG, R.L. & ALMQVIST, J.O. 1969. Reproductive capacity of beef bulls. III Postpuberal changes in fertility and sperm morphology at different ejaculation frequencies. Journal of Animal Science 28:375.
- MERCIER, E. & SALISBURY, G.W. 1947. Fertility level in artificial breeding associated with season, hours of daylight and the age of cattle. Journal of Dairy Science 30:817-826.
- MISOSTOV, T.A. 1966. The relationship of semen production of stud bulls to their live weight and age. Ref. A.B.A. 68:1435.

- MUDRA, K. & GÜNTHER. 1968. Der Einfluss der Fütterungsintensität auf die Spermaproduktion von Bullen. Fortpfl. Hanst. 4:224-236. Ref. Auli Mäkisen pro gradu työ.
- MUDRA, K., UECKERT, H. & KEMMER, P. 1971. Zur Entwicklung der Sexualpotenz bei Jungbullen. Archiv für Tierzucht 14:471-479.
- PABRINKIS, V. 1968. The effect of additional sexual excitation on the quantity and quality of semen and intensity of spermatogenesis in bulls. Ref. A.B.A. 38:358.
- PERRY, E.J. 1968. The Artificial Intensination of Farm Animals.
- PIRSCHENER, F. 1967. Züchterische Problemen in der Fortpflanzung mit besonderen Berücksichtigung der künstlichen Besamung. Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 84:201-219.
- PITUSHKIN, A.I. 1974. Age and seasonal changes in quantitative and qualitative parameters of semen in Ayrshire bulls. Ref. A.B.A. 42:52-78.
- ROBERTSON, A. 1959. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. Biometrics 15:469-485.
- ROSENHAHN, E. & MÄCKLE, N. 1967. Die Generingkeit von Ejakulationsuntersuchungen zur Bestimmung der Befruchtungsfähigkeit von Bullensperma. Zuchthygiene 2:19-24.
- ROTTENSTEN, K. 1972. Effect of age on fertility in bulls. Ref. A.B.A. 41:623.
- SALISBURY, G.W. & VAN DEMARK, N.L. 1961. Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of gattle.
- SAMOILLO, G.A. 1969. Heritability of semen production by bulls. Ref. A.B.A. 39:352.
- SCHILLING, E. & KRAJNC, A. 1964. Intensive Aufzucht fütterung und deren Einfluss auf Ejakulat und Keimdrüse bei jungen Bullen. Züchtungskunde 37:1-16.

- SCHWARK, H-J., KUNERT, G. & LÜHMANN, P. 1974. Untersuchungen zur Geschlechtsreife, zur Spermaerzeugung und Spermaqualität sowie zum Sexualverhalten von Jungbulln. Archiv für Tierzucht 17:21-29.
- SCHWARK, H-J., LÜHMANN, P. & CARL, W.D. 1972. Investigations on the testes of young bulls. Pt. 1. The development of the testes and correlations with body weight as well as some semen characters. Monatshefte für Veterinärmedizin 27:172-176. Ref. A.B.A. 41:4809.
- SCHÖNMUTH, G. 1965. Genetische Grundlagen der Fruchtbarkeit beim Deutschen schwarzbunten Rind. Archiv für Tierzucht 8:429-439.
- SEIDEL, G.E. (Jr.) & FOOTE, R.H. 1969. Influence of semen collection interval and tactile stimuli on semen quality and sperm output in bulls. Journal of Dairy Science 52:1074-1079.
- SHANNON, P. & SEARLE, S.R. 1962. Heritability and repeatability of conception rate of bulls in artificial breeding. Journal of Dairy Science 45:86-90.
- STAROSTIN, E.B. 1975. Semen production indices of bulls in relation to season and housing microclimate. Ref. A.B.A. 44:4209.
- STEMMLER, K-H., STEMMLER, H., BRÜCKNER, G., BACH, S. & HAASE, H. 1973. Der Einfluss des Bullen auf die Befruchtungsleistung sowie männlichen Nachkommen-geprüft anhand von Spermaeigenschaften und des Befruchtungsergebnisses. Archiv für Tierzucht 16:335-343.
- STOJANOV, T. & PEEV, G. 1969. Effect of protein level in the diet on semen production on bulls. Ref. A.B.A. 38:376.

- VAN DEMARK, N.L., BOYD, L.J. & BAKER, P.N. 1956. Potential services of a Bull frequently ejaculated for four successive years. Journal of Dairy Science 39:1071-1072.
- VON SCHMID, R., KRÄUSSLICH, H. & OSTERKORN, K. 1974. Genetisch-Statistische Auswertung der Non-return-Rate von Prüfbullen des Besamungsvereins Neustadt/Aisch. Züchtungskunde 46:450-457.
- VOLGINA, V.I. 1969. Improvement of reproduction capacity in bulls by selection for semen characters. Ref. A.B.A. 39:370.



LIITE 1

Tutkimuksessa käytetty aineisto isäsonneittain

Isäsonni	Sonni		Syntymä- aika	Ks-yhdistys
<b>Ayrshire:</b>				
Nimrod AAA 23111	Metsä-Jonin Niku	AA 29141	24.1.65	Salpausselkä
	Jontas Nahjus	AA 29406	28.10.65	"
	Töllikön Normi	AA 29927	14.12.65	"
	Verkkalan Omari	A 30101	1.3.66	"
	Vainion Opel	A 30116	12.4.66	"
	Koiviston Osara	A 30124	17.9.66	"
Reima AAA 23597	Ranta-ahon Penni	AA 30903	1.9.67	"
	Aimontapon Filo	AA 30911	7.9.67	"
	Veitakkalan Pamaus	AA 30928	16.10.67	"
	Nammin Pesto	AA 30940	22.11.67	"
	Koivurinteen Reima	AA 30962	28.2.68	"
	Anttilan Ratto	AA 30965	3.3.68	"
Mullin Aatto AAA 23594	Äijälän Mitta	AA 29388	22.11.64	"
	Honkalan Osku	A 30114	1.4.66	"
	Väinölän Onasse	AA 30145	10.11.66	"
Forssan Okari AAA 23666	Uotilan Nasser	AA 29321	12.1.65	"
	Aholan Nokari	AA 29450	13.5.65	"
	Aholan Oke	A 30115	11.4.66	"
Närin Erä AAA 25145	Sepälän Oomi	AA 29730	5.1.66	"
	Roukan Onka	AA 30107	14.3.66	"
	Uusitalon Ohjus	AA 30127	20.9.66	"
	Kauniston Petri	AA 30934	30.10.67	"
Nedre-Gummin Torsti AAA 25275	Peltolan Naku	AA 29723	9.8.65	"
	Kivistön Oskari	A 30112	30.3.66	"
	Varjomäen Opaali	A 30143	10.10.66	"
Ahvenanmaan Erasmus AAA 25400	Metsärannan Okki	A 30133	29.9.66	"
	Papilon Otello	A 30136	8.10.66	"
	Kallion Oras	A 30155	17.11.66	"
	Kauttuan Pere	AA 30597	26.4.67	"
Öfverby Rabbe AAA 26006	Komilan Oikku	AA 30557	9.12.66	"
	Pajarin Osmani	AA 30561	29.12.66	"
	Mattilan Otta	AA 30564	30.12.66	"
	Mäki-Erkkilän Parooni	AA 30585	28.2.67	"
	Sopen Puhemies	AA 30590	9.3.67	"
	Anttilan Patruuna	AA 30592	16.3.67	"
Mäki-Mattilan Inssi AAA 26350	Vanhan-Kämpän Parta	AA 30924	7.9.67	"
	Heinolan Paateri	AA 30931	22.10.67	"
	Uotilan Puoti	AA 30935	3.11.67	"
	Prusin Reppuri	AA 30968	6.3.68	"
	Anttilan Reppu	AA 30980	11.4.68	"
	Taikinan Renki	AA 30983	21.4.68	"
Anttilan Jyrä AAA 27436	Sepänmäen Pura	AA 30595	8.4.67	"
	Eerolan Pali	AA 30777	17.5.67	"
	Kreivilän Pappa	AA 31090	21.12.67	"

Yhteensä 10 isäsonnia

44 poikaa

$\bar{x} = 4.4$  poikaa/isäsonni

Suomenkarja

Herkko 7609 V	Pellervo	12187 P	18.8.67	Salpausselkä
	Olvi	12936 P	5.2.66	Jalostuspalvelu
	Piina	13330 P	3.12.67	Salpausselkä
Tahto 8612 V	Kunto	12814	3.1.65	"
	Pelimanni	13142 P	23.3.67	"
	Piirto	13208 P	18.10.67	"
Ilon Älli 9721 V	Ole	12959	1.7.66	"
	Pyry	13107 P	15.1.67	"
	Pore	13108 P	28.1.67	Jalostuspalvelu
	Peira	13259 P	5.12.67	"
Erkka 10400 V	Puijari	13183 P	5.7.67	Salpausselkä
	Pirske	13199 P	7.10.67	"
	Puksu	13331	15.12.67	"
	Rahtu	13336 P	8.2.68	"
	Rento	13338P	9.3.68	"
Ismari 10951 V	Pommari	13262 P	25.12.67	Jalostuspalvelu
	Reimari	13337 P	6.2.68	Salpausselkä
Yhteensä 5 isäsonnia		17 poikaa	$\bar{x} = 3.4$ poikaa/isäsonni	

SIEMENEN OTTOKORTTI

N:o 2

Urkalan Omar; AA 30101

Sonnin nimi ja kk n:o

19... pv.	Klo	Siemenet sm <sup>3</sup>					Fotom. luku	Eisviit %	Liike eten./joukko	Laimennus		Pakkauk- se	Huomautukset, sairaudet, hoito, ruokinnin muutokset y.m.
		I	II	III	IV	V				aste	neste		
3/4	oampu (45/35)				3,5	14,3	75	3000 ++	1:2	L			
17/4	" (55/55) (3)				-	-	3050,70		-	-			
24/4	" 35/3				6,5	14,3	70,65	3000 ++	1:2	L			
2/5	" (45/25)				2,5	11,6	70	3000 ++	1:1,6	L			
8/5	" (3) 2/1				3	14,3	75	3006 sm <sup>3</sup>	1:2,3	L			
15/5	" 4/2/1				7	13,4	70	3000 ++	1:2	L			
22/5	" 4/3				7	15,2	70	3000 ++	1:2,5	L			
29/5	" (4) 4				4	12,7	70	3000 ++	1:1,7	L			
5/6	" 5/3/5				8		70,75	3000 sm <sup>3</sup>	1:2	L			
16/1/20							1969						
18/9	oampu (75/65)				-	-	65,70		-	-			
22/9	" 5/4				9	12,3	70	3000 ++	1:1,9	L			
25/9	" (3) (55)				-	-	65,65		-	-			
29/9	" 3/3,5				6,5	16,7	70	3000 ++	1:2,5	L			
2/10	" 6/1,5				7,5	16,7	70	3000 ++	1:2,6	L			
6/10	" 4/4,5				8,5	14,3	70,80	3000 ++	1:2,2	L			
9/10	" 3,5/2				5,5	16,7	80,80	3000 ++	1:2,5	L			
13/10	" 5/2				7	14,7	70,70	3000 ++	1:2,1	L			
16/10	" 5/5				10,0	12,3	80	3000 ++	1:2	L			





Muuntelulähde	Elävyys %		Määrityksiä kpl		Hyväksymis %		Elävyys keski- määrin %	
	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo
Regressio 1 ikä kk yli vuoden	1	19.284 <sup>xxxx</sup>	1	0.192	1	10.939 <sup>xxxx</sup>	1	40.028 <sup>xxxx</sup>
Regressio 2 ottokertoja/kk	1	488.616 <sup>xxxx</sup>	1	1032.130 <sup>xxxx</sup>	1	0.004	1	11.357 <sup>xxxx</sup>
Regressio 3 hyppykertoja/kk	1	3.397 <sup>x</sup>	1	9.299 <sup>xx</sup>	1	0.262	1	5.401 <sup>x</sup>
Luokka 1 isien välinen	9	4.685 <sup>xxxx</sup>	9	1.312	9	8.772 <sup>xxxx</sup>	9	8.221 <sup>xxxx</sup>
Nested luokka jälkeläisten väli- nen	34	5.184 <sup>xxxx</sup>	34	1.453 <sup>x</sup>	34	8.317 <sup>xxxx</sup>	34	7.176 <sup>xxxx</sup>
Virhe	413		413		413		413	
Kokonaismuuntelu	459		459		459		459	



Muuntelulähde	Elävyys %		Määrityksiä kpl		Hyväksymis %		Elävyys keski- määrin %	
	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo
Regressio 1 ikä kk yli vuoden	1	5.603 <sup>x</sup>	1	2.590	1	10.045 <sup>xxx</sup>	1	7.502 <sup>xxx</sup>
Regressio 2 ottokertoja/kk	1	28.058 <sup>xxxx</sup>	1	64.476 <sup>xxxx</sup>	1	0.008	1	0.689
Regressio 3 hyppykertoja/kk	1	2.472	1	1.944	1	0.466	1	1.292
Luokka 1 isien välinen	4	86.195 <sup>xxxx</sup>	4	140.284 <sup>xxxx</sup>	4	5.496 <sup>xxxx</sup>	4	3.519 <sup>xxx</sup>
Nested luokka jälkeläisten väli- nen	12	43.981 <sup>xxxx</sup>	12	88.869 <sup>xxxx</sup>	12	6.290 <sup>xxxx</sup>	12	5.180 <sup>xxxx</sup>
Virhe	148		148		148		148	
Kokonaismuuntelu	167		167		167		167	





Muuntelulähde	Fotometri- luku		Elävyys %		Hyväksymis %		Hyväksymis % ottokerta	
	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo	v.a	F-arvo
	Regressio 1 ottokertoja/v	1	1.939	1	0.157	1	1.239	1
Regressio 2 ottokertoja/kk	1	1.200	1	11.914 <sup>XX</sup>	1	0.053	1	0.001
Regressio 3 hyppykertoja/kk	1	2.686	1	14.319 <sup>XXXX</sup>	1	2.337	1	1.551
Luokka 1 rotujen välinen	1	1.681	1	0.207	1	0.367	1	0.135
Nested luokka sonnien välinen	13	1.464	13	0.921	13	1.354	13	1.205
Virhe	60		60		60		60	
Kokonaismuuntelu	77		77		77		77	

## 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 lysotsyymiaktiivisuudesta 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 lihakuuden 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 monisyntyä 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. Ravintohuolto 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. Lihanutakokeiden 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. Lihanutakokeiden tuloksia III, 26 s.
33. KALLIO, MARJA, 1979. Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen sonneilla. Laudaturtyö, 110 s.