

Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa

Kyllikki Lampinen
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1978

Julkaisijat:

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

POIKIMAVÄLI JA/TAI SIEMENNYSTEN MÄÄRÄ TIINEYTTÄ KOHTI LEH-
MIEN HEDELMÄLLISYYDEN MITTOINA SONNIEN JÄLKELÄISARVOSTELUSSA

Kyllikki Lampinen
Pro gradu -työ
1978

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

	Sivu
JOHDANTO.....	1
KIRJALLISUUSOSA.....	2
1. Hedelmällisyyden taloudellinen merkitys.....	2
2. Hedelmällisyyden mitat.....	8
2.1. Uroshedelmällisyys.....	8
2.2. Naarashedelmällisyyden mitat.....	9
2.2.1. Siemennysten määrä tiineyttä kohti.....	10
2.2.2 Poikimaväli ja sen osat.....	12
2.2.2.1. Poikimaväliin vaikuttavia tekijöitä ja poikimavälin periytyvyysarvioita.....	13
2.2.2.2. Tyhjäksi.....	17
2.2.2.3. Tiineyden pituus.....	22
2.2.2.4. Muita naarashedelmällisyyden mittoja....	24
3. Hedelmällisyys ja jälkeläisarvostelu.....	25
3.1. Sonnin jalostusarvon määrittäminen.....	25
3.2. Hedelmällisyysarvostelu Ruotsissa.....	28
3.3. Hedelmällisyysarvostelu Norjassa.....	32
3.4. Hedelmällisyysarvostelu Suomessa.....	33
4. Hedelmällisyyden vaihtelun syitä.....	34
4.1. Ympäristöstä johtuva stressi.....	34
4.2. Hoitoon liittyviä stressitekijöitä.....	35
4.3. Hedelmällisyys ja ruokinta.....	36
4.3.1. Energian yli- ja aliruokinnan vaikutus hedelmällisyyteen.....	36
4.3.2. Proteiiniruokinta ja hedelmällisyys.....	38
4.3.3. Rehun hienojakoisuuden vaikutus hedelmällisyyteen	39
4.3.4. Kivennäisaineet ja hedelmällisyys.....	39
4.3.5. Hivenaineet ja hedelmällisyys.....	41
OMAT TUTKIMUKSET	
1. Aineisto ja tutkimusmenetelmät.....	42
1.1. Tutkimusaineiston paiminta ja tutkitut ominaisuudet.....	42
1.2. Tilastolliset menetelmät.....	44

	Sivu
2. Tulokset.....	48
2.1. Alueen vaikutus.....	48
2.2. Poikimäkerran ja poikimakuukauden vaikutus.....	49
2.3. Karjan vaikutus.....	52
2.4. Vasikan sukupuoli.....	55
2.5. Lehmäkohtaiset tuotostiedot.....	55
2.5.1. Rasvaprosentin vaikutus.....	55
2.5.2. Rasvatuotoksen vaikutus.....	56
2.5.3. Maitotuotoksen vaikutus.....	58
2.6. Suhteellisen tuotoksen ja lehmän elopainon vaikutus..	59
2.7. Fenotyypiset ja geneettiset korrelaatiot.....	60
2.8. Periytyvyysarviot.....	61
2.9. Tulosten tarkastelua.....	62
3. Johtopäätöksiä.....	64
4. Yhteenveto.....	67
Kirjallisuusluettelo.....	69
Liitteet	

JOHDANTO

Lehmän hedelmällisyys ja maidontuotanto kuuluvat kiinteästi yhteen, onhan maidon tarkoitus alunperin ollut ravita syntyvää jälkeläistä. Näiden kahden ominaisuuden vuorovaikutuksista johtuen muutokset hedelmällisyydessä merkitsevät myös vaihteluita maidontuotannon taloudellisessa tuloksessa. Tämän takia ei tulisikaan laiminlyödä nautojen hedelmällisyysjalostuksen tutkimista ja toteuttamista, semminkin, kun uudistuvat tietokoneohjelmat ja laajentuva konekapasiteetti mahdollistavat tarvittavien laskelmien teon entistä paremmin.

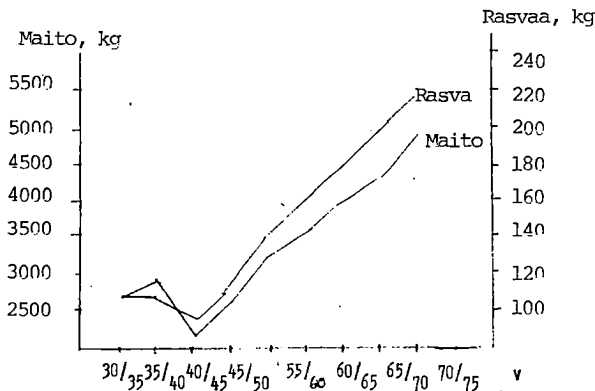
Lehmän hedelmällisyyttä tarkasteltaessa voidaan mittaominaisuudeksi ottaa useita tekijöitä: poikimaväli, siemennykset tiineyttä kohti, poikimisen ja ensimmäisen kiiman välinen aika, poikimisen ja ensimmäisen siemennyksen välinen jakso tai aika poikimisesta seuraavaan tiinehtymiseen. Sonnin hedelmällisyysominaisuuksista käytetyin on uusimattomuusprosentti. Hedelmällisyysominaisuuksia arvosteltaessa on huomattava, että saavutetuista alhaisista periytyvyysasteista johtuen on käytettävä jälkeläisarvostelun tarjoamia mahdollisuuksia. Tällöin käytetyn mitan tulee olla sellainen, että se voidaan mitata pidentämättä sonnien jälkeläisarvosteluaikaa, ja että sen mittaaminen ei vaadi mitään erityistoimenpiteitä. Lisäksi tietojen rekisteröinti tulisi pystyä tekemään hedelmällisyyden kannalta mahdollisimman valikoitumattomasta aineistosta.

Tämän työn tarkoituksena on ollut tutkia, kuinka siemennysten luku tiineyttä kohti ja poikimaväli, ts. aika yksilöllä päivissä kahden peräkkäisen poikimisen välillä, soveltuisivat käytettäviksi lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelua ajatellen.

KIRJALLISUUSOSA

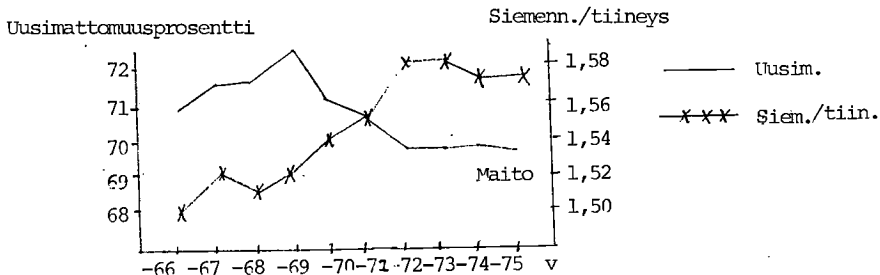
1. HEDELMÄLLISYYDEN TALOUDELLINEN MERKITYS

Biologiselta kannalta katsottuna lisääntyminen on maidontuotannon edellytys. Lisääntyminen sinänsä ei ole sellainen tuotanto-ominaisuus, jonka markkinahinta olisi suoraa määrättävissä, mutta se vaikuttaa välillisesti maidontuotannon kannattavuuteen.



Piirros 1. Maito- ja rasvatuotoksen kehitys karjantarkkailutiloilla, keskimäärin lehmää kohti vuodessa. (Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta, Maatilahallituksen tiedonantoja No 386).

Nautakarjan jalostuksen, lehmien ruokinnan ja hoidon kehityksen myötä saavutetut tuotokset ovat nousseet (piirros 1), mutta samaan aikaan on hedelmällisyydessä, mitattuna uusimattomuusprosenttina ja tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määränä, tapahtunut epäsuotuisaa kehitystä (piirros 2). Vastaava kehitys hedelmällisyysominaisuuksissa on todettu myös Norjassa (ØDEGÅRD ja FILSETH, 1973). Tutkijat päätyivät oletamaan, ettei tapahtunut lasku johdu perinnöllisestä heikkenemisestä. Päätelmänsä he perustelivat sillä, että harjoitetun hedelmällisyysjalostuksen vaikutus on jäänyt vähäiseksi johtuen jalostettavien ominaisuuksien pienistä heritabiliteeteista ja saatujen tietojen vähäisyydestä. Li-



Piirros 2. Uusimattomuusprosentin ja tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määrän kehitys. (Keinosiemennysyhdistysten Liiton vuosikertomukset 1966-1975).

säksi näin saavutettu edistyminen lienee ollut positiivinen. Toisena vaikuttavana tekijänä tutkijat mainitsevat, että hedelmällisyys- ja tuotanto-ominaisuuksien välillä on todettu vain vähäinen perinnöllinen vuoro-suhte. Kolmanneksi ØDEGÅRD ja FILSETH toteavat, että uusimattomuusprosentin laskuun on vaikuttanut lehmien 100 prosenttinen keinosiementäminen, jolloin kaikki uusimmat tulevat näkyviin.

CASSOU (1976) on laskenut, että Ranskassa uusimattomuusprosentin laskeminen 70 %:sta 69 %:iin merkitsee maidontuotannossa tappiointa 4,02 frangia lehmää kohti. Taloudellista tappiota lisää vielä lisääntyneiden siemennyskustannusten osuus, n. 1 frangi lehmää kohti (taulukko 1).

Taulukko 1. Uusimattomuusprosentin laskun vaikutus taloudelliseen tulokseen (CASSOU, 1976).

Lähtökohdana 70 %:n suuruinen 60-90 päivän uusimattomuusprosentti.

Pudotus	Tot. tappio lehmää kohti vuodessa, frangia
1 %	4,82
5	24,74
10	51,00

PHILIPSSON, JANSSON ja BRÄNNÄNG (1975) totesivat, että prosenttiyksikön nousu 56 päivän uusimattomuusprosentissa merkitsi taloudellisen tuloksen paranemista 6,27 tai 3,77 kruunulla. Edellinen arvo saavutettiin, kun lähtötasona tarkasteltiin väliä 55-65 % ja jälkimmäinen arvo, kun lähtötaso oli 65-75 %.

FIMLAND (1974) tutkimuksessaan päätyi tulokseen, jonka mukaan uusimattomuusprosentin lasku 67 %:sta 66 %:iin merkitsi joko 5 tai 6,50 kyyneen

tappiota lehmää kohti; tulos riippui siitä karsittiinko lehmät tiinehtymättöminä neljännen vai kolmannen epäonnistuneen siemennyksen jälkeen.

JANSONin (1977) mukaan prosenttiyksikön parannus tiineystuloksissa merkitsi Ruotsissa 5-6 miljoonan kruunun vuosittaista säästöä.

LINDSTRÖMin (1978) laskelmien mukaan on ei-uusintatuloksen yhden prosenttiyksikön muutos noin 750 000 mk:n arvoinen vuodessa Suomen nykyisellä lehmäkannalla.

Taloudellisesti edullisimpana voidaan pitää lehmää, jonka tuotos on korkea, joka tuottaa vasikan vuodessa ja on lisäksi kestävä ts. pitkäikäinen. Lehmien hedelmällisyydessä havaitut häiriöt aiheuttavat taloudellisia tappioita joko tuotannossa tapahtuneiden muutosten kautta tai eläimen käyttöiän lyhenemisen myötä. Tiedot mahouden takia karjasta poistettujen lehmien osuudesta vaihtelevat kirjallisuudessa 4 %:sta 40 %:iin, jopa ylikin (JOHANSSON ja ANDERSON, 1945; ZORNIK, 1955; BIRKER, 1963; MALJALA, 1964; FOSGATE, 1965). Suuret vaihtelut johtunevat siitä, että huonontuneen hedelmällisyyden vuoksi poistetut lehmät merkitään ilmoittajan subjektiivisen käsityksen mukaan joko poistoluokkaan 'maho' tai sitten poiston syyksi ilmoitetaan esim. alentunut tuotanto. Mahouden ja hedelmällisyshäiriöiden takia poistettujen lehmien osuus kaikista poistoista rodullisesti Suomessa oli vuosina 1970-1974 taulukon 2 mukainen.

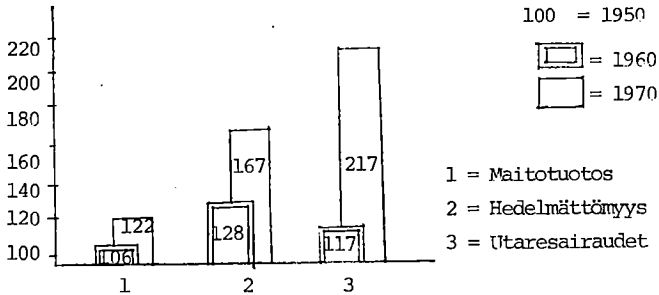
Taulukko 2. Mahous ja hedelmällisyshäiriöt poistojen syynä Suomessa (Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta. Maatilahlituksen tiedonantoja).

Vuosi	Ay	Sk	Fr	Yht.
70-71	16,2	18,7	21,8	16,9
71-72	16,8	20,0	29,6	17,8
72-73	16,1	18,4	27,7	16,9
73-74	16,7	19,3	25,4	17,6

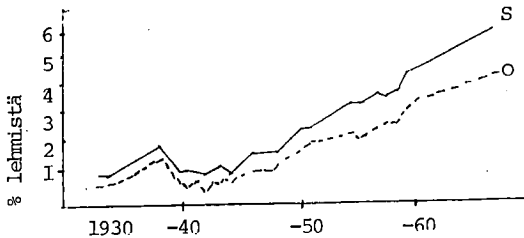
Tutkiessaan maidontuotannon suhteellista kehitystä 1950-luvulta sekä hedelmättömyyden ja utaresairauksien takia tapahtuneiden poistojen kehitystä samalta ajalta SOMMER ja KOWERTZ (1975) päätyivät piirroksen 3 osoittamaan tulokseen. Tutkitussa aineistossa hedelmättömyyden, utaresairauksien, aineenvaihduntasairauksien ja sorkkavikojen vuoksi poistettujen osuus oli yhteensä yli 40 prosenttia kaikista tapahtuneista poistoista.

Paitsi suurta poisto-osuutta ja tätä kautta lisääntyneitä karjan uudistuskustannuksia, aiheuttavat hedelmällisyshäiriöt lisääntyneitä eläin-

lääkintäkustannuksia kasvavina steriliteetin ja sukuelinsairauksien hoitotapausten määrinä (piirros 4).



Piirros 3. Maidon keskituotoksen sekä hedelmättömyyden ja utaresairauksien takia tapahtuneiden poistojen suhteellinen kasvu (SOMMER ja KOWERTZ, 1975).



Piirros 4. Steriliteetin (S) ja sukuelinsairauksien (O) hoitomäärät Suomen nautakarjapopulaatiossa (MAIJALA, 1976).

Hedelmällisyshäiriöt aiheuttavat alentuneen tiinehtymisen myötä yksilön kahden peräkkäisen poikimisen välin pidentymisen ja tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrän nousun. Tästä seuraa myös keinosiemennyskustannusten nousu yksilöä kohti.

Poikimavälin pidentyessä on tuotetun maitomäärän todettu lisääntyvän, mutta aikayksikköä kohti laskettuna tuotos alenee. Poikimavälin ja sen osien pituuksien muutosten vaikutuksesta tuotantoon ja saavutettuun taoudelliseen tulokseen on kirjallisuudessa löydettävissä runsaasti tutkimuksia. Luuminen aiheuttaa keskeneräisessä lypsykauden tuotoksessa 5 %:n

laskun ja seuraavassa lasku on jopa 30 %, näiden kahden tuotoksen yhteismäärässä todettu lasku oli 12-14 %. Luominen heikensi uudelleen tiinehtymistä ja tästä johtuen poikimaväli piteni luomisen jälkeen 5-10 %. Pidentyneen poikimavälin aiheuttama lasku päivittäisessä maidontuotannossa korvautui osittain, muttei täydellisesti, seuraavan laktaation aikana (JOHANSSON ja ANDERSON, 1945).

Lehmillä, joilla poikimaväli oli yli 15 kuukautta, keskimääräinen suhteellinen maitotuotos oli 10 % alempi kuin muilla lehmillä (MAIJALA, 1964).

Jokainen 100 kg:n lisäys 100 päivän FCM-tuotoksessa merkitsi poikimisen ja seuraavan tiinehtymisen välisen ajan lisääntymistä 1,6 päivää, tutkija ei kuitenkaan pitänyt tapahtunutta lisäystä taloudellisesti merkittävänä (LOHR, 1966).

Jokainen lisäpäivä jaksossa poikimisesta tiinehtymiseen vähentää maidontuotantoa 2,4 kg ja rasvantuotantoa 0,112 kg. Havaitun muutoksen suuruus oli riippuvainen siitä, mitä poikimakertaa tarkasteltiin. Ensimmäisen laktaation aikana päivän lisäys mainitussa välissä lisäsi maitotuotosta 1,16 kg, toisessa ja kolmannessa laktaatiiossa tapahtui tuotoksen laskua vastaavasti 3,58 tai 3,68 kg. Huomioiden saatujen vasikoiden määrän alenemisen ja tappiot maidontuotannossa merkitsi päivän lisäys poikimisen ja tiinehtymisen välisessä ajassa tutkijoiden mukaan 25-70 sentin tappiota (LOUCA ja LEGATES, 1967).

Jokainen päivä, jonka poikimisen ja tiinehtymisen välinen aika ylittää 83 pv, maksaa 15 frangia lehmää kohti (CASSOU, 1976).

FIMLANDin (1974) mukaan päivän lisäys poikimisesta seuraavaan tiinehtymiseen kuluneessa ajassa merkitsee maitotuotoksen laskun ja siemennyskustannusten nousun myötä 2,48 kruunun häviötä vuotta ja lehmää kohti.

Saksassa suoritetussa tutkimuksessa ZEDDIES (1977) toteaa, että laskelmassa noudatetun hinta- ja kustannustilanteen vallitessa oli optimaalinen poikimavälin pituus 335-365 päivää. Tutkittavana ajankohtana poikimavälin pituus Länsi-Saksassa oli 380 päivää. Poikkeama laskelmassa saadusta optimiarvosta merkitsi tutkijan mukaan 120 miljoonan Dmk:n tappiota vuodessa. Samassa tutkimuksessa todettiin, että poikimavälin piteneminen 12 kk:sta 13 kuukauteen lisäsi 305 päivän tuotosta 94 kg FCM, poikimavälin jatkumisen yli 15 kuukauden pituiseksi ei enää havaittu vaikuttavan lisäävästi saavutettuun maitotuotokseen. Pidentyneen poikimavälin

myötä syntyneiden vasikoiden määrä aleni ja tätä kautta pienenivät jälkeläisten valintamahdollisuudet.

GILL & ALLAIRE (1975) saavuttivat parhaat taloudelliset tulokset laskelmissaan lehimillä, jotka olivat ensi kertaa poikiessaan 25 kuukauden ikäisiä, aika poikimisesta seuraavaan tiinehtymiseen oli 124 päivää ja umnessaoloaika oli 42 päivää.

Tiineyden pituuden lisääntyessä yhdellä päivällä lisääntyivät FCM- ja rasvatuotos vastaavasti 8,2 lb ja 0,3 lb, saavutetut regressiot olivat erittäin merkitseviä. Vaihtelusta rasva-, maito- ja FCM-tuotoksessa saatiin tutkimuksessa tiineydestä johtuvaksi vastaavasti 7,8 %, 6,2 % ja 7,3 %, ts. vaikutus oli voimakkainta rasvatuotokseen (LEE, FOSGATE ja CARMON, 1960).

Umnessaoloajan pituus sekä poikimisen ja seuraavan tiinehtymisen välisen jakson pituus selittivät maidontuotannossa havaitusta vaihtelusta vastaavasti 4,8 % ja 4,5 % (WILTON, BURNSIDE ja RENNIE, 1967).

ILLEVIN ja GEORGIEVIN (1975) mukaan tuotoksen menetys jokaista päivää kohti, jonka poikimaväli ylittää 365 päivää, on taulukon 3 mukainen.

Taulukko 3. Maitotuotoksen menetys litroissa lisääntyvää poikimavälin päivää kohti (ILLEV ja GEORGIEV, 1975).

Poikimaväli	Tuotostaso 2400-3000	Tuotostaso 4800-5400
366-395	0,18	0,30
396-425	0,56	0,90
426-455	0,76	1,40
456-485	0,99	1,50
yli 486	1,51	2,80

Liitteessä III on piirroksena esitetty naudan hedelmällisyyteen ja maidontuotantoon vaikuttavat moninaiset tekijät CHABCHOUBIN (1974) mukaan.

2. HEDELMÄLLISYYDEN MITAT

2.1. Uroshedelmällisyys

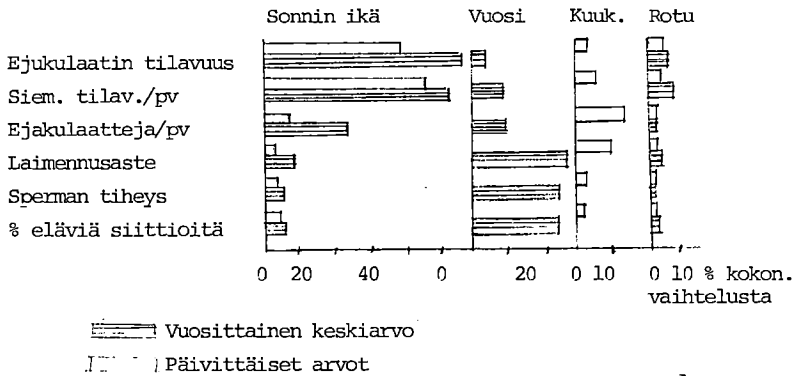
Sonnien hedelmällisyysjalostuksen päämääränä on parantaa sonnien ominaisuutta tuottaa spermaa, jolla siemennettäessä saavutetaan hyvä tiinehtyvyyystulos. Tähän päästään mm. seuraavilla toimenpiteillä (FIMLAND, 1974).

1. Kasvatusasemilla tehdään kromosomitutkimukset kromosomitranslokaation varalta, kaikki todetut tapaukset karsitaan.
2. Sukuelinten epänormaalisuuksia omaavat eläimet poistetaan.
3. Sperman laatu ja pakastusominaisuudet tutkitaan systemaattisesti.
4. Sonnin ja sen poikaryhmien sukuelimet tarkastetaan teurastuksen jälkeen mahdollisten anatomisten epänormaalisuuksien havaitsemiseksi.
5. Alhaisen uusimattomuusprosentin omaavat sonnit poistetaan ja lasketaan keinosiemennystilastojen perusteella sperman tiinehdyttämismäärisyyden jalostusarvo, joka sisällytetään sonnin jalostuspisteisiin.

Tutkimuksessaan FIMLAND ym. (1974) toteavat, että hedelmällisyysominaisuuksia jalostettaessa saavutettu geneettinen edistyminen vuotta kohti on vähäinen. Kohdistamalla jalostus uusimattomuusprosenttiin, saataisiin sen arvo 10-15 vuodessa kohoamaan yhden prosenttiyksikön verran. Painotettaessa jalostusindeksissä maito- ja uusimattomuusprosentin jalostusta suhteessa 7:1, saavutettaisiin yhden prosenttiyksikön nousu viimeksimainitussa 15-25 vuodessa (FIMLAND, 1976).

Iän, vuoden, kuukauden ja rodun vaikutuksesta sonnin spermantuotanto-ominaisuuksiin antaa kuvan piirros 5. Iän vaikutus siemenen määrään on huomattavasti suurempi kuin sen vaikutus sperman laatuun. Iän kasvaessa tuotetun sperman määrä kasvaa. Vuoden merkitys spermantuotannossa on edellisen muuttujan kanssa päinvastainen (MALJALA, 1969).

Useiden tutkijoiden mukaan sonnin uusimattomuusprosentissa tapahtuu sonnin iän lisääntyessä laskua (MALJALA, 1974 ja COLLINS ym. 1962). STOCKER (1976) totesi tutkimuksissaan vuoden ja vuodenajan vaikuttavan 30-60 päivän uusimattomuusprosenttiin erittäin merkittävästi. SCHMIDIN (1974) tutkimuksissa todettiin merkittävä negatiivinen korrelaatio uusimattomuusprosentin ja huonon laadun vuoksi hyljättyjen ejakulaattien määrän välillä.



Piirros 5. Eräiden systemaattisten tekijöiden suhteellinen merkitys sientuotanto-ominaisuuksien vaihtelussa keinosiemennyssonneilla (MAIJALA, 1969).

Sonnien yksilöarvostelua hedelmällisyysominaisuuksien suhteen vaikeuttaa se, että sperman laadun arvioinnissa ei käytetä yhteisesti sovitun tarkkoja kriteereitä, vaan sperma-annoksen hyväksymis- tai hylkäämisperusteet kehittyvät kullekin arvostelijalle kokemuksen myötä. Hylkäisperusteet saattavat vaihdella jopa sonneittainkin; paremman sonnin spermasta käytetään hyväksi annoksia, jotka joltain toiselta sonnilta olisi hylätty. Sperman laadun käyttökelpoisimpina mittoina tulevat kyseeseen tiheys ja elävien siittiöiden määrä. Näiden mittojen periytyvyyden on tutkimuksissa todettu olevan samaa luokkaa kuin uusinattomuusprosentinkin (taulukko 4).

Taulukko 4. Uusinattomuusprosentin periytyvyysarvioita eri tutkimuksista.

h^2	rotu	tutkijat
0,10	G. Simmental	SCHMID, 1974
0,20	G. Yellow	SCHMID, 1974
0,27		GAUNT ym. 1976
0,18	Ay + Sk	MAIJALA, 1969

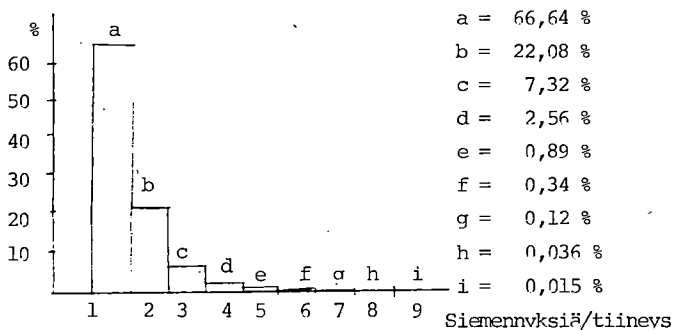
2.2. Naarashedelmällisyyden mitat

Jotta hedelmällisyyttä voitaisiin tutkia, on eri ominaisuuksia pystyttävä mittaamaan. Periaatteessa voitaisiin käyttää mitä tahansa yhteisesti so-

vittua hedelmällisyyden mittaustapaa, mutta olisi toivottavaa, että käytetty mitta olisi iatkuvasti muunteleva ja normaalisti jakautuva.

2.2.1. Siemennysten määrä tiineyttä kohti

Siemennysten määrä tiineyttä kohti käytetään melko yleisenä lehmän hedelmällisyyden mittana. Mitan etuna voidaan pitää sitä, että se on mitattavissa jo hiehoilta, kun esim. poikimaväli voidaan laskea eläimille, jotka ovat poikineet vähintään kahdesti. Tarvittavien siemennysten määrään ei vaikuta poikimisen jälkeisen ensimmäisen siemennyksen siirtyminen, tapahtuipa se sitten tahallisesti poikima-ajan siirtämistarkoituksessa tai tahattomasti. Mitan haittapuoli on se, että hyväksikäytettävien tilastojen ulkopuolelle jäävät sterilit hiehot, ja lehmät, joita ei saada enää poikimisen jälkeen kantaviksi. Tilastollisena haittana on mitan yksipuolinen jakauma (piirros 6).



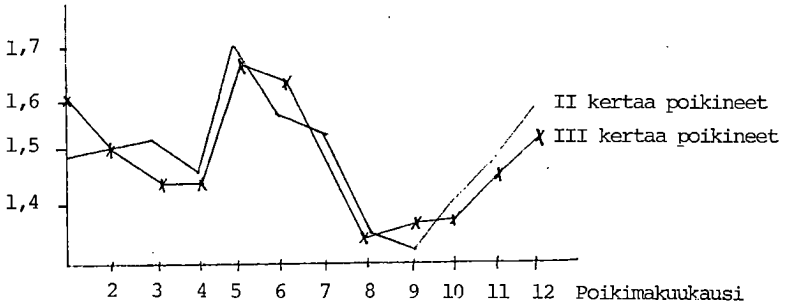
Piirros 6. Tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määrän jakauma Ay-sonnien 3-6 vuotiailla tyttärillä tarkkailuvuonna 1956/57 (MAIJALA, 1964).

Tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrään ei lehmän iällä ole todettu olevan vaikutusta, kun sen sijaan sukuelinten sairauksien, vuodenajan ja ajan poikimisesta todettiin vaikuttavan tähän lehmien hedelmällisyyden mittaan (BRANTON ym. 1956). POU ym. (1953) eivät tutkimuksessaan havainneet vuodenajasta johtuvaa vaihtelua siemennysten määrässä tiineyttä kohti.

MAIJALAN (1974) tutkimuksissa saavutettiin paras tulos tällä mitalla leh-

mien poikimakuukauden ollessa elo-lokakuu (piirros 7).

Siemenn./tiin.



Piirros 7. Poikimakuukauden vaikutus siemennyksiin tiineyttä kohti (MAIJALA 1974).

Lehmärotujen välisiä eroja tiineyteen tarvittavien siemennysten määrässä ovat osoittaneet useat tutkijat (BOYD ym. 1954; ANDERSEN ja NIELSEN, 1968; POU ym. 1973; CARMONA ja MUNOZ, 1966). STOLZMANN ja KALINOWSKA (1976) vertasivat kymmentä eri friisiläislinjaa ja totesivat, että linjat eivät tiinehtymisessä poikenneet toisistaan, mutta tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrässä havaittiin eroja, israelilaisella linjalla luku oli korkein.

Maidontuotannon ja tiineyteen tarvittavien siemennysten määrän välillä BOYD ym. (1961) totesivat korrelaation $-0,04$, joka ei ole tilastollisesti merkitsevä. ANDERSEN ja NIELSEN (1968) saivat vastaavaksi korrelaatioksi aineistostaan $-0,114$. VAREJEKO (1974) ei tutkimuksessaan todennut mainittua yhteyttä. Suhteellisen maitotuotoksen nousun myötä nousee myös tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrä (DANNEBERG, 1967) (taulukko 5).

Taulukko 5. Suhteellinen maitotuotos ja tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrä (DANNEBERG, 1967).

Suht. tuotos	2 kertaa poikineet	Suht. tuotos	Yli 2 kertaa poikineet
60 %	1,3	60 %	1,8
130	1,9	150	2,4

Tiineyteen tarvittavien siemennysten määrä on suurin ensimmäisen laktation aikana ts. ensimmäisen poikimisen jälkeen (BEZALEL, 1964). Yksin syntyneiden vasikoiden hedelmällisyys on kaksosvasikoita parempi (PICHLER, 1973), mittauna käytettiin tiinehtymistä ensimmäisestä siemennyksestä

mahouden vuoksi poistettujen määrää ja tiineyteen tarvittavien siemennysten lukua. Mitä useampi siemennys tarvitaan tiineyttä kohti, sitä enemmän kiimakierron pituus vaihtelee normaalista 18-24 vuorokaudesta (TIEMANN, 1960). Syynä tähän tulokseen on lisääntynyt sikiökuolemien määrä.

Kirjallisuudessa tavataan runsaasti periytyvyysarvioita tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrälle, arviot vaihtelevat välillä 0,01-0,10 (0,03 LEGATES, 1954; 0,097 BRANTON, ym. 1956; 0,02 PFAU, 1957; 0,010-0,026 JANSON, 1976; 0,04 EVERETT, ym. 1966; 0,06 CARENZI, ym. 1974; 0,02 MALJALA, 1964).

2.2.2. Poikimaväli ja sen osat

Poikimaväliksi kutsutaan yksilöllä kahden peräkkäisen poikimisen välistä aikaa, joka ilmoitetaan joko kuukausina tai päivinä. Poikimavälin pituus on helppo määrittää tarkasti, mitan muuntelu on jatkuvaa. Muuntelun jatkuvuudessa saavutetusta edusta menetetään kuitenkin osa johtuen jakauman vinoudesta. Poikimavälin etu on myös se, että siihen vaikuttavat lähes kaikki hedelmällisyshäiriöitä aiheuttavat tekijät. Tämä ominaisuus on samalla myös haitta, sillä poikimaväliin vaikuttaa näin myös esim. karjanhoitajan tarkkuus kiimakontrollissa ja pyrkimys saada lehmät poikimaan tiettyyn aikaan vuodesta. Suurimpana haittana käytettäessä poikimaväliä hedelmällisyysmittana on sen aineistoa karsiva luonne. Koska poikimaväli voidaan laskea vasta kahden poikimisen jälkeen, ovat aineistosta karsiutuneet tiinehtymättömät hiehot ja kaikki vain kerran poikineet lehmät. Jälkeläisarvostelua ajatellen on täten tapahtunut epätoivottavaa valintaa.

Poikimavälin ohella on kirjallisuudessa tarkasteltu myös seuraavia neljää jaksoa:

1. Aika poikimisesta ensimmäiseen kiimaan.
2. Aika poikimisesta ensimmäiseen siemennykseen.
3. Aika poikimisesta seuraavaan tiinehtymiseen.
4. Tiineyden kesto.

Kaikki tekijät, jotka vaikuttavat johonkin näistä osista, vaikuttavat myös koko poikimaväliin. Poikimisten jälkeisten ovulaatioiden yhteydessä todettu suuri hiljaisten kiimojen määrä (taulukko 6) vaikeuttaa kiima-

tarkkailua (SKJERVOLD, 1977). Vaikeus todeta kiima myöhästyttää ensimmäistä poikimisen jälkeistä siemennystä. PELISSIER (1972) pitää myöhästyntä ensimmäistä siemennystä pitkän laktaation tai pitkän umnessaolon pääsyynä, pitkästä laktaatiosta puolestaan seuraa pitkä poikimaväli. Heikentyneet kiiman ulkoiset oireet vaikkeuttavat oikean siemennysajankohdan valitsemista ja heikentävät näin tiinehtymistä ensimmäisestä siemennyksestä. WHITMORE ym. (1976) pitivät poikimavälin pidentymisen tärkeimpänä syynä huonontunutta tiinehtyvyyttä ensimmäisestä siemennyksestä, SKJERVOLDin (1977) mielestä poikimavälin pitenemisen perussyy on huonontunut kiimatarckkailu.

Taulukko 6. Hiljaisten kiimojen osuus ensimmäisissä ovulaatioissa poikimisen jälkeen (SKJERVOLD, 1977).

Ovulaatio poikimisesta	% lehmistä		Päiviä poikimisesta
	Hiljainen kiima	Selvä kiima	
1.	77	23	39
2.	54	46	
3.	36	64	

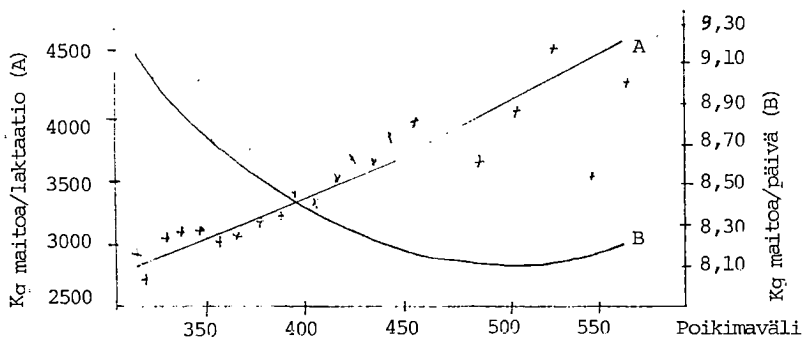
Useissa tutkimuksissa sijoittuu 70-80 % lehmistä poikimaväliin alle 400 päivää (CROWLEY, ym. 1967; OLDS ja COOPER, 1970). Poikimavälin optimipituudeksi taloudellisessa mielessä ja lehmän fysiologiaa ajatellen ovat monet tutkijat maininneet 365 päivää (SKJERVOLD, 1977; ALPS, ym. 1973; SPEICHER ja MEADOWS, 1967).

2.2.2.1. Poikimaväliin vaikuttavia tekijöitä ja poikimavälin periytyvyysaste-arvioita

Poikimavälin pidetessä kokonaistuotanto laktaation aikana nousee, mutta aikayksikköä kohti laskettuna tuotettu maitomäärä alenee (piirros 8) (JOHANSSON, 1947).

Pitkä poikimaväli suosii korkeaa 365 päivän tuotosta, mutta lyhyt poikimaväli parantaa elinikäistä tuotosta (GAINES ja PALFREY, 1931). Poikimavälin pidentyminen päivällä välillä 335-365 päivää lisää maidontuotantoa 7,44 - 7,03 kg. Kun poikimaväli jatkuu yli 365 päivän mittaiseksi, alenee saavutettu maidontuotannon lisäys voimakkaasti, niin että ylitetäessä 426 päivän raja on lisäys enää 0,84 kg maitoa (ALPS ym. 1973).

VAREJEKO (1974) ei aineistossaan todennut poikimavälin pituuden ja mai-



Piirros 8. Poikimavälin ja samalta jaksolta olevan maidontuotannon yhteys (JOHANSSON, 1947).

dontotuotannolla olevan merkitsevää korrelaatiota. Tuotoksen ja hedelmällisyyden välillä tutkimuksessa oli heikko negatiivinen yhteys.

SAVELI ja TAMMARU (1976) saivat tuloksen, jonka mukaan poikimavälin piteneminen vaikuttaa lähes yhtä voimakkaasti koko vuoden tuotokseen kuin 300 päivän tuotokseenkin, yhteys oli positiivinen.

Tuotannon lisäksi useat tutkijat ovat todenneet vuodenajan ja poikimakerän vaikuttavan poikimavälin pituuteen (MATSOUKAS ym., 1975; SCHALLES ym., 1967). Lukuisat tutkijat toteavat yhtäpitävästi, että ensimmäinen poikimaväli on pisin (HÄUSSERMANN, 1952; ØDEGÅRD, 1965; EL-SHEIKH ym., 1962; ELLEBY, 1974; HANSEN, 1977b). Poikimakuukauden merkitsevä vaikutus poikimavälin pituuteen on myös todettu muutamassa tutkimuksessa (ØDEGÅRD, 1965; SCHALLES ym., 1967; POSTON ym., 1961; MAIJALA, 1974).

FRIISJAKOBSEN (1962) sai tutkimuksessaan tuloksen, jonka mukaan huhti-heinäkuussa poikineista 65,6 % poiki uudelleen alle 365 päivän kuluttua edellisestä poikimisesta. Maalis-, elo- ja syyskuussa poikineista vastaava luku oli 52,3 % ja loka-, helmikuussa poikineista vain 36,3 % poiki uudelleen alle vuoden kuluttua edellisestä poikimisesta. Vastaavilla jaksoilla yli 425 päivän poikimavälejä esiintyi 7,9 %:lla, 11,1 %:lla ja 17,5 %:lla lehmistä.

ELLEBYN (1974) mukaan kevät- ja kesäpoikivilla poikimaväli on 12 kk, elo-, syyskuussa poikivilla hienan pitempi ja talvella poikivilla poikimaväli on pisin, marraskuussa yli 13 kk. Tutkimuksessaan ELLEBY totesi lisäksi,

että talvipoikivilla hiehoilla ensimmäisen lypsykauden tuotos vastaa suunnilleen rodun keskiarvoa. Koska poikimaväli on suhteellisen pitkä, siirtyy poikiminen kevätkaudelle ja tästä johtuen myöhempien lypsykausien tuotos jää hiukan keskitason alapuolelle. Vasikkakuolleisuus on talvella poikivilla ELLEBYn mukaan korkea. Keväällä poikivien lehmien tuotokset jäävät tutkijan mukaan 10-15 % heikommiksi kuin syyspoikivilla; kevätpoikivilla poikimaväli on melko lyhyt. Syyspoikivien tuotokset ovat 2-3 % rotukeskiarvon yläpuolella, poikimaväli on 10-15 päivää yli 12 kk, vasikkakuolleisuus on tässä ryhmässä alhaisin. Marras- ja joulukuussa poikivilla, varsinkin hiehoilla, poikimaväli on pitkä ja vasikkakuolleisuus korkea (ELLEBY, 1974).

MATSOUKAS ja FARIEHILD (1975) totesivat tutkimuksissaan vuosien välisiä eroja poikimavälin pituuksissa, poikimakuukausi ei sensijaan osoittautunut merkittäväksi tekijäksi.

LEWIS ja HORWOOD (1950) sekä SCHALLES ja MARLOWE (1967) ovat tutkimuksissaan havainneet lehmän iällä olevan vaikutusta poikimavälin pituuteen. SKJERVOLDin (1977) tulosten mukaan lyhin poikimaväli on ollut niillä lehmillä, joiden ikä ensi kerran poikiessa on ollut välillä 24-27 kk.

Lehmän kehon mitoilla ei ole todettu olevan yhteyttä poikimavälin pituuteen (GRAVERT ja DEKKER, 1969). Kaksosten syntymän totesi ECEMIS (1957) lyhentävän kahden peräkkäisen poikimisen väliä 35 päivää. Eri lehmäroduilla todettuja poikimavälin pituuksia on esitetty taulukkona liitteessä 1.

Poikimavälille lasketut periytyvyysastearviot (taulukko 7) vaihtelevat välillä 0-0,24. MAIJALA (1974) ilmoitti tutkimuksessaan kirjallisuudesta poimimiansa periytyvyysasteiden painotettuna keskiarvona $h^2 = 0,020$, toistuvuuden arvoksi saatiin 0,13.

HANSENin (1977b) tutkimuksessa periytyvyysarviot poikimavälille on laskettu hiehoilla mallilla:

$$y_{ijk} = \mu + cm_1 + b_1(x_{1ijk} - \bar{x}_1) + b_2(x_{2ijk} - \bar{x}_2) + s_j + e_{ijk}, \text{ jossa}$$

y_{ijk} = poikimaväli yksittäisellä lehmällä

$$\mu = \bar{x}$$

cm_1 = i:nnen poikimakuukauden vaikutus

x_1 = poikimaikä kuukausina

x_2 = karjan keskim. rasvan vuosituotos, kg

s_j = j:nnen isän vaikutus

e_{ijk} = virhetermi

Taulukko 7. Poikimavälin periytyvyysarvioita eri tutkijoiden tuloksista. Arviointimenetelminä joko isänpuoleiset puolisisaret tai emä-tytär-regressio (PS, ET).

h^2	Toistuvuus	Menetelmä	Tutkijat	Ko. rotu
0,12		PS	CARENZI ym., 1974	
0		PS	DUNBAR ym., 1953	
0,08	-0,12	PS	EVERETT ym., 1966	Holstein
0,10	-0,13	PS	EVERETT ym., 1966	Guernsey
0,05			ØDEGÅRD, 1965	RDM
0,08	0,03		ZAVERTYAEV ym., 1975	
0,14			STEPANENKO ym., 1975	Hereford
0,03	0,02		SCHALLES ym., 1967	Aberdeen Agnus
0,02-0,04		ET	MILLER ym., 1966	Holstein
0,10	0,16		MAJUNDER ym., 1974	Tharparkar
0	0,13	ET	LEGATES, 1957	Useita
0,28	0,42	ET	JOHAR ym., 1967	Sahiwal
0,096		PS	HANSEN, 1977b	RDM
0,03		PS	HANSEN, 1977b	SDM, DJ

HANSENin (1977b) tutkimuksessa saadut geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot poikimavälin ja 305 päivän maito- ja rasvatuotoksille on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Geneettiset korrelaatiot (alacolmio) ja fenotyypiset korrelaatiot (yläkolmio) ensimmäisen poikimavälin ja 305 päivän maito- ja rasvatuotosten välillä (HANSEN, 1977b).

	Poikimaväli (1)	Maito (2)	Rasva (3)
RDM		0,19	0,15
(1) SDM		0,16	0,14
DJ		0,16	0,16
RDM	0,70+0,06		0,93
(2) SDM	0,67+0,14		0,94
DJ	-0,19+0,22		0,93
RDM	0,77+0,06	0,78+0,03	
(3) SDM	0,66+0,15	0,85+0,02	
DJ	-0,21+0,24	0,71+0,06	

Taulukossa 9 on puolestaan HANSENin (1977b) tutkimuksessaan toteamat fenotyypiset ja genotyypiset korrelaatiot sonnien 30-60 päivän uusi-

mattomuusprosentin ja tyttärten poikimavälin suhteen. Geneettisiä korrelaatioita laskettaessa on oletettu 200 siemennystä sonnia kohti ($h^2 = 0,03$) ja 100 poikimaväliä ryhmässään ($h^2 = 0,10$ RDM, $h^2 = 0,03$ SDM ja DJ).

Taulukko 9. Sonnin 30-60 päivän uusimattomuusprosentin ja tyttärten poikimavälin keskinäinen yhteys (HANSEN, 1977b).

Rotu	Fenotyyppinen	Geneettinen
RDM	-0,17	-0,30
SDM	-0,16	-0,35
DJ	0,10	0,20

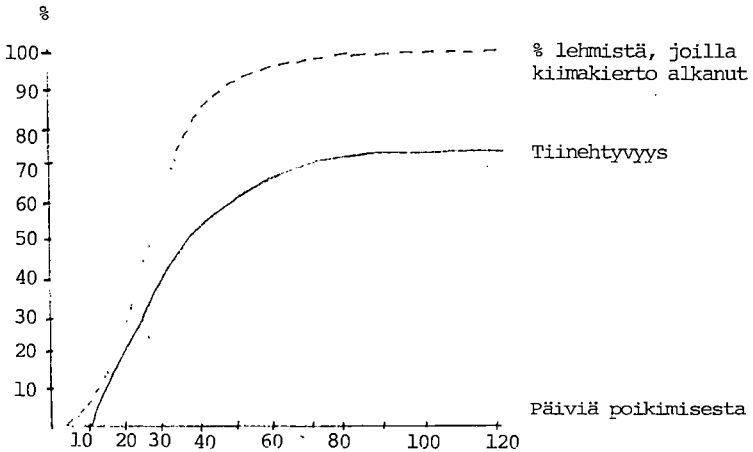
Fenotyyppiset korrelaatiot eivät poikkea merkittävästi nolasta, yhteys on kuitenkin toivotun suuntainen. Erot eri rotujen välillä tuskin kuvaavat todellisia rotueroja, vaan ovat satunnaisvirheistä johtuvia, perustuen pieneen koeaineistoon (HANSEN, 1977b).

2.2.2.2. Tyhjäkausi

Ajasta poikimisesta seuraavaan tiinehtymiseen käytetään kirjallisuudessa joko 'days open' tai 'service period' termiä. Tälle termille ei Suomessa vielä ole vakiintunut virallista vastinetta, ehdotuksina on esitetty mm. sikiötön aika, siemennysjakso, tyhjänäoloaika. Käytän tässä tekstissä vastaavasta ajasta termiä tyhjäkausi kuvaamaan sitä, ettei uusi tiineys ole vielä alkanut, ts. kohtu on tyhjä.

Koska tiineyskauden pituuden voidaan katsoa olevan lähes vakio, voidaan poikimavälin pituudessa tapahtuvien muutosten suurimmalta osin katsoa johtuvan muutoksista tyhjäkauden pituudessa. Israelissa on seitsemän vuoden aikana (1967-74) saatu lehmien keskimääräinen poikimaväli lyhenemään n. 30 pv lyhentämällä tyhjäkautta (KALAY, 1976). Korrelaatiot tyhjäkauden ja poikimavälin pituuden välillä ovat kirjallisuudessa esitettyjen tulosten perusteella korkeat: $r = 0,77$ (EL-SHEIKH ym., 1962), $r = 0,90$ (AURAN, 1974), $r = 0,93$ (SLAMA ym., 1976), $r = 0,94 - 0,97$ (SAVELI ja TAMMARU, 1976). Korkeat korrelaatiot viittaavat siihen, että tyhjäkautta voitaisiin mahdollisesti käyttää lehmän hedelmällisyysominaisuutena sonnien jälkeläisarvostelussa poikimavälin sijasta. Tyhjäkauden pituuteen vaikuttaa toisaalta lehmän toipumisnopeus poikimisesta ja maidontuotannon alkamisesta johtuvasta stressistä, toisaalta karjanhoitajan tarkkaavaisuus

lehmien hoidossa. FOOTE (1977) totesi tutkiessaan maidon progesteronitason avulla lehmien kiimaantuloa poikimisen jälkeen, että 50 päivän kulluttua 99 %:lla lehmistä oli ollut ainakin yksi kiima (piirros 9), paras tiinehtyvyys saavutetaan kuitenkin, kun poikimisesta on kulunut yli 60 päivää.



Piirros 9. Kiimakierron alkaminen ja tiinehtyminen uudelleen eri ajankohtina poikimisesta (FOOTE, 1977).

Saavutettuun tiinehtyvyyteen vaikuttavat FIMLANDin (1977) mukaan:

1. Siemenenä käytetyn sperma-annoksen hedelmöittämissyky.
2. Lehmän hedelmöittämissyky siennettäessä.
3. Keinosiennetyksen soveltuvuus hedelmöittämiskeinoksi. Tähän vaikuttaa mm. huolellisuus spermata otettaessa, käsiteltäessä, huolellisuus siennettäessä ja karjanomistajan huolellisuus kiimatarkkailussa sekä oikean siennetsajankohdan valinnassa.

Poikimisen jälkeen hiljaisten kiimojen osuus on sitä suurempi, mitä vähemmän ovulaatioita poikimisen jälkeen on tapahtunut (SKJERVOLD, 1977). Hiljaisten kiimojen suuri määrä vaikeuttaa kiiman havaitsemista, oikean siennetsajankohdan valintaa ja heikentää tiineystulosta. Kiimakontrollin tarkkuus onkin tärkein syy, joka aiheuttaa eroja tilojen välillä lehmien tyhjäkauden pituudessa (SLAMA ym., 1976).

Tarkan kiimakontrollin ja huolellisen siennetsajankohdan valinnan tärkeyttä korostaa myös se havainto, jonka mukaan vaihtelu ensimmäisen

siemennyksen ja tiinehtymisen välisen jakson pituudessa selittää 61 % poikimavälin vaihteluista (COOPER ym., 1967).

BOZWORTH ym. (1974) tutkivat kokeessaan kahta ryhmää lehmiä, joista toisessa ryhmässä poikimaväli oli lyhyt (360-374 pv) ja toisessa pitkä (yli 405 pv). Tutkimuksessa huomio kiinnitettiin kolmeen ominaisuuteen: päiviä poikimisesta ensimmäiseen siemennykseen, tiinehtymisprosentti ensimmäisestä siemennyksestä ja tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määrä. Tutkituista ominaisuuksista vain ensimmäisen osalta ryhmät poikkesivat toisistaan, ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Kun ensimmäisen siemennyksen ja tiinehtymisen välinen aika pidentyy päivällä, lisääntyy poikimaväli rodusta riippuen 0,23 - 0,55 päivää. Tyhjälajauden pituuden lyhentäminen yhdellä päivällä merkitsi poikimavälin lyhenemistä 0,50-0,24 pv (Holstein-Jersey). Mikäli tutkituilla roduilla tyhjälajauden pituus olisi ollut tutkijan optimina pitämä 65 päivää, olisi se merkinnyt poikimavälin lyhenemistä Holstein-rodulla 10,5 pv ja Ayrshirella 7,3 pv, Jerseyllä 4,6 pv sekä Guernseyllä 7,5 pv (SLAMA ym., 1976).

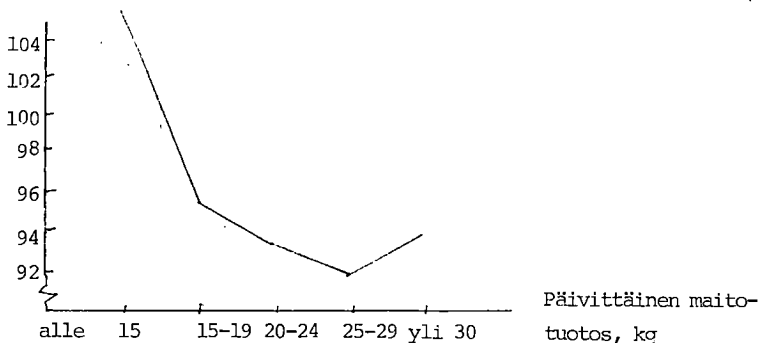
KALAY (1976) toteaa tutkimuksessaan, että tyhjälajaus on mahdollista lyhentää aina 40 päivän mittaan asti, mutta tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrä nousee voimakkaasti, kun väli on alle 50 pv. COOPER ym. (1967) totesivat vastaavan siemennysten määrän lisääntymisen, kun tyhjälajauden pituus alitti 40 pv. ANDERSENIN (1967) tulosten mukaan keväällä poikivilla lehmillä poikimisen ja sen jälkeisen ensimmäisen siemennyksen välinen aika on lyhyempi kuin syyspoikivilla.

Parhaat tiinehtymistulokset ensimmäisestä siemennyksestä ovat useat tutkijat todenneet saavutettavan, kun poikimisesta on kulunut 50-65 päivää (KRÄUSSLICH, 1974; BACH ym., 1975; COMILA ym., 1975). Muutamissa tutkimuksissa vastaava paras tulos on saavutettu huomattavasti pitemmillä ajoilla (110-130 pv) poikimisesta (ILIEV, 1973; RAIMONDI, 1974; KUPFERSCHMIED, 1975a; KUPFERSCHMIED, 1975b). Kun tiineysajaksi oletetaan 280 päivää, menevät jälkimmäisissä tutkimuksissa saadut poikimavälin pituudet kymmeniä päiviä yli optimiksi mainitun 365 päivää.

KALAYn (1976) tutkimuksessa oli korkein maitotuotos lehmillä, joiden tyhjälajauden pituus oli 60-80 päivää. Jokainen 10 kg:n lisäys lypsylajauden rasvatuotannossa lisää poikimisen ja sen jälkeisen ensimmäisen siemennyksen välistä aikaa yhdellä päivällä ja tyhjälajautta 2,7 päivää (ANDERSEN, 1967).

ANDERSENin (1967) mukaan rasvatuotanto selittää Tanskan punaisella, Tanskan friisiläisellä ja Tanskan jerseyllä tyhjäkauden pituuden vaihteluista vastaavasti 2,8 %, 4,2 % ja 0,6 %. RIPLEYn ym. (1970) tulosten mukaan tyhjäkauden pituus selitti 305 päivän maitotuotoksen vaihteluista 4,8 %, 5,8 % ja 5,4 % ensimmäisessä, toisessa ja kolmannessa laktaatiossa. Vastaava selityssaste 305 päivän rasvatuotannossa oli 4,8 %, 5,0 % ja 5,3 %. SMITH, ym. (1962) totesivat puolestaan, ettei tuotostasolla ole vaikutusta tyhjäkauden pituuteen.

Karjan keskituotoksella ja lehmien tyhjäkauden pituudella ei AURAN (1970) todennut olevan yhteyttä, ensimmäistä lypsykauttaan lypsäviillä tyhjäkausi oli 5-6 päivää pitempi kuin muilla. Päivässä tuotetun maitomäärän lisäntyessä lyheni tyhjäkauden pituus tuotostasolle 25-29 kg maitoa, jonka jälkeen tuotoksen lisäys merkitsi tyhjäkauden pituuden lisääntymistä (piirros 10). DANNEBERGIN (1967) tulosten mukaan niin yksittäisen lehmän kuin karjankin tuotoksen kohoamisen seurauksena tyhjäkauden pituus lisääntyi, ja tiinehtyvyys ensimmäisestä siemennyksestä laski. Havaittu tyhjäkauden lisääntyminen oli voimakkainta kaksi kertaa poikineilla.

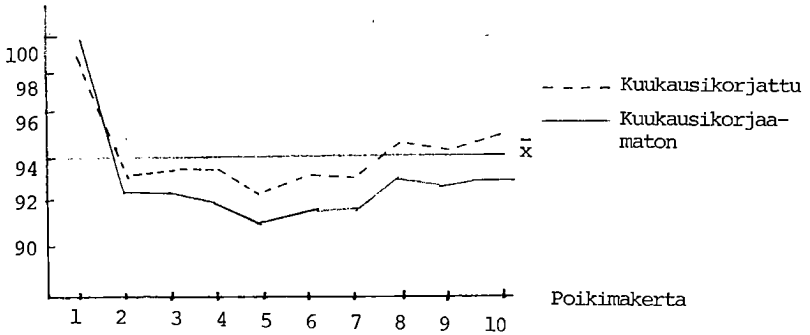


Piirros 10. Päivittäisen maksimituotannon vaikutus tyhjäkauden pituuteen (AURAN, 1970).

Tyhjäkauden pituus vaihtelee myös poikima- ja siemennyskuukauden sekä poikimäkerran mukaan (piirros 11).

DEKRUIFIN (1975) mukaan kesäkuussa tapahtuneen siemennyksen jälkeen tyhjäkausi on lyhin ja maaliskuussa tapahtuneen siemennyksen jälkeen pisin. Touko- ja heinäkuussa poikineilla tyhjäkausi on lyhin ja lokakuussa poikineilla pisin. Vastaaviin päätelmiin ovat tulleet myös LEWCZUK ym. (1975) ja FRANCISCIS

ym. (1972). ANDERSEN (1974) toteaa, että urosvasikan syntymän jälkeen tyhjäkausi on rodusta riippumatta pisin.



Piirros 11. Poikimakerran vaikutus tyhjäkauden pituuteen (AURAN, 1970).

SWENSSON (1961) totesi ruotsalaisessa aineistossa tyhjäkauden suhteen sonnien välillä erittäin merkitseviä eroja. Kirjallisuudessa tavattavia tyhjäkauden ja sen osien periytyvyysarvioita on esitetty taulukossa 10. Hedelmällisyysominaisuuksista nimenomaan tyhjäkauden ja sen osien heritabiliteetti-arviot vaihtelevat eniten eri tutkijoilla.

Taulukko 10. Tyhjäkauden ja sen osien periytyvyysarvioita.

Ominaisuus	h^2	Tutkijat
Tyhjäkausi	0,34	WILTON ym., 1967
"	0	SCHAEFFER ym., 1971
"	0,10	ZAVERTYAEV ym., 1975
"	0,01	SMITH ym., 1962 (1. laktatio)
"	0,09	" (myöhemmät laktatiot)
"	0,037-	
"	0,056	AURAN, 1970
Poik.-l.kiima	0,06	ROGNONI ym. 1960
"	0	CARMAN, 1955
"	0,311	OLDS ja SEATH, 1953
Poik.-tiin.	0,0005	ROGNONI ym., 1960
"	0	CARMAN, 1955

2.2.2.3. Tiineyden pituus

Tutkimuksissaan tiineyden pituuden vaihtelun syistä SILVA ym. (1973) tulivat tulokseen, että vaihtelusta 17 % johtui naaraasta. JAFAR ym. (1950) olivat saaneet emän osudeksi tiineyden keston vaihtelusta 21 %, josta 6 % oli additiivista geenivaikutusta ja 15 % emän kautta vaikuttavia ympäristötekijöitä ja dominanssipoikkeamaa. Tiineyden keston vaihtelusta vasikan genotyyppi vastasi 48 %:sta. Tästä 32 % oli additiivisista geenivaikutuksista ja 16 % dominanssista johtuvaa. RENDELIN (1959) tutkimusten mukaan 26-36 % tiineyden keston kokonaisvarianssista johtui sikiöiden välisistä additiivisista geenieroista.

Tiineyden pituudessa havaitut vaihtelut rajoittuvat yleensä alle 20 päivän. Useiden tutkijoiden mukaan suurimmat erot johtuvat eri rotujen välisistä vaihteluista (liite 2). On kuitenkin myös tuloksia, joiden mukaan rodulla ei ole merkitystä tiineyden pituuteen vaikuttavana tekijänä (MCCANDLISH, 1922; VERLEY ym. 1961). Lehmän iän lisääntyessä totesivat KNOTT, 1932, BRAKEL ym. 1952, FOOTE ym. 1958, RENDEL, 1959, GIANOLA ym. 1973, DREYER ym. 1975 ja NEUMÜHLE ym. 1975 tiineyden keston lisääntyvän. Iän merkitystä vaikuttavana tekijänä sensijaan eivät todenneet COPELAND, 1930, BURRIS ym. 1952, WHEAT ym. 1952, MÄKELÄ ym. 1955 ja LASLEY ym. 1961. Vasikan sukupuolen ovat useimmat tutkijat todenneet vaikuttavan tiineyden keston, urosvasikan syntessä tiineysaika on 0,8-2,0 päivää pitempi (COPELAND, 1930; BRAKEL ym. 1952; WHEAT ym. 1952; RICE ym. 1954; FOOTE ym. 1958; DEFRIES ym. 1958; RENDEL, 1959; SILVA ym. 1973; BATRA ym. 1974; DREYER ym. 1975; NEUMÜHLE ym. 1975). Kuitenkin on todettava, että tämänkin muuttujan kohdalla esiintyy tutkimustuloksia joissa ei sen vaikutusta tiineyden pituuteen ole todettu (FOOTE ym. 1960; LASLEY ym. 1961; GIANOLA ym. 1973).

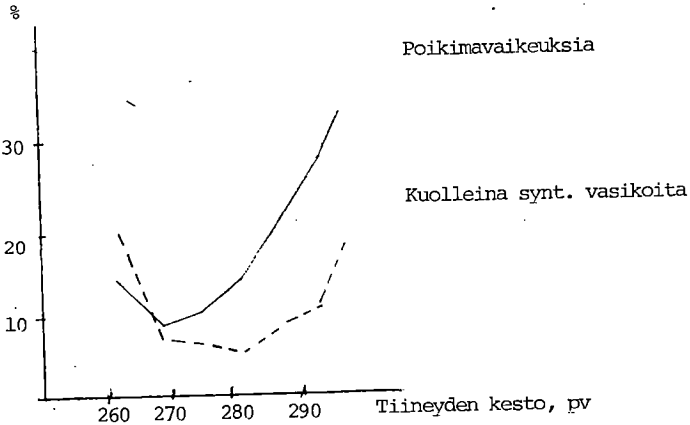
Vasikan syntymäpäinon kohotessa on tiineyden pituuden todettu lisääntyvän (RICE ym. 1954; PETROVIC, 1952), näiden kahden ominaisuuden välisen korrelaatioiden suuruudet vaihtelevat alueella $r = 0,26$ (DAVIS ym. 1953) $r = 0,44$ (LASLEY ym. 1961). Kaksosvasikoiden syntyessä toteavat tutkijat yksimielisesti tiineyden keston lyhenevän, vaihtelu on välillä 3,0-8,0 päivää (COPELAND, 1930; ALEXANDER, 1950; BRAKEL ym. 1952; MÄKELÄ ym. 1955; BEZALEL, 1964; SILVA ym. 1973; SYRSTAD, 1973).

Lyhimmät tiineysajat on todettu kesäpoikimisissa, pisimmät talvipoikimisten yhteydessä (COLAGHIS, 1968; BRAKEL ym. 1952; TIEMANN, 1960; NEUMÜHLE ym. 1975). Vaikka vuodenajan vaikutus on todettu, on vuoden

merkityksen tiineysajan pituuteen havainnut vain SILVA ym. (1973). Useimilla tutkijoilla ei tulosten mukaan aineistossa ole ollut vuosien välistä eroja havaittavissa (JAFAR ym. 1950; BURRIS ym. 1952; DESSOUKY ym. 1961; GIANOLA ym. 1973).

Sonnin erittäin merkitsevän vaikutuksen tiineyden pituuteen ovat todeneet monet tutkijat (WHEAT ym. 1953; TOUCHBERRY ym. 1965; NEUMHLE ym. 1975).

PHILIPSSONin (1976) tutkimuksessaan havaitsema poikimavaikeuksien ja kuolleena syntyneiden vasikoiden määrän lisääntyminen tiineyden keston lisääntyessä (piirros 12) on edellä kerrottu huomioiden odotettavissa; sonnivasikan syntyminen merkitsee yleensä tiineysajan lisääntymistä ja syntymäpainon kasvua.



Piirros 12. Tiineyden keston vaikutus poikimavaikeuksiin ja kuolleena syntyneiden vasikoiden määrään (PHILIPSSON, 1976).

PHILIPSSONin (1976) kanssa vastaavan havainnon on tutkimuksessaan tehnyt myös NEUMHLE ym. (1975).

Kirjallisuudesta koottuja tiineyden keston periytyvyysarvioita on esitetty taulukossa 11. Arviot jakautuvat selvästi kahteen luokkaan; tutkimuksissa, joissa tulokseksi on saatu periytyvyysarviot 0,21 - 0,28, on aineistona yleensä käytetty risteytyseläimiä, poikkeuksena VOSin ym. (1966) tutkimus. Periytyvyysarviot 0,48 - 0,60 on puolestaan saatut tutkimuksista, joiden aineistoksi on ilmoitettu jokin puhdas rotu.

Taulukko 11. Tiineyden keston periytyvyysarvioita eri tutkimuksista.

h^2	Tutkijat
0,21	AGASTI ym. 1974
0,24	LAIRD ja HUNTER, 1977
0,28	VOS ym. 1966
0,42	DEFRIES ym. 1958
0,54	LASLEY ym. 1961
0,60	PLUM ym. 1966
0,48	SILVA ym. 1973
0,54	GIANOLA ym. 1973
0,55	ANDERSEN ja LYKKE, 1975
0,499	PHILIPSSON, 1976
0,495	PHILIPSSON, 1976

2.2.2.4. Muita naarashedelmällisyyden mittoja

Muina hedelmällisyyden mittoina on tutkimuksissa käytetty mm. seuraavia:

1. Tiinehtymistä ensimmäisestä siemennyksestä (BOYD ym. 1961; INSKEEP ym. 1961; COLLINS ym. 1962; SPALDING ym. 1975).
2. Kiiman kestoa (ITAMAR ym. 1976).
3. Kiiman säännöllisyyttä ja oireiden voimakkuutta (POU ym. 1953; MAIJALA, 1964).
4. Monisyntytyksiä (MAIJALA, 1964).
5. Munarakkuloiden esiintymistä ja steriliteettihoitojen tarpeellisuutta (MAIJALA, 1964; ROINE, 1973).
6. Luomisten määrää (MARES ym. 1960).

Mainituista mitoista kiiman keston ja kiiman oireiden voimakkuuden objektiivinen määrittäminen on vaikea.

3. HEDELMÄLLISYYS JA JÄLKELAISARVOSTELU

3.1. Sonnin jalostusarvon määrittäminen

Kaikkia suvunjatkamiseen käytettyjä eläimiä voidaan pitää jalostuseläiminä. Jalostuseläimenä käytetyn yksilön on lisääntymiskyvyltään oltava normaali ja periytymiseltään tunnettu, ts. ainakin yksilön emä ja isä ovat tiedossa. Lisäksi on jalostuksen kohteena olevasta ominaisuudesta oltava tietoja joko yksilöstä itsestään tai sen jälkeläisistä jalostusarvon määrittämistä varten.

Yksilön jalostusarvon määräävät ne perintötekijät, jotka se on jälkeläisiinsä siirtänyt; jälkeläisten geenistö muodostuu vanhempien geenistöjen sattumanvaraisista puoliskoista. Jalostusarvon varmalla määrittämisellä ja sen turvin tehtävällä valinnalla voidaan parhaita yksilöitä parittamalla siirtää toivottujen ominaisuuksien perintötekijöitä tulevaan sukupolveen.

Jalostusarvosta puhuttaessa usein on kyse ns. yleisestä jalostusarvosta, yksilön jälkeläisilleen jättämien geenien keskimääräisestä vaikutuksesta tarkasteltavassa populaatiossa. Yleisestä jalostusarvosta saadaan parhaiten käsitys parittamalla uros suuren, umpimähkäisesti valitun naarasjoukon kanssa. Poikkeamaa geenien keskimääräisestä eli additiivisesta vaikutuksesta kutsutaan yksilön erityiseksi jalostusarvoksi, joka määritetään tapaus kerrallaan. Poikkeamia aiheuttavat geenien yhteisvaikutus eli epistasia ja vallinta eli dominanssi. Näissä poikkeamissa geenien keskimääräisistä vaikutuksista on yleensä kyse vanhempien geenistöjen yhteensopivuudesta, jonka huomioonottaminen tulee kyseeseen lähinnä vain voimakkaasti sukusiitetyissä populaatioissa.

Yksilön jalostusarvoon vaikuttaa perimän lisäksi myös perimän ja ympäristön yhteisvaikutus (JOHANSSON ja RENDEL, 1963), josta johtuen arvostelujen eläinten arvojärjestys ympäristön muuttuessa voi muuttua (RAVE, 1974). Muutos voi tapahtua joko niin, että eri jalostusarvojen järjestys pysyy samana, mutta niiden väliset erot muuttuvat, tai että koko arvojärjestys muuttuu ympäristön muuttuessa. RAVEN (1974) mukaan arvojärjestyksen yhtäpitävyyden mittana voidaan käyttää saman ominaisuuden eri ympäristöissä saatujen tulosten välisiä geneettisiä korrelaatioita. Merkityksettömien arvojärjestysmuutosten esiintyessä saadaan geneettiseksi korrelaatioksi

lähes yksi.

Yksilön jalostusarvoa määritettäessä oletetaan, ettei sukusiitosta ole harjoitettu, että käytetyt fenotyyppi-arvot ovat edustavia eikä systemaattista valintaa tarkasteltavan ominaisuuden suhteen ole harjoitettu. Lisäksi kaikki ympäristövaikutukset oletetaan sattumanvaraisiksi. Olettamuksista viimeinen on vaikeimmin täytettävissä. Systemaattisia eroja esim. vuodenaikojen, vuosien ja karjojen välillä on mahdollista korjata käyttämällä apuna tilastollisia menetelmiä. Jalostusarvon määrittäminen voidaan tehdä JOHANSSONin ja RENDELin (1963) mukaan:

1. polveutumisesta, ts. vanhempien fenotyypistä,
2. sukulaisten fenotyypistä,
3. yksilöstä itsestään tai
4. jälkeläisten fenotyypistä

Vertaamalla eri arvostelumenetelmien etuja ja haittoja kulloisessakin tilanteessa, voidaan valita paras menetelmä tarkasteltavaan tapaukseen. Jälkeläisarvostelun käyttö tulee kyseeseen tapauksissa, jolloin arvosteltavan ominaisuuden periytyvyys eli heritabiliteetti on alhainen ja erityisesti silloin, kun ominaisuus on mitattavissa vain toiselta sukupuolelta. Kun arvostelun onnistumisen edellytyksenä on riittävän suuri tytäryoukko, tulee useimmiten arvostelun käyttäminen kyseeseen vain uroksille. Keinosenennystoiminnan lisääntymisen myötä ei suurenkaan tytäryoukon tuottaminen ole vaikeaa.

Useimpien hedelmällisyysominaisuuksien osalta todetut heritabiliteetti-arviot ovat niin alhaisia, että jalostusarvoa määritettäessä jälkeläisarvostelun käyttö on ainoa mahdollisuus. Alhaiset periytyvyysarvot johtuvat siitä, että hedelmällisyysominaisuuksiin pitkään vaikuttanut luonnon valinta on pienentänyt geneettistä vaihtelua. Mahdollisuutta osoittaa geneettistä vaihtelua hedelmällisyysominaisuuksissa rajoittaa myös se, etteivät käytetyt mitat selitä kaikkien ominaisuuteen liittyvien tekijöiden, esim. homonitason, vaihtelua, vaan mittaavat vain saavutetun lopputuloksen (JANSON, 1977). Hedelmällisyydessä ja varsinkin tiinehtymisessä on kyse hyvin monimutkaisesta fysiologisesta tapahtumasta, johon vaikuttavien tekijöiden määrä on suuri.

Jälkeläisarvostelun luotettavuuteen vaikuttaa olennaisesti se, kuinka arvostelua häiritsevät satunnaiset ja systemaattiset virheet on laskelmissa pystytty huomioimaan. Satunnaisesti jakautuneita muuntelun syitä ovat jälkeläisten välinen perinnöllinen muuntelu ja satunnaiset ympäristö- sekä mittausvirheet (JOHANSSON ja RENDEL, 1963). Näiden vaikutusten

huomiointi tapahtuu suurentamalla sonnien jälkeläisryhmiä. Systemaattisia virheitä aiheuttaa puolestaan se, että jälkeläisryhmien emien kohdalla on tapahtunut valintaa ja se, että jälkeläisryhmän yksilöissä on tapahtunut tietoista tai tahatonta valintaa. Systemaattisiin virhelähteisiin kuuluu myös se, etteivät jälkeläisryhmät ole vertailukelpoisia ulkoisten tekijöiden suhteen (c-effects). Näinä ulkoisina tekijöinä esiintyvät mm. erilainen ruokinta, ikä, poikimakuukausi, poikimakerta, poikimaväli, tiineyden pituus, alue, tuotostaso. Systemaattisten virhelähteiden huomiointi tapahtuu erilaisten korjaustemien avulla.

Jälkeläisarvostelun luotettavuus riippuu siis ominaisuuden heritabiliteetistä, jälkeläisten lukumäärästä ja mahdollisista virhelähteistä. Käytännössä saavuttamattomissa ihanneoloissa voidaan sonnin jalostusarvo ilmaista kaavalla (JOHANSSON ja RENDEL, 1963)

$$A_x = 2b(\bar{Y} - P_y), \text{ jossa}$$

A_x on sonnin jalostusarvo
 b on regressiokerroin
 \bar{Y} on tyttärien fenotyypin keskiarvo
 P_y on populaation keskiarvo

Regressiokerroin b sisältää heritabiliteetin ja jälkeläisten määrän, se ilmoittaa arvostelun varmuuden ja samalla jälkeläisarvostelun toistuvuuden. Kun systemaattisia virhelähteitä ei ole, saadaan n:lle tyttäreille arvosteluvarmuudeksi (JOHANSSON ja RENDEL, 1963):

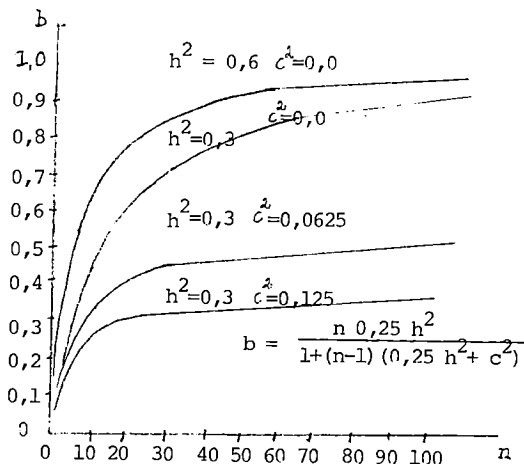
$$b = \frac{n \cdot 0,25 \cdot h^2}{1 + (n-1) \cdot 0,25 \cdot h^2}$$

Systemaattisten ympäristöerojen arvostelun luotettavuutta pienentävä vaikutus näkyy piirroksessa 13 ja kaavassa (JOHANSSON ja RENDEL, 1963):

$$b = \frac{n \cdot 0,25 \cdot h^2}{1 + (n-1) \cdot (0,25 \cdot h^2 + c)}$$

Tytärten lukumäärän lisäämisellä voitetaan suhteellisesti eniten, kun tarkasteltavan ominaisuuden periytyvyysaste on pieni. Jos systemaattisista ympäristötekijöistä johtuva muuntelu on suurempaa kuin jälkeläisryhmien välinen, jää arvosteluvarmuus suurellakin tytärjoukolla pieneksi.

Hedelmällisyysjalostuksen päämääränä on parantaa lehmien tiinehtyvyyttä, ts. vähentää tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrää niin lehmillä kuin hiehoillakin. Sonnin jalostusarvoa laskettaessa voidaan hedelmällisyysmittana käyttää useita arvoja mm. uusimattomuusprosenttia, poi-



Piirros 13. Toistuvuuskerroin (b) sonnien jälkeläisarvostelussa eri heritabiliteetti-arvoilla ja tytärtien lukumäärillä. Ryhmien välisiä systemaattisia eroja on ($c^2 = 0$), ei ole ($c^2 = 0$) (JOHANSSON ja RENDEL, 1963).

kinaväliä, siennennyksiä tiineyttä kohti ja tyhjäkautta. Käytettävälle mitalle voidaan asettaa seuraavat ehdot:

1. Ominaisuus on pystyttävä mittaamaan aineistosta, joka on hedelmällisyyden kannalta mahdollisimman vähän valikoitunutta.
2. Mitan on oltava normaalisti jakautunut.
3. Käytettävällä mitalla on oltava suurin suhteellinen additiivinen varianssi ja suurin mahdollinen kokonaismuuntelu.
4. Hedelmällisyysarvostelun on oltava valmiina yhtä aikaa maitojälkeläisarvostelun kanssa.
5. Mitan rekisteröinti ei saa vaatia runsaasti ylimääräisiä järjestelyjä.

Laskettu hedelmällisyysarvostelu voidaan hyödyntää esim. laskemalla se mukaan sonni-indeksiin yhdessä muiden huomioitavien ominaisuuksien kanssa, painotettuna taloudellisilla arvoillaan. Tällöin on kuitenkin huomattava, että mitä enemmän ominaisuuksia otetaan arvosteluun mukaan, sitä vähäisempää on geneettinen edistyminen kussakin ominaisuudessa.

3.2. Hedelmällisyysarvostelu Ruotsissa

Ruotsissa tullaan vuoden 1978 kuluessa ottamaan käyttöön jälkeläisarvostelu, jossa laskettavaan sonni-indeksiin on sisällytetty myös sonnin tyttäristä laskettu hedelmällisyyden suhdeluku taloudellisella merkityksellä painotettuna. Vertailtavista hedelmällisyysmitoista (taulukko 12)

otettiin käyttöön luku siemennyksiä siemennysjaksoa kohti, jolla heritabiliteetti oli tutkituista mitoista korkein (JANSON, 1977).

Taulukko 12. Eri hedelmällisyysmittojen periytyvyysarvioita (JANSON, 1977).

Mitta	Hiehot		Lehmät
	Ks-yhdistys 20 (Malmen) $h^2 + S.E.$	Ks-yhdistys 11 (Skara) $h^2 + S.E.$	Ks-yhdistys 20 (Malmen) $h^2 + S.E.$
28 pv:n NR %	0,006±0,004	0,008±0,003	0,004±0,004
56 pv:n NR %	0,006±0,004	0,014±0,004	0,004±0,004
168 pv:n NR %	0,014±0,005	0,018±0,004	0,009±0,005
Siem./siemenn.			
jakso	0.025±0,007	0.026±0,006	0,017±0,006
Poik.- l.siem.			0,012±0,005
Poik.-viim.siem.			0,014±0,005
l.siem.-viim. siem.			0,015±0,005

* Sonnia kohti on laskelmissa vähintään 25 tyttärtä

* NR % = Uusimattomuusprosentti

Valinnalla saavutettu geneettinen edistyminen riippuu paitsi periytyvyydestä myös vaihtelun suuruudesta, josta määräytyy saavutettava valintaero, sekä jalostusarvon määrittämisen varmuudesta. Tehdyissä valintaindeksilaskuissa todettiin paras geneettinen edistyminen saavutettavan käytettäessä hedelmällisyysmittana siemennysten määrää siemennysjaksoa kohti, uusimattomuusprosentin liittämisen malliin ei parantanut tulosta. Laskelmissa saatiin mitan geneettiseksi korrelaatioksi hiehojen ja lehmien välillä $r = 0,84$.

Nuorsonnin sperman käyttö tapahtuu yleensä rajoitetun ajan puitteissa. Näin on mahdollista, että niiden tyttäret tulevat siemennettäviksi tietynä vuodenaikoina. Vuodenaikavaihtelun korjaamiseksi onkin jalostusarvoa laskettaessa suoritettava korjaukset siemennyskuukauteen nähden. JANSONIN (1977) tutkimus osoitti, että korjaukset on tehtävä myös karjan hedelmällisyystason ja keinosiemennysyhdistyksen suhteen. Korjaustermien käyttö voi kuitenkin olosuhteiden muuttuessa vaikeutua; ruotsalaisessa hedelmällisyysarvostelussa päädyttiin korjaamaan havainnot tyttäryhmissä ennen varsinaisen jalostusarvon laskua; kullekin tyttäreille lasketaan poikkeama seuraavan kaavan mukaan (JANSON, 1977):

$A = (D - \bar{D}) - b(B - \bar{B})$, jossa

D = yksittäisen tyttären siemennysten määrä siemennysjaksoa kohti

\bar{D} = kuukausittainen ja sonnin tyttäryhmittäinen yhdistyskeskiarvo

b = D :n regressio karjakeskiarvoon

B = karjakeskiarvo (vuoden keskiarvo)

\bar{B} = yhdistyskeskiarvo (vuosittain)

Poikkeamat lasketaan sonneittain yhteen ja jaetaan tyttärien määrällä, samanlainen keskimääräinen poikkeama lasketaan sekä hiehoille että lehmillä. Koska tarkoituksena on parantaa sekä hiehojen että lehmien hedelmällisyyttä, voidaan sonnin jalostusarvo kirjoittaa muotoon (JANSON 1977):

$$T = v_1 T_1 + v_2 T_2, \text{ missä}$$

T_1 = additiivinen geneettinen arvo siemennysten määrälle siemennysjaksoa kohti hiehoilla

T_2 = vastaava arvo lehmillä

v_1 ja v_2 ovat vastaavien ominaisuuksien suhteelliset taloudelliset painot

Sonnin jalostusarvo lasketaan indeksillä (JANSON, 1977):

$$I = d_1 \bar{A}_1 + d_2 \bar{A}_2, \text{ missä}$$

\bar{A}_1 = tyttäryhmän keskimääräinen poikkeama siemennysten määrässä siemennysjaksoa kohti, hiehoille

\bar{A}_2 = vastaava arvo lehmillä

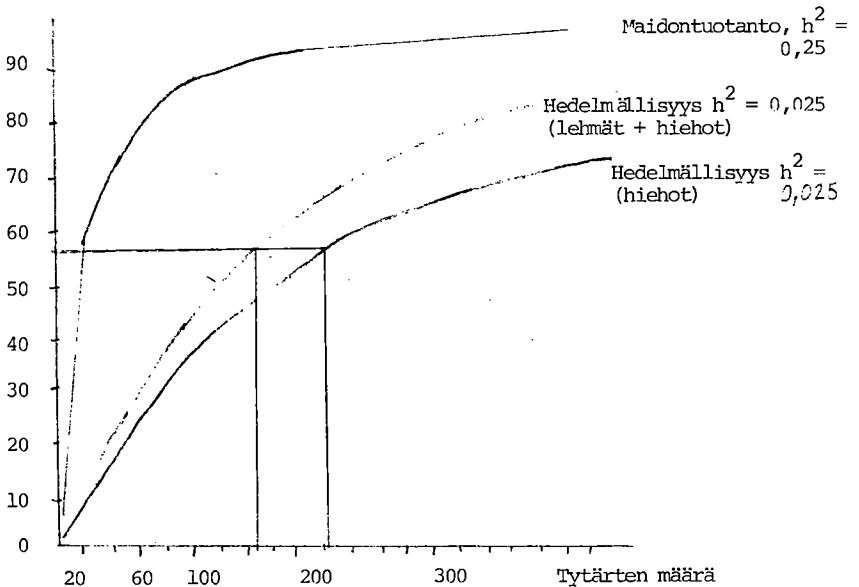
d_1 ja d_2 tekijät painottavat hiehojen ja lehmien tiedot periytyvyyden, tyttärien määrän, taloudellisen merkityksen, vaihtelun ja hieho- lehmä-hedelmällisyyden suhteen.

Indeksin laskussa on käytetty seuraavia arvoja:

	h^2	Fenot. stand. poikk.	Geneett. stand. poikk.
Siemennysten määrä jaksossa, hiehot Y_1	0,025	1,02	0,16
" " " , lehmät Y_2	0,025	1,02	0,16
Geneettinen korrelaatio $r_{G_1 G_2}$			$= 0,75$
Fenotyypin korrel. $r_{Y_1 Y_2}$			$= 0,044$

Hiehon ja lehmän hedelmällisyyden taloudellisten painojen suhteena on tutkimuksessa käytetty arvoa 1:1,6.

Alhaisen periytyvyyden vuoksi hedelmällisyysarvostelun varmuus on yksittäisiä eläimiä käytettäessä alhainen; mutta keinosiemennyksen avulla saadaan sonnille riittävä määrä tyttäriä luotettavan arvostelun saamiseksi (piirros 14).



Piirros 14. Tytäriryhmän koon vaikutus jalostusarvostelun varmuuteen. maidontuotanto- ja hedelmällisyysominaisuudet verrattuina (JANSON, 1977).

Luodulla jalostusohjelmalla JANSON arvioi, että 10 vuoden aikana 168 pv:n uusimattomuusprosentissa saavutettaisiin kahden prosenttiyksikön parannus. Myös poikimävälän pituus tulisi vastaavalla kymmenvuotiskaudella lyhenemään n. 1 päivän, johtuen tyhjäkauden lyhenemisestä. Vaikka saavutetut muutokset ovatkin pieniä, on hedelmällisyysominaisuuksien jalostusarvojen laskemisella kuitenkin se hyöty, että voidaan seurata, ettei voimakas tuotanto-ominaisuuksien mukaan tapahtuva valinta johda hedelmällisyyden selvään heikkenemiseen.

3.3. Hedelmällisyysarvostelu Norjassa

Norjalaisten tutkimusten perusteella uusimattomuusprosentin nostaminen yhdellä yksiköllä vastaa 4-5 kg:n lisäystä maidontuotannossa lehmää kohti vuodessa (FIMLAND, 1977). Jalostusarvostelua tehtäessä on Norjassa käytettäväksi hedelmällisyysominaisuudeksi otettukin 60-90 päivän uusimattomuusprosentti. Mitan muunteluun on siementäjällä ja siemennysvuodenajalla todettu olevan vaikutusta, karjojen välinen muuntelu saman siementäjän ja siemennyskuukauden sisällä todettiin vähäiseksi. Sonnin oman hedelmällisyyden ilmoittaa sen saavuttama uusimattomuusprosentti ajalta, jolloin sitä käytettiin nuorsonnina. Tytärten hedelmällisyys ilmaistaan uusimattomuusprosentin poikkeamana siementäjän ja siemennyskuukauden sisäisestä keskiarvosta, laskennassa huomioidaan vain hiehot. Tuloksia laskettaessa huomioidaan myös ne tiedot, jotka ovat karjantarkkailuun kuulumattomilta tiloilta, edellytyksellä, että kyseisen lehmän isä on tiedossa. Sonnin jalostuspisteitä laskettaessa arvosteltujen ominaisuuksien + tai - poikkeamat yhdistetään maidontuotantoindeksin kanssa kokonaisindeksiksi. Indeksiä laskettaessa hedelmällisyydestä tehty arvostelu painottuu voimakkaasti, sillä esim. lypsettävyydestä korkein lisäys indeksiin on +1, mutta hedelmällisyydestä korkein lisäys on +3. Laskennassa saatu kokonaisindeksi muutetaan sitten taulukoiden avulla jalostuspisteiksi välille 1-10. Esimerkkinä samasta asiasta voidaan tarkastella taulukon 13 sonnia S. Ringsaker. Sen maitoindeksi on 104. Siitä vähennetään rakenteesta tuleva miinus piste ja siihen lisätään hedelmällisyyden kolme pluspistettä, jolloin saadaan lopputulokseksi 106. Kun tämä arvo taulukoiden avulla muutetaan jalostuspisteiksi, saadaan tälle sonnille arvo 7,0.

Taulukko 13. Ote Norjan jälkeläisarvostelutuloksista vuodelta 1974 (GRAVIR, 1974).

Sonnin nimi	Tyt-täriä	Vuosi	Ipdek-si	Rasva-%	Proteiini	Lypset-tävyys	Rakenne/luusto	Utare	Lihan-tuotan-to	Hedelmäll-oma Tyttä-rien	Jalost-pist.
S. Ringsaker	140	113	104	4,0	M	M	-	M	M	+ ++	7,0
Torshaugen	165	123	101	4,0	M	-	M	+	M	+ +	6,0
P. Hustad	196	142	113	3,9	M	M	M	+	M	M M	8,0
Kvakkestad	156	111	88	4,0	+	-	+	M	+	M +	3,5

Kokonaisindeksiä laskettaessa maidontuotanto ja uusimattomuusprosentti on painotettu suhteessa 7:1. Uusimattomuusprosentin valintaeron vaihdellussa saavutetaan FIMLANDin (1976) mukaan taulukon 14 ilmoittama geneettinen edistyminen vuotta kohti.

Taulukko 14. Uusimattomuusprosentin (NR %) valintaero ja saavutettu geneettinen edistyminen vuodessa (FIMLAND, 1976).

Valintaero	NR %	Geneettinen edistyminen/vuosi, NR %
0,35		0,04
1,05		0,09
0,40		0,12

3.4. Hedelmällisyysarvostelu Suomessa

Suomessa on syksyllä 1977 koemielessä suoritettu sonnien hedelmällisyysarvostelu tyttärten poikimävitulosten perusteella. Tunnuksena käytettiin hedelmällisyyspoikkeamaa, joka saatiin lasketuksi vertaamalla sonnien tyttärten poikimävälää samanrotuisten ja samanikäisten keskimääräiseen poikimäväliin. Jälkeläisten lukumäärän vaihtelu on huomioitu käyttämällä lopullista poikkeamaa laskettaessa vammauserrointa, jossa poikimävälin periytyvyysasteeksi otettiin 0,10.

Keskimääräiseksi hedelmällisyyspoikkeamaksi saatiin 0,07 ja hedelmällisyyspoikkeaman hajonnaksi 1,45. Täten voidaan arvioida sonnien kuuluvan parhaan 16 prosentin joukkoon, jos sen hedelmällisyyspoikkeama on yli 1,5. Vastaavasti huonoimpien 16 prosentin joukkoon kuuluu sonni, jonka hedelmällisyyspoikkeama on alle -1,3.

Taulukossa 15 on esitettyä tehdystä laskelmasta saadut hedelmällisyyden tunnuslukujen korrelaatiot. Korkein korrelaatio saatiin hedelmällisyyspoikkeamalla.

Taulukko 15. Hedelmällisyyden tunnuslukujen väliset korrelaatiot laskettuna sonnien satunnaisesti kahtia jaettujen tyttäryhmien keskiarvosta, kummassakin tyttäryhmässä/sonni vähintään 50 tytärtä (SYVÄJÄRVI, 1977).

	Ay	Ks	Fr
Sonneja	313	18	56
tyttäriä/sonni/ryhmä	179	105	147
Hedelmällisyyspoikkeama	0,53	0,18	0,53
Poikimaväli	0,40	0,06	0,45
Siennyksiä/poikiminen	0,31	-0,14	0,33

4. HEDELMÄLLISYYDEN VAIHTELUN SYITÄ

Saavutetut hedelmällisyystulokset, mitattiinpa ne sitten sonnin tai lehmän hedelmällisyyttä kuvaavilla mitoilla, ovat useiden tekijöiden yhteisvaikutuksen tulosta. Hedelmällisyydessä havaitut häiriöt johtuvat joko yleisistä seikoista, koskien koko eläintä, tai elimellisistä seikoista, koskien tällöin vain yhtä elintä eläimessä (MARSHALL ja HAMMOND, 1945). Koko eläintä koskevat tekijät voidaan puolestaan jakaa ympäristöstä ja hoidosta johtuviksi stressitekijöiksi (MOBERG, 1975). Todetuista hedelmällisyyden vaihteluista 80 % johtuu ympäristöstä, 10 % on additiivista geenivaikutusta (YOUNG, 1953). SPEARS, OLDS ja COOPER (1961) puolestaan saivat tuloksen, jonka mukaan hedelmällisyyden vaihteluista 1,4 % johtuu vuosittaisista eroista, 4,6 % alueittaisista, 7,5 % karjojen välisistä eroista alueittain, 2,1 % alueen ja vuoden yhteisvaikutuksesta, 4,9 % karjan ja vuoden yhteisvaikutuksesta ja loput lähes 80 % jäi tässä tutkimuksessa virhevarianssina selittämättä.

Lisääntymistapahtumassa jakso siemennyksestä hedelmöityneen munasolun kiinnittymiseen kohdun seinämään näyttää olevan kaikkein herkin vaihe stressitekijöistä johtuville häiriöille. On todennäköistä, että erilaiset hoitoon liittyvät stressitekijät vaikuttavat kaikkein vahingollisimmin juuri ennen ovulaatiota, jolloin aivolisäkehormonien erityksen oikea ajoitus on kaikkein tärkein. Tästä johtuen voidaan olettaa, että stressin mahdollinen lisääntymistä häiritsevä vaikutusmekanismi kohdistuu juuri aivolisäkehormonien erityksen säätelyyn (MOBERG, 1975).

4.1. Ympäristöstä johtuva stressi

Ympäristön lisääntymiseen vaikuttavista stressitekijöistä on eniten tutkittu lämpötilaa ja sen vaikutusta. Lähinnä tällöin kyseeseen tulee ympäristön kohonnut lämpötila, jonka aiheuttama lämpöstressi voi merkittävästi alentaa hedelmällisyyttä (INGRAHAM ym. 1974). Lämpöstressin on todettu muuttavan kiimakieuron pituutta, lyhentävän kiiman kestoa ja vähentävän sen voimakkuutta (BOND ja MCDOWELL, 1972; GANGWAR ym. 1965; LAHSETWAR ym. 1963; HALL ym. 1959).

Hedelmöityneen munasolun kiinnittymiseen kohdunseinämään on lämpöstressin

oletettu vaikuttavan joko niin, että kohonnut kohdun lämpötila häiritsee munasolun jakautumista, tai sitten niin, että vaikutus kohdistuu hormonitasoon, muuttaen sitä epäedulliseen suuntaan (MOBERG, 1975). Lämpö- ja tuuliolot muodostuvat lehmälle stressitekijöiksi vain, jos niiden vaikutusta ei ole mahdollista vähentää säätelemällä kehon lämpötilaa. Lisäksi lämpöärsykkeen kestolla on merkitystä aiheutuneeseen stressivaikutukseen.

Valon vaikutusta hedelmällisyyteen ovat tutkineet mm. KORDTS ja GRAVERT (1972). Tutkimuksissaan he saivat parhaan tiinehtyvyyden lehmillä, joiden saama valon määrä oli normaalioloja pienempi, hedelmällisyyden mittana käytettiin uusimattomuusprosenttia ja tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määrää.

4.2. Hoitoon liittyviä stressitekijöitä

Lehmien hoitoon ja käsittelyyn liittyvien tekijöiden vaikutusta lisääntymiseen on ruokinnan vaikutusta lukuunottamatta tutkittu edellistä vähemmän. Perustuen kuitenkin hormoni- ja käyttäytymistutkimuksiin voidaan useiden hoitoon liittyvien tekijöiden todeta vaikuttavan lehmiin stressiä aiheuttavasti (MOBERG, 1975).

Useilla eläinlajeilla on populaation tiheyden kasvulla todettu olevan lisääntymistä alentava vaikutus. Vastaavan vaikutuksen olemassaoloa ei lehmillä ole tutkittu systemaattisesti, mutta kasvavan karjakoon ja lyhenevän kiimakierroksen välillä on McMILLANin ja WATSONin (1971) tutkimuksessa havaittu yhteys. Mikäli lehmätiheyden kasvulla karjassa on vaikutusta lisääntymiseen, on kyseessä oletettavasti yhteisön luonnollisen hierarkian häiriintymisen aiheuttama stressi. Erityisesti pihatoissa ja laidunkautena karjan yksilöiden välille muodostuu tietty arvojärjestys, jonka muuttuminen, esim. uusien lehmien tulon tai entisten poistojen kautta, aiheuttaa pyrkimyksen takaisin tasapainotilaan ja saattaa näin muodostua stressitilanteeksi. Karjanhoitajan vaihtuminen, päivärutiinin muutos ja eläinten kuljetus on myös todettu tekijöiksi, jotka ovulaation aikaan sattuessaan voivat hyvinkin voimakkaasti vaikuttaa tiinehtyvyyteen. Vaikutuksen oletetaan johtuvan siitä, että stressitilanteessa erittyvä adrenaliini myöhästyttää ovulaatiota tai muuttaa ovulaation aikaa näkyvään kiimaan nähden (MOBERG, 1975).

Lehmien stressikestävyys näkyy BUSCHin ja BUCHHOLZin (1976) mukaan laktaatiokäyrän muodosta. Tutkimuksen mukaan tasaisen laktaatiokäyrän omaa-

villa lehmillä stressin kesto oli muita parempi. Mitä enemmän käyrässä todettiin epätasaisuutta, sitä herkempiä lehmät olivat erilaisille häiriötekijöille. Stressikestävyyden mittana tutkimuksessa käytettiin tiinehtymistä uudelleen poikimisen jälkeen. Tulosten mukaan tasaisen laktaatiokäyrän omaavista lehmistä 67 % tiinehtyi uudelleen 70 päivän kuluessa poikimisesta. Lehmillä, joiden laktaatiokäyrässä tapahtui runsaasti muutoksia, vastaava osuus oli 33 %, mahoutta tässä ryhmässä esiintyi 46,5 %:lla. Mainitut tulokset tukevat GERDEMANNIN vuonna 1964 huomattavasti pienemmällä aineistolla saamia tuloksia.

4.3. Hedelmällisyys ja ruokinta

Ruokinnallisten tekijöiden vaikutusta hedelmällisyyteen on yleensä vaikea osoittaa, sillä kyseessä on useiden vaikuttavien tekijöiden yhteensiihtymä, lisäksi vaikutukset monesti ovat vielä epäsuoria. Tasapainoinen ruokinta ylläpito-, kasvu- ja tuotantotarpeisiin nähden on hyvä myös ajatellen sukuelinten kasvua ja lisääntymistä.

4.3.1. Energian yli- ja aliruokinnan vaikutus hedelmällisyyteen

Aika, jolloin lehmä poikimisen jälkeen tulee uudelleen tiineeksi, sattuu normaalisti pian sen jälkeen, kun maksimaalinen päivätuotos on saavutettu, ts. laktaatiokäyrän laskevan osan alkuun. Korkeatuottoisilla eläimillä harvoin esiintyy tänä aikana energian ja valkuaisen ylikuormitusta. Laktaation lopussa ja umessaoloaikana ylikuormitusta on tavallista.

Energiaylikuormitus ennen poikimista lisää poikimavaikeuksia. FRANZOS (1970) oletti lisääntyneiden poikimavaikeuksien tässä tilanteessa johtuvan lehmän muuttuneesta hormonitilanteesta, johon ylikuormituksen aiheuttama stressi oli johtanut. LOTHAMMERIN (1974) ja EL-KERABYN (1976) tulosten mukaan ylikuormitus lähinnä viimeisten 10 viikon aikana ennen poikimista lisää hedelmällisyyshäiriöitä ja poikimavaikeuksia. Voimakkaasti ruokittujen ryhmien lehmillä maitotuotos ensimmäisten 10 viikon aikana poikimisesta oli korkeampi ja elopainon putoaminen alhaisempi kuin vertailuryhmässä. Saavutettua taloudellista tulosta alentaa kuitenkin voimakkaasti ruokittujen ryhmässä vertailuryhmää heikompi hedelmällisyys. Tulosten perusteella voitiin lisäksi todeta, että voimakas ruokinta umessaoloaikana aiheutti suuremman ketoosiriskin poikimisen jälkeen.

Energia-aliruokintaa tapahtuu normaalisti laktaation alussa, seurauksena aliruokinnasta yksilön elopainossa todetaan laskua. KING (1968) totesi tutkimuksessaan saavutetun tiinehtyvyyden laskevan painonvähennyksen lisääntyessä.

Vleensä voidaan todeta, että negatiivisen energiataseen vallitessa laktaation alussa lehmien saaminen uudelleen tiineeksi on osoittautunut vaikeaksi. Hankaluus esiintyy ennen kaikkea korkeatuottoisilla lehmillä, joilla negatiivisen energiataseen aika on pisin.

FOLMAN ym. (1973) totesivat tutkimuksessaan, että lehmän kiimakierron vaiheen mukaan muuttuvasta veren plasman progesteronitasosta voidaan tehdä päätelmiä siitä, milloin poikimisen jälkeen uusi tiinehtyminen on mahdollinen. Tutkimuksessa normien mukaan ruokittujen lehmien plasman progesteronitaso jäi alemmas, kiimoja havaittiin vähemmän, tiinehtyminen tapahtui myöhemmin ja tiineyttä kohti tarvittiin enemmän siemennyksiä kuin yli normien ruokituilla lehmillä. Progesteronitason määrittäminen hyvänä puolena on se, että mittaus voidaan tehdä myös maidosta, jolloin verinäytteen ottoa ei tarvita.

PARKER ja BLOWEY (1976) totesivat, että veren sokeripitoisuus siemennyspäivän tienoilla (± 3 pv) oli korkeampi niillä lehmillä, jotka tiinehtyivät, kuin niillä, joita ei siitä siemennyksestä saatu tiineiksi. Tutkimuksessa ei kuitenkaan havaittu yhteyttä energiatason ja veren sokeripitoisuuden välillä. Lisäksi on huomattava, että veren sokeripitoisuuden määrittämistä häiritsee sokeritason vaihtelu ruokinnasta kuluneen ajan mukaan.

REID ym. (1964, ref. HANSEN, 1977a) tutki kokeessaan kolmen energiatason vaikutusta mm. hedelmällisyydestä Holstein-friisiläis-rodulla. Käytetyt energiatasot 62 %, 100 % ja 146 % oli laskettu USA:ssa noudatettujen energianormien suhteen. Tuloksista (taulukko 16) voidaan todeta, että runsaalla energiaruokinnalla hiehot saavuttavat sukukypsyyden aikaisemmin kuin alhaisella tasolla. Painossa sukukypsyyden saavuttamisen aikaan ei ole merkitsevää eroa. Hedelmällisyydestä selvin ero on ensimmäisen tiineyden osalta tiinehtyvyydessä ja toisen tiineyden osalta tarvittujen siemennysten määrässä.

Ruokinnan energiavajaus näkyy selvästi vasikan painossa, joka on ilmoitettu prosentteina emän painosta.

Energia-aliruokinnasta johtuvia haittoja voidaan vähentää käyttämällä

Taulukko 16. Energiatason vaikutus hedelmällisyyteen hiehoilla (REID ym. 1964, ref. HANSEN, 1977a).

	62 %	Energiatason 100 %	146 %
ikä ensimmäisen kiiman aikana, kk	20,2	11,2	9,2
paino " " " , kg	289	264	276
siem./tiin. ts, ensimmä.tiineys	1,55+1,21	1,41+0,74	1,48+0,71
tiin. ensimmä. siemenn., l.tiin., %	79	68	58
siem./tiin. ts, 2.tiineys	1,71+0,90	1,76+1,39	2,09+1,55
tiin. ensimmä. siem., 2.tiin., %	52	68	56
vasikan paino, % emän painosta	9,47	8,00	7,51
% kuoll. vasikoita	22,6	15,2	12,5
lypsykausi, pv ts	332+65	314+65	319+86
kg maitoa/elopaino 0,73	43,0	40,8	38,8

ns. kiihoitusruokintaa (flushing). Tätä voidaan käyttää joko kiiman aikaansaamiseen tai kiiman voimistamiseen. Ensimmäisessä tapauksessa useimmiten on kyseessä aliruokitun hiehon käsittely, jälkimmäistä tapaa ovat kokeilleet mm. GIROUD ja BROCHART (1970). Tutkimuksen tuloksena saatiin lehmillä, joilla käytettiin kiihoitusruokintaa, 11-12 prosenttiyksikköä parempi 30-60 päivän uusimattomuusprosentti. Korkeatuottoisilla lehmillä negatiivisen energiataseen aikana ei kiihoitusruokintaa yleensä kannata käyttää, sillä lehmä ei useinkaan kykene syömään lisättyä rehumäärää.

4.3.2. Proteiiniiruokinta ja hedelmällisyys

Proteiinin ali- tai ylikuokinta sattuu usein yhteen energian ali- tai ylikuokinnan kanssa. HEWETT (1972) sai käyttäessään tutkimuksen kohteena veren seerumi-proteiinitasoa tuloksen, jonka mukaan riippumatta rehun valkuaispitoisuudesta 41-44 % lehmistä tiinehtyy ensimmäisestä siemennyksestä. Voimakkaasti kohoava rehun valkuaispitoisuus vaikutti seerumi-proteiinitason nousun myötä alentavasti hedelmällisyyteen, mutta kohottavasti maidontuotantoon. Proteiinin yliannostus umessaoloaikana aiheutti poikimavaikeuksien lisääntymisen (LOTHAMMER, 1974). VIRTANEN (1966) totesi, että lisättäessä NPN-yhdisteiden (urea ja ammoniumtyppi) määrää rehun valkuaisaineiden kustannuksella lisääntyi tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrä, mutta kiima säilyi havaittavana ja säännöllisenä.

Voidaan todeta, että proteiini-aliiruokinta alentaa niin hiehojen kuin

lehmienkin hedelmällisyyttä, ylikuokinta umessaoloaikana lisää poikimavaikeuksia.

4.3.3. Rehun hienojakoisuuden vaikutus hedelmällisyyteen

Liian hienojakoinen rehu aiheuttaa maidon rasvaprosentin laskun, joka on seurausta pötsissä tapahtuneesta muutoksesta haihtuvien rasvahappojen muodostuksessa (etikka-, propioni- ja voihapo). Pitkän kuidun puute rehussa aiheuttaa häiriön pötsin neutralointitilanteessa, pH laskee ja etikkahapon osuus pötsin haihtuvien rasvahappojen määrästä vähenee. Etikkahappo puolestaan ei ole tärkeä yksinomaan maidon rasvasynteesissä, vaan sillä on merkityksensä rakennusaineena myös fysiologisissa prosesseissa tarvittavissa aineissa, kuten progesteroni ja estrogeeni (HANSEN, 1977a).

4.3.4. Kivennäisaineet ja hedelmällisyys

Vaikka kivennäisaineilla on todettu olevan suuri merkitys hedelmällisyyteen, on hyvin vähän kokeita, joissa olisi keskitytty tutkimaan pelkästään yhden tai muutaman kivennäisaineen vaikutusta. Tämä saattaa johtua mm. siitä, että vertailussa tarvittavista kivennäisainenormeista ei ole päästy tutkijoiden keskuudessa yksimielisyyteen.

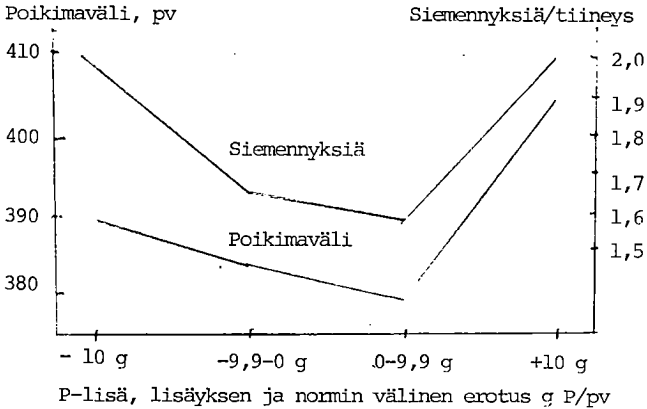
Fosfori

Fosforilla on kivennäisaineista todettu olevan suurin vaikutus hedelmällisyyteen. KONERMANN (1967, ref. HANSEN, 1977a) totesi, että sekä poikimaväli että tiineyttä kohti tarvittujen siemennysten määrä lisääntyivät, kun fosforin yliannostus normeihin nähden ylitti 10 g P/pv (piirros 15).

Tutkimuksessa poikimaväli piteni 8,38 pv/g ylimääräistä fosforia ja siemennysten määrä lisääntyi 0,11/g ylimääräistä fosforia. Molemmat regressiot poikkeavat merkittävästi nolasta.

Kalsium-fosfori suhde, joka maidontuotantoa ajatellen tulisi olla tasolla 1,5-2,0, on useiden tutkimusten mukaan (STEEVENS ym. 1971; KONERMANN, 1967; LOTHAMMER ja AHLSEDE, 1973b) oltava optimaalisen hedelmällisyyden saavuttamiseksi tasolla 2,0-3,0. Liian alhaiset (alle 1,5) ja liian korkeat (yli 5,5) Ca:P -tasot alentavat saavutettua hedelmällisyydestä selvästi.

Rehun fosfori-proteiinitason KONEFMANN (1967) totesi vaikuttavan hedelmällisyytulokseen, paras tulos saavutettiin, kun rehu sisälsi 3,0-4,0 g P/100 g srv. LOTHAMMER ja AHLWEDE (1973b) totesivat, että voimakas väkirehuruokinta saattaa merkitä sekä proteiinin että fosforin yliannostusta. Korkeatuottoisilla lehmillä erityisesti talvikautena käytetystä voimakkaasti väkirehuruokinnasta johtuen Ca:P -suhteen epäedullinen taso voi osittain selittää todettuja hedelmällisyyshäiriöitä.



Piirros 15. Fosforiannostuksen vaikutus hedelmällisyyteen, 299 lehmää (KONEFMANN, 1967 ref. HANSEN, 1977a).

Natrium ja kalium

Natriumin suurin ruokinnallinen merkitys on sen osallistuminen pötsinesteen neutralointiin. Natriumin ja kaliumin merkitykseen alentuneen hedelmällisyyden yhteydessä ei tähän asti ole kiinnitetty paljoakaan huomiota. Lannoituksen voimistuminen maatalouden erikoistumisen myötä on mahdollistanut näidenkin kivennäisaineiden määrien muutokset kasveissa ja sitä kautta kasveja syövissä eläimissä.

LOTHAMMER ja AHLWEDE (1973c) totesivat tiinehtyvyyden nousevan kohoavan natrium-tason myötä ja laskevan kalium-määrän noustessa, tutkimuksen korrelaatio Na- ja K-määrille oli -0,35.

Ylisuurilla kalium-annoksilla pidetyt hiehot saavuttivat sukukypsyyden 58 päivää myöhemmin ja niiden kiimakierrot olivat epäsäännöllisempiä kuin kontrolliryhmällä (LOTHAMMER, ym. 1974).

4.3.5. Hivenaineet ja hedelmällisyys

Hivenaineiden oleellinen merkitys on toimia organismeissa entsyymireaktioiden katalysaattoreina. Hedelmällisyyden kannalta merkityksellisiä hivenaineita ovat mangaani, kupari, jodi, koboltti (HANSEN, 1977a). Hivenaineista katsotaan mangaanilla olevan eniten merkitystä hedelmällisyyteen. Mangaanin puutoksesta kärsivillä lehmillä tiinehtyvyys ensimmäisestä siemennyksestä oli alhaisempi, luomisten määrä suurempi, kuolleena syntyneiden ja pian syntymän jälkeen kuolleiden vasikoiden määrä suurempi kuin kontrolliryhmällä (LOTHAMMER ja AHLWEDE, 1973b). MOBERGIN (1961) tulosten mukaan tiinehtyvyys ensimmäisestä siemennyksestä oli parempi koeryhmällä, joka sai jodilisän, kuin kontrolliryhmän lehmillä, joita ruokittiin normien mukaan.

Kuparin puute näyttää aiheuttavan sikiökuolleisuuden lisääntymisen ja kiimaoireiden heikkenemisen, kuitenkin kuparin merkitys hedelmällisyyteen on vielä epäselvä (LOTHAMMER ja AHLWEDE, 1973b).

O M A T T U T K I M U K S E T

1. AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

1.1. Tutkimusaineiston poiminta ja tutkitut ominaisuudet

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut tarkastella mahdollisuuksia käyttää poikimaväliä ja/tai siemennysten määrää tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Aineistona tutkimuksessa on käytetty karjantarkkailutietoja Oulun ja Lapin läänin alueilta vuodelta 1976, alueeseen kuuluvat maanviljelysseurat 16-22. Tiedot on poimittu Maatalouden Laskentakeskuksen lehmärekisteristä ja karjantarkkailutiedostosta, tutkimuksessa käytetty tietuemalli on taulukossa 17.

Taulukko 17. Tutkimuksessa käytetty tietuemalli

Muuttujan numero	Muuttuja
1	Lehmän rotu
2	Maatalouskeskus
3	Karjan numero
4	Lehmän korvanumero
5	Lehmän isän nro
6	" syntymävuosi
7	" " kuuk.
8	" " päivä
9	Poikimäkerta
10	Poikimavuosi
11	" kuukausi
12	" päivä
13	Vasikan sukupuoli
14	Vasikan isä
15	Siemennysten määrä
16	Lehmän emän rotu
17	Tarkkailuvuoden maitotuotos, kg
18	" rasvatuotos, kg
19	" rasvaprosentti
20	Tuotosvuosi
21	Poikimista edeltäneen lypsykauden 305 pv:n maitotuotos, kg
22	Edeltäneen lypsykauden 305 pv:n rasvatuotos, kg
23	Vasikan sukupuoli edellisessä poikimisessa
24	Karjan koko
25	Karjan keskituotos, 10 kg
26	Poikimaväli
27	Lypsykausi
28	Elopaino
29	Suhteellinen tuotos
30	Tyhjäkausi

Tutkimusaineistoa muodostettaessa karsiutui 6008 lehmää, suurimpana poistumisen syynä tyhjäkauden pituus, joka oli joko alle 7 päivää tai yli 365 päivää. Aineiston lehmien rotujakauma oli taulukon 18 mukainen.

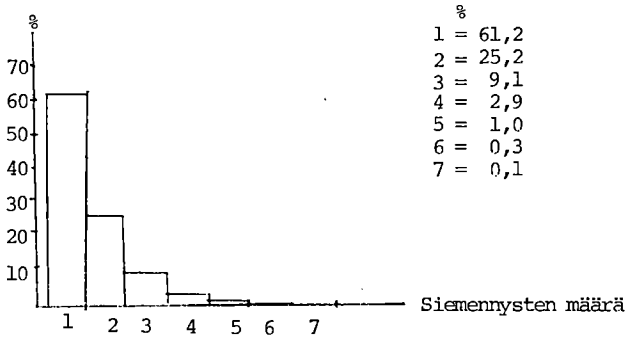
Taulukko 18. Tutkimusaineiston lehmien rotujakauma.

Rotu	havaintoja	%
Ay	28534	83,14
Sk	2456	7,16
Fr	3318	9,67
Muut	13	0,04
Yht.	34321	

Varsinaisessa tutkimuksessa huomio kiinnitettiin vain valtarotuna olevaan ayrshireen. Koska lähes puolelta aineiston lehmistä puuttui tieto emän rodusta, ei analysointivaiheessa kiinnitetty huomiota tähän muutujaan ja mahdolliseen heteroosiin tutkittavissa mitoissa. On kuitenkin oletettavaa, että suurimmalla osalla lehmistä, joiden emän rodun tietoa ei ollut, rotu oli sama kuin lehmällä itsellään. Ayrshire-rodusta aineistoon hyväksyttiin vain ne kaksi kertaa tai useammin poikineet, joilla oli poikimapäivämäärä vuodelta 1976, ja joilla ruokintapäivien luku karjassa oli 365. Tällä rajoituksella aineistosta haluttiin karsia ne lehmät, jotka olivat tarkkailtavan vuoden aikana vaihtaneet karjasta toiseen.

Poikimakertoina aineistossa esiintyivät luvut 2-16; 79,0 % lehmistä sijoittui poikimakertatiedoltaan välille 2-5. Koko aineistossa oli tarkasteltavan poikimisen osalta vasikoista 47,2 % lehmävasikoita, 50,7 % sonnivasikoita ja 1,90 % kaksosia. Tiineyttä kohti tarvittiin aineiston mukaan 1,58 siemennystä ja keskimääräiseksi poikimaväliksi todettiin 384,5 päivää. Tyhjäkauden osalta, ts. jaksolta poikimisesta seuraavaan tiinehtymiseen, saatiin tästä kalenterivuoden käsittävästä aineistosta hyväksyttäviä tietoja vain niiden lehmien osalta, jotka olivat poikineet tammi-maaliskuussa. Muiden kuukausien osalta aineisto rajautui, karsien pisimmät tyhjäkaudet pois. Tämän vuoksi muuttuja jätettiinkin analysoinneissa melko vähäiselle huomiolle. Tutkittavien naarashedelmällisyysmittojen jakuma aineistossa on esitetty piirroksessa 16 ja taulukossa 19.

Molemmissa mitoissa poikimakerta 2 poikkeaa muista hieman. Siemennysten osalta tiinehtyminen ensimmäisestä siemennyksestä on selvästi heikompi kuin muilla poikimakerroilla. Poikimavälin osalta toisessa poikimakerrassa, eli ensimmäisessä poikimavälitiedossa, pitkien jaksojen (yli 400 pv) osuus oli muita poikimakertoja suurempi.



Piirros 16. Siemennyksiä tiineyttä kohti, koko aineisto, %.

Taulukko 19. Poikimavälin jakauma (%) koko aineistossa.

Poik.väli	%
alle 300 pv	0,4
340	10,0
360	24,0
380	24,8
400	14,8
420	9,7
440	5,5
460	3,7
480	2,4
yli 500	4,8

1.2. Tilastolliset menetelmät

Aineiston tilastollinen käsittely tapahtui Maatalouden Laskentakeskuksen tietokoneella ja siinä käytössä oleilla analyysiohjelmilla. Tiedoista laskettiin ristiintaulukoinnilla luokakohtaiset ja muuttujakohtaiset keskiarvot ja muuttujaparin välinen korrelaatio. Hierarkisella kovarianssianalyysillä laskettiin varianssianalyysit mallilla

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij}$$

jossa μ = keskiarvo
 a_i = poikimäkerran vaikutus
 b_j = j:nnen isän vaikutus
 e_{ij} = virhe

Tutkittavassa aineistossa havaintojen määrä luokkaa kohti vaihteli suuresti, josta johtuen odotettuja keskineliöitä laskettaessa todetaan, etteivät saman varianssikomponentin kertoimet eri tasoilla vastaa toisiaan

(taulukko 20). Tarvittavien kerrointen lasku ja menetelmän jatkotoimet ovat SOKAL ja ROHLFin (1969) mukaiset.

Taulukko 20. Odotetut keskineliöt kaksisuuntaisessa varianssianalyysissä (SOKAL ja ROHLF, 1969).

Lähde	df	Keskineliö
Poikimakertojen väl. A	$a - 1$	$\sigma^2 + n'_{\circ} \sigma_{BCA}^2 + (nb)_{\circ} \sigma_A^2$
Isien väl. poikimakeroittain B	$\sum b_i - a$	$\sigma^2 + n_{\circ} \sigma_{BCA}^2$
Isien sis., virhe	$\frac{a}{\sum} \frac{b}{\sum n_{ij}} - \frac{a}{\sum} b_i$	σ^2

Aineistosta laskettiin lisäksi ominaisuuksien geneettiset ja fenotyyppiset korrelaatiot sekä tutkittavien muuttujien periytyvyysastearviot. Periytyvyysasteita laskettaessa käytettiin Maatalouden Tutkimuskeskuksesta Laskentakeskuksen koneille sovellettua ohjelmaa. Heritabiliteetti, josta nähdään eri korjausten ja eri tyttämäärän vaikutus, on laskettu suppeassa mielessä, isänpuoleisista puolisisarista. Ensimmäisessä laskennassa vaadittiin vähintään 4 tytärtä isää kohti, toisessa laskennassa vähintään 50 tytärtä isää kohti ja kolmannessa vaadittiin isittäin vähintään 99 tytärtä. Periytyvyysasteenarviot siemennysten määrälle tiineyttä kohti ja poikimavälille laskettiin sekä korjaamattomasta että poikimakuukauden suhteen korjatusta aineistosta. Korjaustermit laskettiin vähentämällä kunkin poikimakerran keskiarvosta vastaava poikimakerran sisäinen kuukausikeskiarvo. Lisäämällä korjaustermit poikimakuukausittain vastaavaan poikimakuukauden havaintoon saatiin korjattu tiedosto. Korjaustermit on esitetty taulukoissa 21 ja 22. Aineistossa, josta laskenta suoritettiin, oli poikimakerrat viidestä eteenpäin yhdistetty samaksi luokaksi.

Pienimmän neliösumman menetelmällä arvioitiin poikimakuukauden, -kerran, tuotoksen, maatalouskeskuksen, karjan koon ja karjan vaikutusta poikimavälin pituuteen ja siemennysten määrään tiineyttä kohti. Käytetyt mallit olivat:

- $y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + A_{ijkl} + e_{ijkl}$
- $y_{mijlt} = \mu + d_m + a_i + b_j + A_{mijlt} + e_{mijlt}$
- $y_{nijlr} = \mu + f_n + a_i + b_j + A_{nijlr} + e_{nijlr}$, jossa

- y_x = joko poikimaväli tai siemennysten määrä lehmällä
 a_i = poikimakerran vaikutus
 b_j = poikimakuukauden vaikutus
 c_k = karjan koon vaikutus
 d_m = maatalouskeskuksen vaikutus
 f_n = karjan vaikutus
 A_x = 305 pv:n maitotuotos, regressiomuuttuja
 e_x = virhetermi
 μ = keskiarvo

Taulukko 21. Korjaustermit tiineyteen tarvittavien siemennysten määriin poikimakerroittain ja -kuukausittain.

Poik. kuuk.	Poikimakerta			
	2	3	4	5
1	-0,10	-0,05	-0,05	-0,09
2	-0,10	-0,08	-0,04	-0,05
3	+0,06	+0,07	+0,10	+0,14
4	+0,02	+0,02	+0,09	+0,08
5	-0,01	-0,13	-0,16	-0,08
6	-0,13	-0,11	-0,29	-0,32
7	-0,07	-0,06	-0,30	-0,28
8	+0,12	+0,02	-0,12	+0,02
9	+0,21	+0,12	-0,05	+0,01
10	+0,06	+0,01	+0,14	+0,07
11	-0,10	+0,05	+0,03	+0,02
12	-0,08	+0,05	+0,15	+0,14

Taulukko 22 Korjaustermit poikimavälin pituuksiin poikimakerroittain ja kuukausittain.

Poik.kuuk.	Poikimakerta			
	2	3	4	5
1	+2	+0	-2	+0
2	+0	+0	+5	+8
3	+3	+7	+10	+10
4	+1	+5	+4	-3
5	+0	-1	-2	-7
6	+0	-8	-11	-19
7	+5	-2	-8	-20
8	+4	-2	-18	-6
9	+6	+2	-5	+3
10	+2	-4	+3	+2
11	-7	-2	+4	-7
12	-22	-6	-6	+2

Karjan vaikutus huomioitiin analyysissä absorboimalla karjataso. Vaikutus saatiin lasketuksi kahdesta analyysistä, joista toisessa karjataso ei ollut mukana ja joista toisessa sen vaikutus huomioitiin. Absorboidun tason merkitsevyys saadaan selville seuraavien kaavojen mukaan:

1. Karjataso ei mukana

Total	DFT1	SST1	
Mu	1	SSM1	
Malli	DFM1	SSM1	
virhe	DFE1	SSE1	MSE1

2. Karjataso absorboidaan

Total	DFT2	SST2	
Malli	DFM2	SSM2	
Virhe	DFE2	SSE2	MSE2

Näiden perusteella voidaan laskea karjatasoa vastaava rivi varianssianalyysiin:

$$DFA2 = DFE1 - DFE2$$

$$SSA2 = SSE1 - SSE2$$

$$MSA2 = SSA2/DFA2$$

$$FA2 = MSA2/MSE2$$

jossa DFT1, DFT2 = kokonaisvaihtelun vapausasteet

DFM1, DFM2 = mallin vapausasteet

DFE1, DFE2 = virheen vapausasteet

DFA2 = karjataso vapausasteet

SST1, SST2 = kokon. neliösumma

SSM1, SSM2 = mallin neliösumma

SSE1, SSE2 = virheen neliösumma

SSA2 = karjataso neliösumma

MSE1, MSE2 = keskineliö

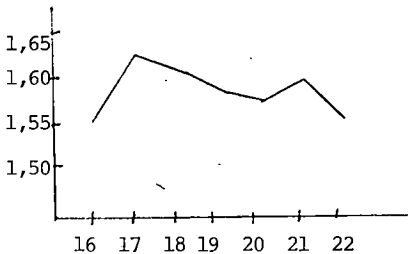
MSA2 = karjataso keskineliö

FA2 = karjataso F-arvo

2. TULOKSET

2.1. Alueen vaikutus

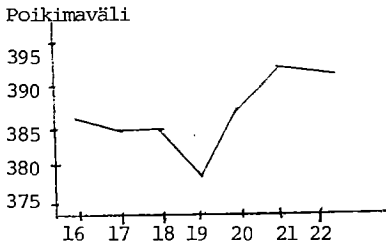
Alueina tutkimuksessa olivat maanviljelysseurat 16-22 vastaten suunnitteen Oulun ja Lapin läänien aluetta. Tutkimuksessa todettiin tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrän vaihtelevan tilastollisesti erittäin merkittävästi ($P < 0,001$) eri alueiden välillä (piirros 17). Keskiarvo aineistosta oli 1,58.



Piirros 17. Siemennysten määrä alueittain.

Alueiden 16 ja 22 keskiarvo jää alle koko tutkitun alueen keskiarvon, kun taas alueilla 17 ja 18 tarvittujen siemennysten määrä on keskitasoa korkeampi. Vaikka alueen vaikutus olikin tilastollisesti merkittävä, jäi sen osuus tutkitun hedelmällisyysominaisuuden kokonaisvaihtelusta melko pieneksi (taulukko 23).

Myös poikimavälin osalta alueelliset erot olivat tilastollisesti erittäin merkittäviä ($P < 0,001$) (piirros 18). Aineiston keskiarvo oli 384,5 päivää, alueen vaihtelun osuus poikimavälin kokonaisvaihtelusta oli hieman suurempi kuin siemennysten määrän vastaava arvo. Se, etteivät poikimavälin ja siemennysten määrän vaihtelut ole alueittaisesti olleenkaan samansuuntaisia, osoittaa, että alue vaikuttaa hyvin voimakkaasti tyhjäkauden pituuteen.



Piirros 18. Poikimaväli alueittain.

Taulukko 23. Varianssianalyysi poikimakerran, -kuukauden, alueen ja 305 pv:n maitotuotoksen vaikutuksesta tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrään.

Lähde	Keskineliö	v.a.	F-arvo	var. %
Poikimakerta	58,331295	3	72,0701 ^{xxx}	0,96 %
" kuuk.	28,643371	11	35,3898 ^{xxx}	1,33
Alue	4,238925	6	5,2372 ^{xxx}	0,10
Maitotuotos	386,62752	1	477,69 ^{xxx}	
Virhe	0,80936	30799		97,6

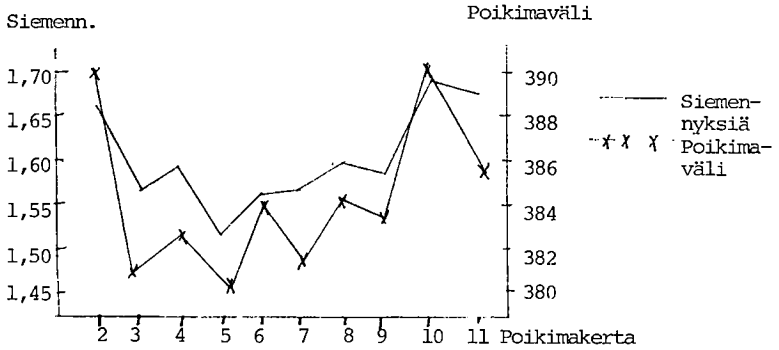
Taulukko 24. Varianssianalyysi poikimakerran, -kuukauden, alueen ja 305 pv:n maitotuotoksen vaikutuksesta poikimaväliin.

Lähde	Keskineliö	v.a.	F-arvo	var. %
Poikimakerta	247591,79	3	85,6255 ^{xxx}	1,14
" kuuk.	72823,81	11	25,1859 ^{xxx}	0,94
Alue	36865,87	6	12,7500 ^{xxx}	0,29
Maitotuotos	662728,79	1	229,203 ^{xxx}	
Virhe	2891,45	30799		97,6

2.2. Poikimakerran ja poikimakuukauden vaikutus

Niin poikimakerran (piirros 19) kuin poikimakuukaudenkin vaikutus molempiin tutkittaviin hedelmällisyysominaisuuksiin todettiin aineistossa tilastollisesti merkitsevästi.

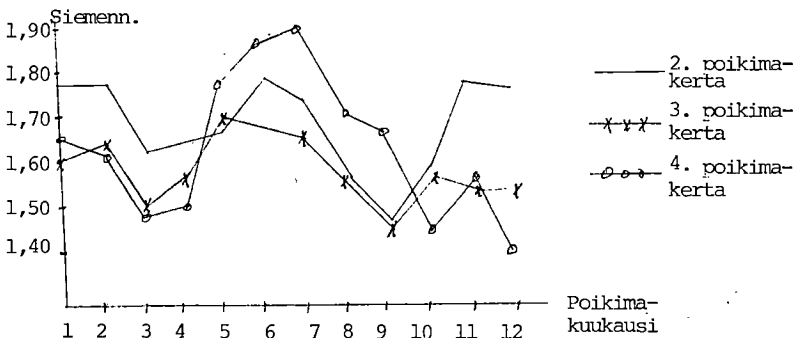
Poikimakerta 2 muodostaa molemmissa tutkituissa ominaisuuksissa selvän poikkeuksen, tiineyteen tarvittavien siemennysten määrä oli 1,66, kun se koko aineistossa oli 1,58. Vastaavat luvut poikimavälin osalta olivat



Piirros 19. Poikimakerran vaikutus tutkittuihin hedelmällisyyssmittoihin.

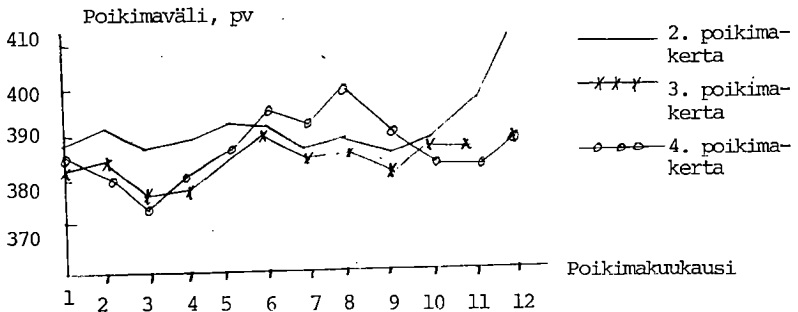
390 pv ja 384,5 pv, toisen poikimakerran luku ensin mainittuna. Tulos vastaa hyvin ulkomaisten tutkimusten tuloksia (BEZALEL, 1964; ØDEGÅRD, 1965; ELLEBY, 1974; HANSEN, 1977b). Koska aineisto käsitti vain yhden vuoden tiedot, ei ollut mahdollista tutkia saman lehmän useiden peräkkäisten poikimavälien pituuksia, mutta sama, pitkien ja lyhyiden poikimavälien vuorottelu, olisi oletettavasti havaittu myös yksittäisen lehmän kohdalla. Piirroksen 19 mukaan kumpikin hedelmällisyyssmitta kehittyi epäsuotuisaan suuntaan poikimakertojen lisääntyessä, eri poikimakerroilla mitat käyttäytyivät hyvin toisiaan vastaten.

Aineiston jakauma poikimakuukausittain oli kaikilla poikimakerroilla sama. Jakauma oli selvästi kaksihuippuinen, voimakkaampi huippu sattui maaliskuukuulle, keskimäärin 40 % havainnoista, ja toinen huippu loka-joulukuulle, keskimäärin 25 % havainnoista. Poikimakuukauden vaikutuksen tutkittuihin hedelmällisyyssmittoihin todettiin vaihtelevan jonkin verran poikimakerrosta riippuen (piirros 20 ja piirros 21).



Piirros 20. Siennetykset tiineyttä kohti poikimakuukausittain.

Molemmissa ominaisuuksissa voidaan todeta vuodenaajan mukaan tapahtuva aaltoliike: maalis-huhtikuussa ja syys-lokakuussa poikineilla poikimaväli on lyhimillään ja kyseiseen tiineyteen on tarvittu vähän siemennyksiä. Kesäkautena voidaan molempien hedelmällisyysmittojen havaita olevan suurimmillaan. Vastaavan tuloksen ovat saaneet mm. MALJALA (1974) ja FRILSJAKOBSEN (1962). Vuodenaikaisvaihtelu, joka hieman muuttui poikimäkerran muuttuessa, on siemennysten määrän osalta selvästi havaittavissa jo toisella poikimäkerralla. Poikimavälin arvoissa toisen poikimäkerran vaihtelu näyttää marras-joulukuuta lukuunottamatta olevan muita poikimäkertoja vähäisempää. Tarkasteltavat ominaisuudet näyttävät aika tarkoin seuraavan muutoksissa samaa linjaa. Tämä onkin oletettavaa, ovathan kyseessä saman poikimavälin mittojen arvot. Päätelmien tekemistä vaikeuttaa kuitenkin se, ettei aineistosta ollut mahdollista tutkia tyhjäkaudessa tapahtuneita muutoksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä sekä näiden muutosten vaikutusta molempiin tutkimuksen kohteena oleviin mittoihin.



Piirros 21. Poikimaväli poikimakuukausittain.

Varianssianalyysin tuloksista voidaan todeta, että poikimäkerran vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä (taulukko 25) tiineyteen tarvittavien siemennysten määrään, kun taas vaikutus poikimaväliin on ollut hyvin merkitsevä ($P < 0,01$) (taulukko 26).

Taulukko 25. Varianssianalyysi poikimäkerran ja -kuukauden vaikutuksesta sekä niiden yhdysvaikutuksesta tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrään.

Lähde	Keskineliö	df	F-arvo	var.-%
Poikimäkerta	17,667252	3	1,9988	0,32
" kuuk.	19,067963	11	3,6652 ^{xxx}	1,04
Yhdysvaikut.	3,70183	33	4,4285 ^{xxx}	0,46
Virhe	0,83590865	24752		98,18

Taulukko 26. Varianssianalyysi poikimakerran ja -kuukauden vaikutuksesta sekä niiden yhdysvaikutuksesta poikimaväliin.

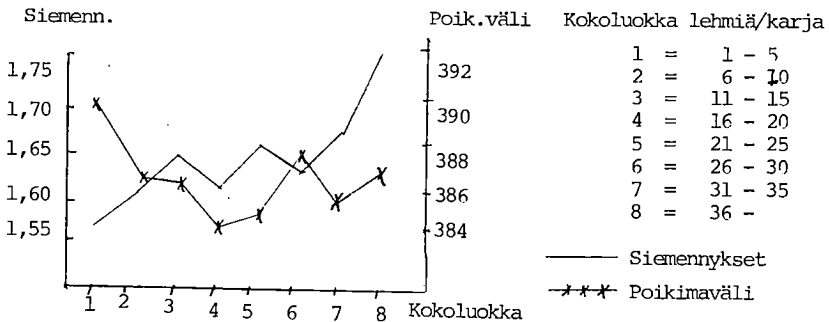
Lähde	Keskineliö	df	F-arvo	var.%
Poikimakerta	142185,56	3	4,4146 ^{xxx}	0,77
Poikimakuukausi	64906,71	11	2,3624 ^{xx}	1,02
Yhdysvaikutus	14975,83	33	5,2129 ^{xxx}	0,57
Virhe	2872,84	24752		97,65

Poikimakuukauden vaikutus siemennysten määrään on tulosten mukaan tilastollisesti erittäin merkitsevä ($P < 0,001$) ja poikimaväliin hyvin merkitsevä ($P < 0,01$). Poikimakuukauden ja -kerran yhdysvaikutus on kummassakin ominaisuudessa ollut tilastollisesti erittäin merkitsevä ($P < 0,001$).

2.3. Karjan vaikutus

Karjan vaikutusta tarkasteltiin tutkimuksessa karjan koon, keskituotoksen ja itse karjan osalta.

Karjan koko luokiteltiin pienemmän neliösumman menetelmää varten kahdeksaan luokkaan (piirros 22).



Piirros 22. Karjan koko ja tutkitut hedelmällisyysmitat.

Tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrän osalta suuntaus on nouseva karjakoon kasvaessa. Pienissä karjoissa lehmien hoito yleensä tapahtuu yrittäjäperheen voimin, jolloin motivaatio työn tarkkuuteen on olemassa. Lisäksi pienissä karjoissa lehmien yksilöllinen seuraaminen on helpompaa.

Poikimavälin osalta näyttäisi edullisin alue olevan karjan kokoluokat 16-20 ja 21-25. Tässä ominaisuudessa pienimmät karjat saavuttavat heikoin tuloksen. Tämä johtuu ehkä siitä, että lemmiä näissä karjoissa mielellään lypsätetään pitempään ja annetaan useamman kiiman mennä ohi, ennenkuin aloitetaan siemennykset uutta tiineyttä varten. Keskisuurissa karjoissa siemennykset aloitetaan aikaisemmin, ja huolellisella kiimakontrollilla saadaan tiineys aikaan pienemmällä poikimavälillä, joskin useammalla siemennyksellä. Myös suurimmissa kokoluokissa siemennykset aloitetaan poikimisen jälkeen ennemmin kuin pienillä tiloilla, jolloin uusintasiemennysten poikimaväliä jatkava vaikutus ei tule täysin selvänä esille.

Karjakoon vaikutusta tutkittuihin hedelmällisyysmittoihin analysoitiin mallilla, jossa regressiomuuttujana oli poikimista edeltäneen lypsykauden 305 päivän maitotuotos ja muina tekijöinä poikimakerta, poikimakuukausi ja karjan koko, tulokset on esitetty taulukoissa: 27 ja 28.

Taulukko 27. Varianssianalyysi poikimakerran, -kuukauden ja karjan koon sekä tuotoksen vaikutuksesta tiinevettä kohti tarvittavien siemennysten määrään.

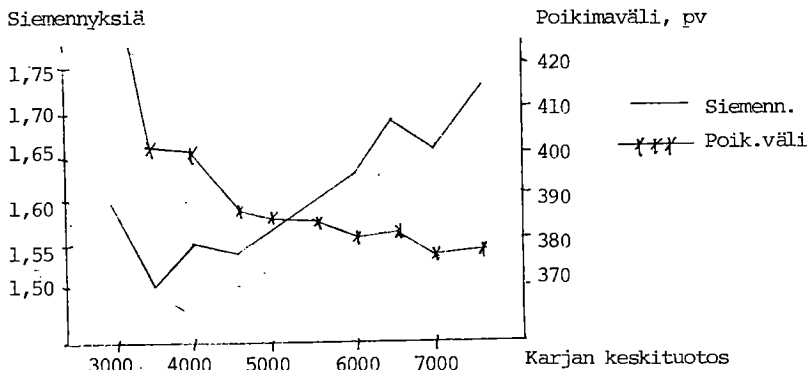
Lähde	Keskineliö	df	F-arvo	var. %
Poikimakerta	64,309362	3	78,3926 ^{xxx}	1,21
Poikimakuukausi	22,2463	11	27,118 ^{xxx}	1,22
Karjan koko	3,3102946	7	4,0352 ^{xxx}	0,10
Maitotuotos	451,17975	1	549,9842 ^{xxx}	
Virhe	0,82035	24941		97,45

Taulukko 28. Varianssianalyysi poikimakerran, -kuukauden ja karjan koon sekä tuotoksen vaikutuksesta poikimaväliin.

Lähde	Keskineliö	df	F-arvo	var. %
Poikimakerta	253987,19	3	88,6255 ^{xxx}	1,47
Poikimakuukausi	66835,86	11	23,3215 ^{xxx}	1,06
Karjan koko	5596,74	7	1,9528	0,04
Tuotos	681539,11	1	237,814 ^{xxx}	
Virhe	2865,85	24941		97,42

Karjan koon vaikutus siemennysten määrään oli tilastollisesti erittäin merkitsevä, joskin sen aiheuttama vaihtelunosuus muuttujan kokonaisvaihtelussa jäi pieneksi. Poikimaväliin ei karjan koolla ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta.

Karjan keskituotoksen vaikutusta tutkittuihin hedelmällisyyssmittoihin kuvaa piirros 23. Samoin kuin karjan koon kasvu, näyttää myös karjan keskituotoksen nousu aiheuttavan tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrän lisääntymisen ja lyhyemmän poikimavälin. Aineiston poiminnasta johtuen ei tutkimuksessa voitu tarkistaa, pitääkö paikkansa hypoteesi, että korkeatuottoisissa karjoissa poikimisen jälkeiset siemennykset aloitettaisiin lyhyemmän ajanjakson jälkeen kuin alempituottoisissa karjoissa.



Piirros 23. Karjan keskituotos ja tutkitut hedelmällisyyssmitat.

Itse karjan vaikutuksesta on esitetty taulukot 29 ja 30. Tuloksista voidaan todeta, että karjan vaikutus niin tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrään kuin poikimaväliinkin on ollut selvä. Vaikutus on huomattavasti suurempi kuin esim. alueen aikaansaama, ennenkaikkea poikimavälin muuntelussa on karja merkittävä vaihtelunaiheuttaja.

Taulukko 29. Karjan vaikutus tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrään.

Lähde	Keskineliö	df	F-arvo	var. %
Poikimakerta	52,1744	3	67,0347 ^{xxx}	0,99
Poikimakukuusi	21,6593	11	27,8283 ^{xxx}	1,21
Karjan vaikutus	0,9397	6041	1,2078 ^{xxx}	4,71
Maitotuotos	305,8659	1	392,9825 ^{xxx}	
Virhe	0,7783	24764		93,08

Taulukko 30. Karjan vaikutus poikimaväliin.

Lähde	Keskineliö	df	F-arvo	var. %
Poikimakerta	274635,33	3	103,5096 ^{xxx}	1,45
Poikimakuukausi	46076,180	11	17,3660 ^{xxx}	0,70
Karjan vaikutus	3901,79	6041	1,4705 ^{xxx}	10,08
Maidontuotos	1430207,2	1	539,0430	
Virhe	2653,23	24764		87,77

2.4. Vasikan sukupuoli

Syntyvän vasikan sukupuolella ei ollut vaikutusta tiineyttä kohti tarvittavien siennysten määrään. Poikimaväliin vasikan sukupuoli vaikutti niin, että sonnivasikan syntyessä poikimaväli oli 0,6 pv pitempi kuin lehmävasikan syntyessä. Kaksossynnytyksissä poikimaväli oli 7 päivää lyhyempi kuin muissa poikimisissa. Aineistosta ei ollut mahdollista tutkia sitä, minkä poikimavälin osan pituuden muutoksesta havaitut erot johtuivat, mutta ulkomaisten tulosten perusteella voidaan vaihtelun olettaa johtuvan muutoksista tiineyden kestossa (NEUMHLE, 1975; SYRSTAD, 1973).

2.5. Lehmäkohtaiset tuotostiedot

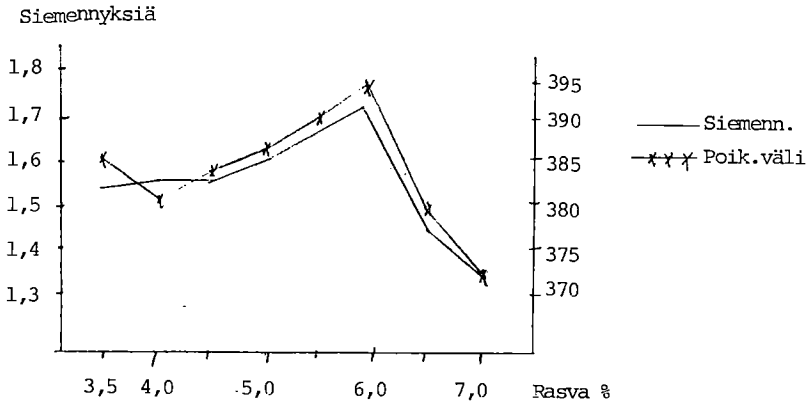
Tarkkailuvuoden tuotostietoina käytettiin tutkimuksessa maidon ja rasvan kilomääräisiä tuotoksia ja rasvan prosenttimäärää. Poikimista edeltäneen lypsykauden tietoina käytettiin maito- ja rasvatuotosten kilomääräisiä arvoja.

Yleislinjana tuotostietojen yhteydestä tarkasteltaviin hedelmällisyysmittoihin voidaan todeta, että tarkkailuvuoden tietojen osalta yhteys on negatiivinen ja edeltäneen lypsykauden tietojen osalta selvästi positiivinen. Poikkeuksen tähän linjaan tekee rasvaprosentti.

2.5.1. Rasvaprosentin vaikutus

Rasvaprosentin nousun vaikutus niin tiineyttä kohti tarvittavien siennysten määrään kuin poikimaväliinkin on hyvin yhtenevä. Alle 4,0 prosentin alueella rasvapitoisuuden lisääntyessä tapahtuu poikimavälimitan

arvojen kehitys lievästi suotuisaan suuntaan. Yli 4,0 prosentin alueella kumpikin mitta kehittyi voimakkaasti epätoivottuun suuntaan (piirros 24).



Piirros 24. Rasvaprosentti ja tutkimuksen hedelmällisyyssmitat.

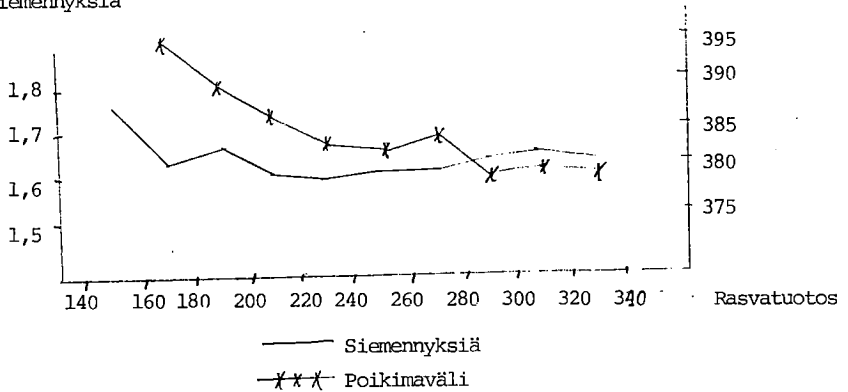
Rasvaprosentin muutoksen vaikutus oli kaikilla poikimakerroilla samantapainen. Poikimakerta no. 2 poikkesi muista poikimavälitiedon osalta, joka kautta linjan oli 10 päivää suurempi kuin muilla poikimakerroilla, muutokset olivat kuitenkin muiden poikimakertojen kanssa yhdensuuntaiset. Poikimavälin pidetessä todettiin tuloksista erittäin vähäinen rasvaprosentin nousu. Kummankin hedelmällisyyssmitan kokonaisvaihtelusta rasvaprosentin variaatio-osuus oli n. 0,30 %.

2.5.2. Rasvatuotoksen vaikutus

Tarkkailuvuoden rasvatuotoksen määrässä tapahtunut vaihtelu aiheutti vain vähäisiä muutoksia tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrässä. Alle 210 kg:n vuosituotoksessa tuotannon lisäys aiheuttaa siemennysten määrän vähenemistä, yli 290 kg:n vuosituotoksessa siemennysten määrässä on havaittavissa hienoinen lisääntyminen. Näiden kahden arvon välillä ei rasvatuotoksella ole käytännössä vaikutusta tiineyteen tarvittavien siemennysten määrään (piirros 25). Poikimaväliin tarkkailuvuoden rasvatuotoksen muutos vaikuttaa selvemmin, osuus poikimavälin kokonaisuuntelusta on 1,67 %. Rasvatuotoksen noustessa tapahtuu poikimavälin lyhenemistä (piirros 25). Eri poikimakertojen osalta tulokset olivat

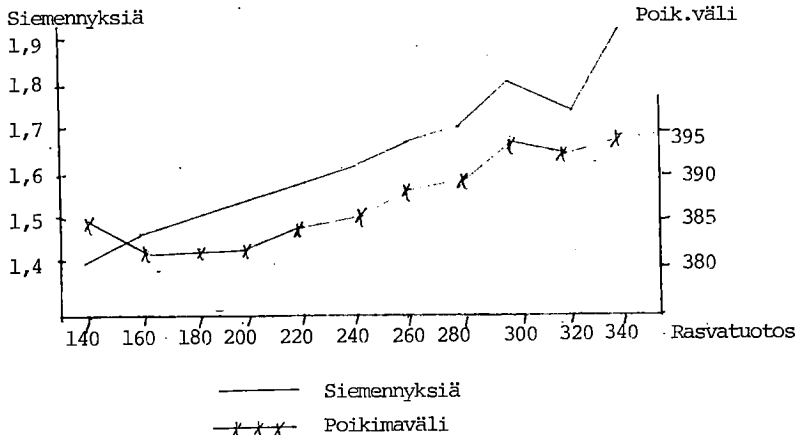
toisiaan vastaavia.

Siemennyksiä



Piirros 25. Tarkkailuvuoden rasvatuotos ja käytetyt hedelmällisyysmitat.

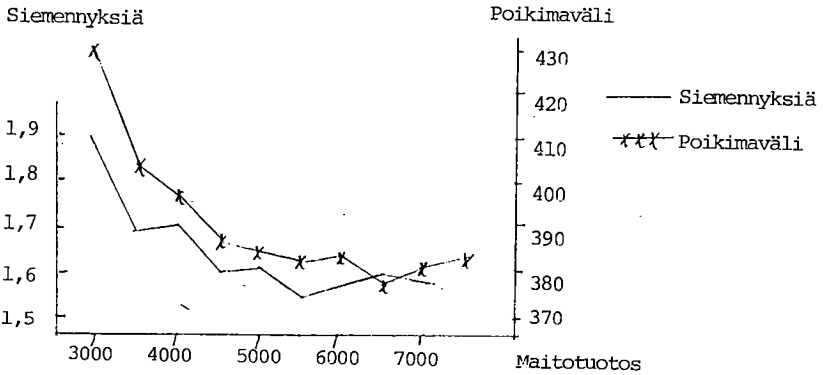
Poikimista edeltäneen lypsykauden 305 pv:n rasvatuotoksissa tapahtuneet muutokset heijastuivat puolestaan enemmän tiineyteen tarvittavien siemennysten määrässä kuin poikimavälissä. Kummankin mitan yhteydet tosin ovat positiivisia ts. rasvatuotoksen noustessa kummankin tutkitun hedelmällisyysmitan lukuarvo kasvoi (piirros 26). Itse ominaisuuksia ajatellen mainitunsuuntainen kehitys merkitsee epäsuotuisaa muutosta. Myös tämän tuotanto-ominaisuuden suhteen eri poikimakerrat vaikuttivat yhdenmukaisesti.



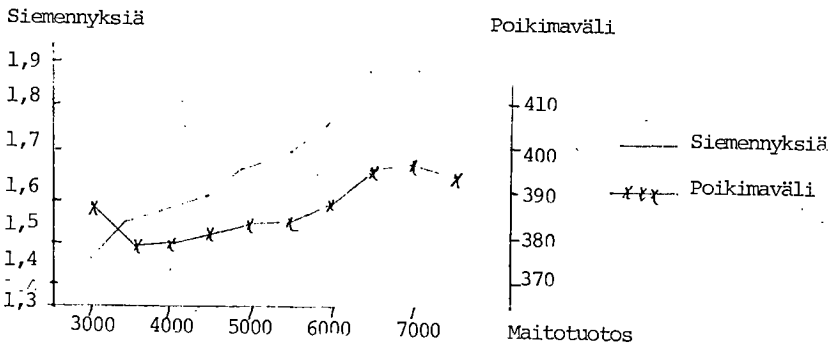
Piirros 26. Poikimista edeltäneen lypsykauden 305 pv:n rasvatuotos ja tutkimuksen hedelmällisyysmitat.

2.5.3. Maitotuotoksen vaikutus

Kumpaankin tutkittavaan hedelmällisyysominaisuuteen vaikuttaa kuitenkin tuotanto-ominaisuuksista eniten maidontuotanto ja sen muutokset. Poikimavälin osalta tärkeimmäksi mitaksi osoittautui tarkkailuvuoden maitomäärä, siennysten määrän osalta sen sijaan poikimista edeltäneen lypsykauden 305 päivän tuotos.



Piirros 27. Tarkkailuvuoden maitotuotos ja tutkittavat hedelmällisyysmitat.



Piirros 28. Poikimista edeltäneen lypsykauden 305 päivän maitotuotos ja tutkitut hedelmällisyysmitat.

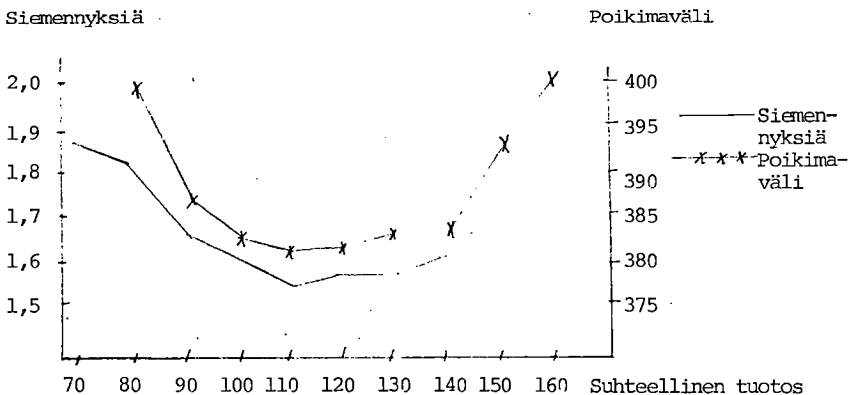
Maidontuotannon, kuin myös rasvantuotannonkin, kohdalla tarkkailuvuoden tuotoksen nousun seurauksena poikimaväli lyhenee ja tiineyttä kohti tarvittavien siennysten määrä alenee (piirros 27). Poikimista edeltäneen

lypsykauden tuotannon nousulla on puolestaan päinvastainen vaikutus (piirros 28). 305 päivän maidontuotannon ja tutkittujen hedelmällisyysmittojen välinen regressio osoittaa, että 100 kg:n lisäys tuotannossa merkitsee 0,44 päivän lisäystä poikimaväliin ja 0,01 yksikön lisäystä siemennysten määrään.

2.6. Suhteellisen tuotoksen ja lehmän elopainon vaikutus

Suhteellinen maitotuotos saadaan laskemalla lehmän tuotos prosentteina karjan sisäisesti samanrotuisten lehmien keskituotoksesta. Tällä menetelmällä saadaan poistetuiksi karjojen välisistä eroista johtuvia virhetekijöitä käytettävistä mittaustuloksista.

Kummankin tutkittavan hedelmällisyysmitan kohdalla suhteellisen tuotoksen vaihdellessa esiintyi tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja. Poikimavälin kokonaisvaihtelusta oli suhteellisen tuotoksen variaatioosuus 2,26 % ja siemennysten määrän osalta vastaava luku oli 1,17 %. Kummassakin ominaisuudessa lehmät, joiden suhteellinen tuotos oli alueella 90-130, olivat parhaalla tasolla hedelmällisyydessä (piirros 29).



Piirros 29. Suhteellinen tuotos ja tarkasteltavat hedelmällisyysmitat.

Tutkimuksessa ei lehmän elopaino vaikuttanut enempää poikimaväliin kuin tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määräänkään.

2.7. Fenotyyppiset ja geneettiset korrelaatiot

Kahden ominaisuuden geneettinen vuorosuhde tarkoittaa näiden ominaisuuksien additiivisten perinnöllisten arvojen välistä vuorosuhdetta, johon pääsyynä on pleiotropia, mutta johon vaikuttaa myös geenien kytkentä. Kytkennän pysyvyys puolestaan riippuu geenien keskinäisestä etäisyydestä. Ominaisuuksien välinen fenotyyppinen korrelaatio on summa, jossa tekijöinä ovat ominaisuuksien välinen geneettinen ja ympäristökorrelaatio kerrottuna vastaavilla polkukertoimilla. Mikäli kummankin ominaisuuden periytyvyys on pieni, johtuu ominaisuuksien välinen fenotyyppinen vuorosuhde tällöin lähinnä ympäristökorrelaatiosta.

Taulukoissa 31 ja 32 on esitetty tarkastelun kohteena olevien hedelmällisyyssmittojen fenotyyppisiä ja genotyyppisiä korrelaatioita muutamain tutkittuihin muuttujiin.

Taulukko 31. Tiineyttä kohti tarvittavien siennysten määrän fenotyyppisiä ja genotyyppisiä korrelaatioita eräiden muuttujien kanssa, kahdella tytärmäärällä isää kohti.

Ominaisuus	Vähintään 4 tytärtä/isä		Vähintään 50 tytärtä/isä	
	Fenotyypp.	Genotyypp.	Fenotyypp.	Genotyypp.
305 pv:n maito	0,15	0,53 _{+0,06}	0,15	0,26 _{+0,12}
Suhteell. tuotos	-0,06	0,54 _{+0,07}	-0,06	0,17 _{+0,15}
Ty-maitotuotos	-0,01	0,63		
Karjan keskituot.	0,05	0,43		
Lypsykausi	0,40	0,48	0,42	0,48
Poikimaväli	0,49	0,85 _{+0,02}	0,51	0,89 _{+0,03}

Taulukko 32. Poikimavälin fenotyyppisiä ja genotyyppisiä korrelaatioita eräiden muuttujien kanssa, kahdella tytärmäärällä isää kohti.

Ominaisuus	Vähintään 4 tytärtä/isä		Vähintään 50 tytärtä/isä	
	Fenotyypp.	Genotyypp.	Fenotyypp.	Genotyypp.
305 pv:n maito	0,09	0,04 _{+0,06}	0,12	0,21 _{+0,12}
Suhteellinen tuotos	-0,07	0,37 _{+0,06}	-0,08	0,26 _{+0,13}
Ty-maitotuotos	-0,09	0,13		
Karjan keskituotos	-0,07	-0,18		
Lypsykausi	0,79	0,76 _{+0,03}	0,81	0,66 _{+0,09}

Vertailuarvoja näille korrelaatioille löytyy kirjallisuudesta melko vähän. Kiinnostavin on HANSENin (1977b) tutkimus eri tanskalaisilla ro-

duilla poikimavälin osalta. Omassa tarkastelussani saadut fenotyyppiset korrelaatiot vastaisivat hyvin HANSENin saamia, genotyyppisten arvojen puolestaan poiketessa melko paljon. On kuitenkin huomioitava, että HANSENin tutkimuksessa tarkasteltiin vain kaksikertaa poikineita, omassa työssäni oli mukana myös useammin poikineita lehmiä. Lisäksi on huomattava HANSENin tutkimuksen mukaan rotujen välisten erojen olemassaolo mainituissa arvoissa.

2.8. Periytyvyysastearviot

Tutkittujen naaraan hedelmällisyysmittojen periytyvyysastearviot on laskettu varianssianalyysillä isänpuoleisista puolisisarista. Laskenta on tapahtunut poikimakertojen sisäisesti kolmella eri tytämäärällä isää kohti. Paitsi alkuperäisestä aineistosta, on arviointi suoritettu myös poikimakuukausikorjatusta materiaalista. Tulokset on esitetty taulukoissa 33 ja 34.

Taulukko 33. Periytyvyysarvioita siemennysten määrälle tiineyttä kohti.

Menetelmä	h^2 +se	
Korjaamaton	0,03+0,007	Vähintään 4 tytärtä/isä
Korjattu	0,03+0,006	
Korjaamaton	0,03+0,01	Vähintään 50 tytärtä/isä
Korjattu	0,02+0,008	
Korjaamaton	0,03+0,01	Vähintään 99 tytärtä/isä
Korjattu	0,02+0,01	

Taulukko 34. Periytyvyysarvioita poikimavälille.

Menetelmä	h^2 +se	
Korjaamaton	0,13+0,01	Vähintään 4 tytärtä/isä
Korjattu	0,16+0,01	
Korjaamaton	0,04+0,01	Vähintään 50 tytärtä/isä
Korjattu	0,06+0,01	
Korjaamaton	0,05+0,02	Vähintään 99 tytärtä/isä
Korjattu	0,06+0,02	

Tuloksista voidaan todeta, ettei poikimakuukausikorjauksella tai tytärten määrän lisäämisellä isää kohti ole vaikutusta tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrän periytyvyysastearvioihin. Poikimavälin suhteen poikimakuukauden vaikutuksen poistaminen on aiheuttanut isien välisen muuntelun lisääntymisen ja periytyvyysasteen nousun. Tytärten määrän lisääminen isää kohti on ratkaisevasti muuttanut poikimavälin periytyvyysarvioita. Tytärmäärän vaatimuksen kasvaessa isää kohti valikoituiivat mukaanjäävät sonnit niin, että väheneminen tapahtuu nuorten sonnien määrässä. Periytyvyysasteen lasku on osoitusta siitä, että jäljelle jäävien sonnien välinen vaihtelu tytärten poikimavälin suhteen on pienempi kuin alkuperäisessä aineistossa.

Tutkimuksessa saadut periytyvyysastearviot, niin tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrälle kuin poikimavälillekin, vastaavat hyvin useiden tutkijoiden saamia tuloksia (HANSEN, 1977b; JANSON, 1976; MAIJALA, 1964; MAIJALA, 1974; ØDEGÅRD, 1965). Kirjallisuudesta löytyy myös saaduista arvioista huomattavasti poikkeavia arvoja (BRANTON, ym. 1956; JOHAR, ym. 1967; CARENZI, ym. 1974).

2.9. Tulosten tarkastelua

Kummassakin hedelmällisyysmitassa todettiin tilastollisesti erittäin merkitsevä alueellinen vaihtelu, alueen variaatio-osuus, niin poikimavälin kuin siemennysten määränkin osalta, jäi kuitenkin verraten pieneksi. Todettu alueen merkitys tarkasteltaviin mittoihin muuntelua aiheuttavana tekijänä on yhtäpitävä useiden tutkimusten tulosten kanssa (JANSON, 1977; MAIJALA, 1964). MAIJALAN (1964) saamien tulosten mukaan tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrän periytyvyysaste vaihtelee myös ks-yhdistyksittäin. Tutkimukseni tuloksen tulkintaa vaikeuttaa se, että alueena käytettiin maanviljelysseuroja. Selvempää olisi ollut tarkastella alueena keinosiemennysyhdistyksiä, ja verrata niissä saavutettuja tuloksia keskenään. Keinosiemennysyhdistysten tulosten vertailu olisi kuitenkin merkinyt aineiston kaksinkertaistamista, sillä käytetyt Oulun ja Lapin läänien tiedot ovat lähes yksinomaan Pohjois-Suomen Keinosiemennysyhdistyksen aineistoa. Tutkimusaineiston paisumista kovin suureksi pyrittiin kuitenkin välttämään.

Niin poikimakerta kuin poikimakuukausikin vaikuttivat selvästi molempiin hedelmällisyysmittoihin. Vastaavan tuloksen ovat saaneet myös muutamat tutkijat (MAIJALA, 1974; BEZALEL, 1964; SCHALLES, ym. 1967; HANSEN, 1977b;

ØDEGÅRD, 1965), mutta myös vastakkaisia tuloksia esiintyy kirjallisuudessa (MATSOUKAS, ym. 1975). Paitsi kummankin muuttujan erillistä vaikutusta, myös niiden yhdysvaikutus todettiin tilastollisesti merkitseväksi muutteen aiheuttajaksi kummassakin hedelmällisyysmitassa. Tiineyteen tarvittavien siemennysten määrässä näyttäisi poikimakerran merkitys olevan vähäisempi kuin poikimavälissä, siemennysten määrän osalta poikimakuukausittainen vuodenaikaisvaihtelu oli näkyvissä jo toisesta poikimakerrasta lähtien.

Poikimista edeltäneen lypsykauden 305 päivän maitotuotoksen yhteydestä käytettyihin hedelmällisyysmittoihin saatu tulos on yhtäpitävä useiden ulkomaalaisten tutkijoiden saamien tulosten kanssa (ALPS, ym. 1973, ELLEBY, 1974). Tuotanto-ominaisuuksien geneettiset yhteydet hedelmällisyysmittoihin jäivät melko pieniksi, mutta yhteyden olemassaolo painottaa hedelmällisyyden huomiontia jälkeläisarvostelussa, semminkin, jos 305 päivän maitotuotosta aletaan käyttää tuotosmittana jälkeläisarvostelussa nykyisen tarkkailuvuoden tuotoksen sijasta.

3. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Alhaisen periytyvyysasteen vuoksi sonnin hedelmällisyyden jalostusarvon määrittämismenetelmänä tulee tutkittuja mittoja käytettäessä kyseeseen vain jälkeläisarvostelu. Alhaisesta periytyvyydestä johtuen arvostelun varmistuminen 65-70 %:n tasolle vaatii 200-250 tytärtä isää kohti (JOHANSSON ja RENDEL, 1963).

$$b = \frac{n \cdot 0,25 \cdot h^2}{1 + (n-1) \cdot 0,25 \cdot h^2}, \text{ jossa } b = \text{arvosteluvarmuus}$$

n = tytärtien luku isää kohti
h² = ominaisuuden periytyvyys

Keinosiemennystä käytettäessä tällaisen tytärjoukon saaminen ei teoriassa ole vaikeaa, käytännössä se sensijaan on osoittautunut hankalaksi, kevään 1978 maitojälkeläisarvostelussa oli keskim. 85 tytärtä arvosteltua isää kohti. Lisäämällä tytärtien määrää isää kohti saadaan vähennettyä arvosteluvarmumta alentavien satunnaisten virhelähteiden merkitystä. Arvostelun varmistuminen on riippuvainen myös siitä, kuinka tarkoin eri jälkeläisten välisiä systemaattisia eroja voidaan huomioida ja korjata. Tutkimuksessa tällaisina tekijöinä olivat alue, poikimakerta, poikimakuukausi ja karja.

Jälkeläisarvostelun kannalta tärkeimmäksi tekijäksi, jonka vaikutus tulee tiedoista poistaa, osoittautui karja ja karjojen väliset erot. Maidontuotannossa karjojen välisistä eroista 10-15 % on perinnöllistä, muu osa johtuu vaihteluista ympäristöoloissa, ruokinnassa ja hoidossa. Vastaavaa arviota hedelmällisyysominaisuuksien osalta ei ole käytettävissä. Karjojen välisistä eroista johtuvaa virhettä hedelmällisyyсарvostelussa voidaan korjata samaan tapaan kuin maitojälkeläisarvostelussakin tällä hetkellä tehdään; lasketaan karjan ja rodun sisäinen keskiarvo hedelmällisyydelle ja verrataan tarkasteltavan lehmän tulosta tähän arvoon. Määritettäessä sonnin jalostusarvoa käyttäen apuna tytärtien tuotosten poikkeamia karjan tuotoksesta tulisi kuitenkin seuraavien oletusten olla voimassa (DANELL, ym. 1976):

1. Sonneja käytetään tasaisesti eritasoisissa karjoissa ja eritasoisille lehmille.
2. Karjojen välillä ei ole geneettisiä eroja.
3. Populaatiossa ei esiinny geneettistä trendiä. Jos trendi on olemassa,

eivät indeksit eri aikajaksoilta ole vertailukelpoisia.

4. Ympäristön vaikutus on sama tytärten kuin muidenkin karjan lehmien suhteen.

Nautakarjapopulaatiossa useat edellisistä olettamuksista eivät täysin pidä paikkaansa. Pakastesiemenen käyttöönoton jälkeen on ensimmäisen oletuksen todenperäisyys vähentynyt. Myös geneettisen trendin olemattomuuden osalta edellytys ei täysin pidä paikkaansa (AVERDUNK, 1975). Hedelmällisyysominaisuuksien osalta geneettisen trendin olemassaololla on melko vähäinen merkitys. Luonnonvalinta on kohdistunut hedelmällisyyteen jo niin kauan, että edistyminen hedelmällisyysjalostuksessa tapahtuu hitaasti. Kun hedelmällisyysjalostus otetaan nykyistä tehokkaammin käyttöön, ei kuitenkaan sovi unohtaa geneettisen trendin mahdollisuutta. Populaation tason nousun myötä kahdesta eri aikaan testatusta sonnista, huolimatta samasta jalostusarvosta, voi toinen olla selvästi positiiviseen ja toinen negatiiviseen suuntaan poikkeava. Geneettisestä trendistä on vielä huomioitava, ettei se ole populaatiossa suoraviivainen.

Niin mahdollisen geneettisen trendin kuin karjanvaikutuksen, kuin myös muiden hedelmällisyyden jälkeläisarvostelua haittavien tekijöiden korjaamiseen on tällä hetkellä parhaimpia menetelmiä USA:ssa kehitetty BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) (HENDERSON, 1966; HENDERSON, 1973). BLUPin pääperiaatteena on, että sonnien vaikutus arvioidaan vertaamalla sen tyttäriä karjan sisäisesti toisten sonnien saman ikäisiin yhtäaikaan karjassa tuottaviin tyttäriin. BLUPin etuja muihin menetelmiin verraten ovat mm. seuraavat (DANELL, ym. 1976):

1. Vuodenaikaisvaihtelut eliminoituvat aikaisempia menetelmiä paremmin.
2. Geneettiset erot eri karjojen välillä eliminoituvat ja emien tasoerot pienentyvät.
3. Verrattaessa sonneja samaan perustasoon ovat eri aikoina ja eri paikoissa saavutetut testitulokset vertailukelpoisia.

BLUPin pahimpia haittapuoli on sen tilastollinen ja matemaattinen monimutkaisuus, laskelmat tehdään käyttäen hyväksi matriisialgebran menetelmiä. BLUPin käyttö vaatii myös runsaasti tietokonekapasiteettia, sillä käsitteilyssä on yhtäaikaan 5-6 vuoden tiedot. Vaikeuden muodostaa myös se, että Suomessa pieniä karjoja on suhteellisen runsaasti. Kun laskelmat tehdään systemaattisten erojen tasoittamiseksi karja-vuosi-vuodenaika-ryhmissä, voi pienissä karjoissa yhden havainnon ryhmien runsas muodostuminen haitata BLUPin käyttöä. Menetelmä ei nimittäin hyväksy yhden tyttären ryhmiä mukaan analyysiin.

Tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrän ja/tai poikimavälin käytöstä lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa voidaan tehdyn tutkimuksen perusteella todeta mm. seuraavia seikkoja. Mittojen väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi saatiin laskelmissa korkea arvo $r = 0,89$. Tämä merkitsee sitä, että muutamilta osin erilaisesta käyttäytymisestä huolimatta molemmat mitat kuvastavat suurelta osin samaa ominaisuutta. Näin voitaisiin ajatella käytettävän sonnien hedelmällisyysarvostelussa sitä mittaa, joka on aikaisemmin mitattavissa, jottei hedelmällisyysarvostelu maitoarvostelun jälkeen tulevana pidentäisi sonnien sukupolvien välistä aikaa. Toinen poikiminen tulee kuitenkin pian sen jälkeen kun maitoarvostelua varten tuotos on selvillä. Poikimavälitiedon sisällyttämisellä hedelmällisyysarvosteluun saataisiin arvostelu monipuolisemmaksi. Odottamalla poikimavälitieto voitaisiin siemennysten määrästä käyttää kahden mittauksen keskiarvoa, joka on omiaan varmentamaan tulosta (MALJALA, 1976). Keskiarvon laskeminen mahdollistuu kuitenkin vasta kun siemennystiedot kirjataan karjantarkkailurekistereihin aivan hiehon ensimmäisestä siemennyksestä lähtien, tällä hetkellä luotettavia tietoja on käytettävissä vasta ensimmäisen poikimisen jälkeisistä siemennyksistä. Näinollen sellaisen indeksin kehittäminen, johon sisältyisivät molemmat tutkitut hedelmällisyysmitat, näyttäisi tulosten mukaan parhaalta vaihtoehdolta. Ennen indeksin käyttöönottoa tulisi kuitenkin tutkia, kuvastavatko molemmat siemennystiedot, siemennysten määrä hiehona ja ensimmäisen poikimisen jälkeen, samaa ominaisuutta, kuinka merkityksellinen on esim. pitkälti ruokinnasta johtuva ikä ensikerran poikiessa. Lisäksi kannattaisi tutkia, mitä mahdollisuuksia olisi käyttää tyhjäkausi-mittaa joko poikimavälitiedon sijasta tai sen tukena. Tyhjäkauden pituuden määrittäminen merkitsisi tiineystarkastuksen laajempaa käyttöönottoa, tiineystarkastuksen varmuus puolestaan on riippuvainen paitsi siemennyksestä kuluneesta ajasta, mutta myös tarkastajan kokeneisuudesta. Jälkeläisarvostelua varten voitaneen tyhjäkauden pituus määrittää keinosiemennystilastoista. Tällöin tehdään oletus, että tiinehtyminen on tapahtunut siihen siemennykseen, jonka jälkeen ei ole tietoa uusintasiemennyksestä. Tehty oletus tuskin aiheuttaa kovinkaan suurta virhettä laskelemin.

4. YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella mahdollisuuksia käyttää siemennysten lukua tiineyttä kohti ja/tai poikimaväliä lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Aineisto käsitti tietoja 28534 lehmästä tarkkailuvuodelta 1976 Oulun ja Lapin läänien alueelta.

Eniten kummankin tutkittavan hedelmällisyyksimitan kokonaismuunteluun vaikuttivat käsitellyistä muuttujista karja ja karjojen väliset erot, jotka olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($P < 0,001$). Tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus oli myös poikimäkerralla ja poikimakuukaudella. Kumpaakin mittaa tarkasteltaessa poikimakuukausien maalishuhtikuu ja loka-joulukuu väliset ajat olivat parhaita, tiineyteen tarvittavien siemennysten määrä oli alhaisimmillaan ja poikimaväli lyhimmillään. Tämä vuodenaikainen vaihtelu oli siemennysten määrän osalta havaittavissa heti toisesta poikimäkerrasta lähtien, poikimavälissä vasta kolmannelta poikimäkerrasta alkaen.

Tutkituista tuotanto-ominaisuuksista tarkkailuvuoden maitotuotoksen noususta poikimaväli lyheni ja siemennysten määrä aleni. Poikimista edeltäneen lypsykauden 305 päivän maito- ja rasvatuotoksen lisääntymisellä oli päinvastainen vaikutus. Tarkkailuvuoden rasvatuotoksella oli vaikutusta vain poikimaväliin, tuotoksen noustessa poikimaväli lyheni. Maidon rasvaprosentin noustessa kummankin hedelmällisyyksimitan kehitys oli epäedullinen.

Niin karjakoon kasvu kuin karjan keskituotoksenkin nousu lisäsi tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrää, mutta lyhensi poikimaväliä. Suhteellisen tuotoksen alueella 90-130 muutokset kummassakin hedelmällisyyksimitassa olivat vähäisiä. Syntyvän vasikan sukupuoli vaikutti vain poikimaväliin, sonnivasikan syntyessä poikimaväli oli pitempi ja kaksossynnytyksissä lyhempi kuin lehmävasikan syntyessä. Lehmän elopainolla ei todettu olevan yhteyttä tutkittuihin hedelmällisyysominaisuuksiin.

Niin siemennysten määrä kuin poikimavälikin olivat heikossa positiivisessa yhteydessä 305 päivän maitotuotokseen. Periytyvyysasteeksi saatiin tutkimuksessa tiineyttä kohti tarvittavien siemennysten määrälle 0,02 - 0,03 ja poikimavälille 0,16 - 0,04. Aineiston tietojen korjaaminen poikimakuukauteen nähden kohotti hieman poikimavälin periytyvyysastearviota.

Tytärten määrän lisääminen isää kohti puolestaan laski poikimavälin heritabiliteettia selvästi. Kummallakaan menetelmällä ei ollut vaikutusta siemennysten määrän periytyvyysaste-arvioihin.

Tutkittavien hedelmällisyysmittojen geneettiseksi korrelaatioksi laskelmissa saatiin korkea arvo $r = 0,89$.

Tutkimuksen perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että sonnin hedelmällisyysarvostelu tytärten tuloksiin pohjautuen kannattaa perustaa indeksille, johon sisältyvät molemmat tutkitut hedelmällisyysmitat. Poikimavälin sisällyttäminen indeksiin monipuolistaa arvostelua, ja siemennysten määrän kahden arvon keskiarvon käyttö varmentaa tulosta poistaen satunnaisten virhelähteiden vaikutusta. Laskenta kannattaa suorittaa keinosiemennisyhdistyksittäin poistaen muina systemaattisina virhelähteinä lisäksi poikimakerran, -kuukauden ja karjan vaikutukset käytettävistä tiedoista.

Vaikka edistyminen hedelmällisyysjalostuksessa tapahtuikin hitaasti, on sen merkitys kuitenkin siinä, että pystytään seuraamaan hedelmällisyyden kehitystä voimakkaasti eteenpäin menevän tuotantojalostuksen rinnalla ja seurauksena.

K I R J A L L I S U U S L U E T T E L O

ABA = Animal Breeding Abstracts

AGASTI, M.K., CHOUDHURY, G., BANERJEE, G.C. ja BANERJEE, T.K. 1974.

Studies on certain genetic aspects of gestation period, birth weight and body measurements in Jersey x Hanarian calves. Indian J. of Animal Health 13: 57-62.

ALEXANDER, M.H. 1950. Length of gestation in the five major breeds of dairy cattle. J. Dairy Sci. 33: 377-378.

ALPS, H., AVERDUNK, G. ja KLING, W. 1973. Zum Einfluss der Zwischenkalbezeit auf die Zuchtwertschätzung beim Rind. 1. Mitteilung: Einfluss der Zwischenkalbezeit auf die 1. und 2. Laktation beim Braunvieh in Bayern. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 50: 643-651.

ANDERSEN, H. 1967. Investigation on some aspects concerning yield and fertility in dairy cattle. Årsberetn. Inst. Sterilitetsforsk. K. Vet. og Landbohøjs. 1967: 37-60 (Ref. ABA 36: 1348).

- 1968. Further investigations on some aspects concerning yield and fertility in dairy cattle. Årsberetn. Inst. Sterilitetsforsk. K. Vet. og Landbohøjs. 1968: 209-225 (Ref. ABA 37: 1405).

- 1971. I. Investigation on service period and its relationship with yield. II. Effect of insemination on length of intervals between heats. III. The relationship between strength of oestrus symptoms and time elapsed from calving and between strength of oestrus symptoms and conception rate to 1st insemination. Årsberetn. Inst. Sterilitetsforsk. K. Vet. og Landbohøjsk. 14: 95-110 (Ref. ABA 40: 341).

- 1974. Undersøgelse af interval mellem kælving og konception (tomperiode) efter henholdsvis tyrefødsler og kviefødsler. Årsberetn. Inst. Sterilitetsforsk. K. Vet. og Landbohøjs. 17: 97-105.

ANDERSEN, B.B. ja LYKKE, Th. 1975. Genetic aspects of gestation length, birth weight and growth capacity in Danish dual purpose cattle. Paper presented at the 26th Annual Meeting of the EAAP. Warsaw, Poland. 23rd - 27th June, 1975.

- ANDERSEN, H. ja NIELSEN, E. 1968. Investigation on some aspects concerning yield and fertility at progeny testing stations. Årsberetn. Inst. Sterilitetsforsk. K. Vet. og Landbohøjsk. 1968: 191-208 (Ref. ABA 37: 1406).
- AURAN, T. 1970. Forhold som påvirker fruktbarheten hos kyr. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 49: Vol 7.
- 1974. Studies on monthly and cumulative milk yields records. II. The effect of calving interval and stage in pregnancy. Acta Agric. Scand. 24: 339-348.
- AVERDUNK, G. 1975. Die Berücksichtigung des genetischen Trends in der Zuchtwertschätzung von Besamungsbullen. Der Tierzüchter 4/-75.
- BACH, S., STEMLER, K.H., GÜNTHER, R. ja RUDERT, W. 1975. Intensivierung der Rinderproduktion durch Begrenzung der Rastzeit. Tierzucht 28: 488-490.
- BATRA, T.R. ja TOUCHERRY, R.W. 1974. Birth weight and gestation period in purebred and crossbred dairy cattle. J. Dairy Sci. 57: 323-327.
- BEZALEL, B.D. 1964. Observations on fertility problems in the milk-cow. Paper presented at the 5th Int. Congr. Anim. Reprod. and Artif. Insem. 1964, vol III: 79-91.
- BIRKER, F. 1963. Werden aus den Milchleistungsprüfungsergebnissen die notwendigen Konsequenzen gezogen. Der Tierzüchter 15: 811.
- BOGNER, H., BON BAER, H., AVERDUNK, G., SCHMITTER, W. ja MATZKE, P. 1970. Relationship between duration of pregnancy, birth weight and difficult births in cattle. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 83: 208-210 (Ref ABA 39: 1724).
- BOND, J., MCDOWELL, R.E. 1972. Reproductive performance and physiological responses of beef females as affected by a prolonged high environmental temperature. J. Anim. Sci. 35: 820.
- BOYD, H. ja REED, H.C.B. 1961. Investigations into the incidence and causes of infertility in dairy cattle. I. Fertility variations. II. Influence of some management factors affecting the semen and insemination conditions. III. Influence of kale feeding, milk production and management factors associated with 'farming intensity'. Brit. vet. J. 117: 18-35, 74-86, 192-200.
- BOYD, L.J., SEATH, D.M. ja OLDS, D. 1954. Relationship between level of milk production and breeding efficiency in dairy cattle. J. Anim. Sci.

- 13: 89-93.
- BOZWORTH, R.W., WARD, G., CALL, E.P. ja BONEWITZ, E.R. 1974. Analysis of factors affecting calving intervals of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 55: 334-338.
- BRAKEL, W.J., RIFE, D.C. ja SALISBURY, S.M. 1952. Factors associated with the duration of gestation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 35: 179-194.
- BRANTON, C., GRIFFITH, W.S., NORTON, H.W. ja HALL, J.G. 1956. The influence of heredity and environment on the fertility of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 39: 933.
- BUCH, N.C., TYLER, W.J. ja CASIDA, L.E. 1958. Variation in some factors affecting the length of calving interval. *J. Dairy Sci.* 42: 298-304.
- BUSCH, W. ja BUCHHOLZ, G.W. 1976. Relations between the lactation curve and fertility in cows. *Proc. the VIIIth Int. Congr. Anim. Reprod. and Artif. Insem. Krakova, July 12th-16th. 1976, Volume IV.*
- BURRIES, M.J. ja BLUMM, C.T. 1952. Some factors affecting gestation length and birth weight of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 11: 34.
- CARMAN, G.M. 1955. Interrelations of milk production and breeding efficiency in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 14: 753-759.
- CARENZI, C., CAMPITELLI, S. ja CRIMELLA, C. 1974. Fertility parameters and their heritability in a dairy cattle herd. *1st World Congr. on Genetics applied to Livestock Production, 7th-11th Oct. 1974, Vol. 3. Contributed Papers. (Ref ABA 43: 2814).*
- CASSOU, R. 1976. Technical and economic consequences of a fall in Non return rate of 1 %. *VIIIth Intern. Congr. on Anim. Reprod. and Artif. Insem. Krakow, 12th-16th July. 1976. Vol. 3.*
- CHABCHOUB, A. 1974. Beziehungen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit beim Rind in Milchviehherden mit Kostenkontrolle. *Dissertation. Göttingen, 120 pp.*
- COLAGHIS, S. 1968. Investigations on gestation length in dairy cows in Greece. Paper presented at the IIth Symp. Int. Zootec. Milan, 1967: 371-375 (Ref ABA 36: 3535).
- COLLINS, W.E., INSKEEP, E.K., TYLER, W.J. ja CASIDA, L.E. 1962. Variation in conception rates of Guernsey cattle. *J. Dairy Sci.* 45: 1234.
- INSKEEP E.K., DREHER, W.H., TYLER, W.J. ja CASIDA, L.E. 1962. Effect of age on fertility of bulls in artificial insemination. *J. Dairy Sci.*

45: 1015-1018.

- COOPER, T., OLDS, D. ja DEATON, O.W. 1967. Causes of variation in calving intervals of dairy cattle. Progr.Rep. Ky agric Exp. Stn. no 170: 76 (Ref ABA 36: 296).
- COPELAND, L. 1930. Lenth of gestation in Jersey cows. J. Dairy Sci. 13: 257-265.
- CROWLEY, J.P., HARRINGTON, D. ja LACY, M. 1967. A survey of reproductive efficiency in cattle. I. The reproductive performance of Irish cattle artificially inseminated. Ir. J. agric Res. 6: 237-246 (Ref. ABA 36: 1352).
- DANELL, B., ERIKSSON, J.Å., ELOFSON, L. ja DANELL, U. 1976. Possible advantages of direct sire comparison in Sweden relation to present dairy sire evaluation. Paper presented at seminar 'Dairy Cattle Breeding' in the 80th, Hålstå, Sweden. 9.-10.12.1976.
- DANNEBERG, K. 1967. Ist die Konzeptionsbereitschaft beim Rind leistungsabhängig. Dissertation.
- DAVIS, H.P., PLUM, M. ja BROST, B. 1953. Studies of herd management records. II. Relation of gestation length to birth weight of Holstein-Friesian calves of both sexes at various calvings. J. Dairy Sci. 37: 162.
- DEFRIES, J.C., TOUCHBERRY, R.W. ja HAYS, R.L. 1958. Heritability of the length of the gestation period in dairy cattle. J. Dairy Sci. 42: 598.
- DEKRUIF, A. 1976. Fertility control by means of clinical examination on reproduction functions in cattle. Proc. 27th Annual Meeting of EAAP, Zürich. 23rd-26th Oct. 1976.
- 1975. An investigation of the parameters which determine the fertility of a cattle population and of some factors which influence these parameters. Tijdschrift voor Diergeneeskunde 100: 1089-1098 (Ref ABA 44: 622).
- DESSOUKY, F.I. ja RAKHA, A.H. 1961. Studies on the gestation period and Postpartum heat of Friesian cattle in Egypt. ABA 30: 968.
- DREYER, D., EL-KASHAB' S. ja SMIDT, D. 1975. Die Trächtigkeitsdauer beim Rind. Sicherung der väterlichen Abstammung des Kalbes und Beziehung zum Geburtsverlauf. Der Tierzüchter 27: 276-279.
- DUNBAR, R.S. ja HENDERSON, C.R. 1953. Heritability of fertility in dairy cattle. J. Dairy Sci. 36: 1063-1071.

- ECHELS, M. 1957. Untersuchungen über die Fruchtbarkeitsverhältnisse beim schweizerischen Braunvieh in Berg- und Talgenossenschaften. Z.f. Tier. u. Züchtungsbiol. 69: 351-379.
- EL-KERABY, F. 1976. Untersuchungen zum Fortpflanzungsgeschehen von Kühen in der früher Post-Partum-Phase unter besonderer Berücksichtigung der Fütterung vor der Kalbung. Dissertation, Göttingen. 102 pp.
- ELLEBY, F. 1974. Poikimisen vuodenajan vaikutus vasikkakuolleisuuteen, poikimäväliin ja tuotoksiin. Ref. Kotieläinjalostuksesta koottuna 1/75.
- EL-SHEIKH, A.S. ja EL-FOULY' M.A. 1962. Some factors affecting length of calving interval in a herd of Friesian cattle in the U.A.R.J. Anim. Prod. U.A.R. 2: 1-12 (Ref ABA 33: 3337).
- EVERETT, R.W., ARMSTRONG, D.V. ja BOYD, L.J. 1966. Genetic relationship between production and breeding efficiency. J. Dairy Sci. 49: 879.
- FIMLAND, E.A. 1977. Berücksichtigung der Fruchtbarkeit als Selektionskriterium - dargestellt am Beispiel der norwegischen Rotviehzucht. Der Tierzüchter 4/77.
- FIMLAND, E.A. 1976. Erfahrungen mit der Züchtung auf Fruchtbarkeit. Hülsenberger Gespräche, 1976. VIN. Hamburg, 175 pp.
- 1974. Tomperioiden koster. Buskap og Avdrått 26: 158.
- ja ØDEGÅRD, A.K. 1974. Avl og Fruktbarhet. Buskap og Avdrått 4/74.
- FOLMAN, Y., ROSENBERG, M., HERZ, S. ja DAVIDSON, M. 1973. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in post-partum dairy cows maintained on two levels of nutrition. J. Reprod. Fert. 34: 267-278.
- FOOTE, R.H. 1977. Optimizing conception rates and calving interval in artificial breeding. Advances Animal Breeder 25(6): 21.
- FOOTE, W.D., TYLER, W.J. ja CASIDA, L.E. 1958. Effect of some genetic and maternal environmental variations on birth weight and gestation length in Holstein cattle. J. Dairy Sci. 42: 305-311.
- HAUSER, E.R. ja CASIDA, L.E. 1960. Effect of uterine horn pregnant, parity of dam and sex of calv on birth weight and gestation length in Angus and Shorthorn cows. J. Anim. sci. 19: 470.
- FOSGATE, O.T. 1965. Rate, age and criteria for culling in herd of registered dairy cattle over a 16-yr period. J. Dairy Sci. 48: 795.

- FRANCISCIS, G. de ja INTRIERI, F. 1972. Length of the service period in Brown Swiss cows bred in Caserta province. ABA 42: 977.
- FRANZOS, G. 1970. Observations on the relationship between overfeeding and the incidence of metritis in cows after normal parturition. *Revue Vet.* 27: 148-155.
- 1968. The relationship between the milk fat percentage and fertility in dairy herds. *Revue Vet.* 25: 32-38.
- FRIISJAKOBSEN, K. 1962. Length of calving intervals as a measurement of fertility in cows. *Årsberetn. Inst. Sterilitetsforsk. K. Vet. og Landbohøjsk.* 1962: 35-43 (Ref ABA 31: 1095).
- GAINES, W.L. ja PALFREY, J.R. 1931. Length of calving interval and average milk yield. *J. Dairy Sci.* 14: 294.
- GANGVAR, P.C., BRANTON, C. ja EVANS, D.L. 1965. Reproductive and physiological responses of Holstein heifers to controlled and natural climatic conditions. *J. Dairy Sci.* 48: 222.
- GAUNT, S.N., DAMON, R.A. Jr. ja BEAN, B.H. 1976. Heritability and repeatability of fertility of dairy sires. *J. Dairy Sci.* 58: 1245.
- GERDEMANN, H. 1964. Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit bei Rinder unter besonderer Berücksichtigung des Verlaufes der Laktationskurve. Inaugural Dissertation.
- GIANOLA, D. ja TYLER, W.J. 1973. Influence on birth weight and gestation period of Holstein-Friesian cattle. *J. Dairy Sci.* 57: 235.
- GILL, G.S. ja ALLAIRE, F.R. 1975. Relationship of age at first calving, days open, days dry, and herd life to a profit function for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59: 1131-1139.
- GIROU, R. ja BROCHART, M. 1970. Niveau énergétique, protéique et fécondité des vaches laitières. Influence d'une supplémentation post-œstrale. *Ann. Zootechn.* 19: 67-73.
- GOMILA, L. ja ROUSSEL, J.D. 1975. Effects of 45 days versus 60 days postpartum breeding on calving interval and fertility. *J. Dairy Sci.* 58: 138.
- GRAVERT, H.O. ja DEKKER, H.W. 1969. Körpergrösse und Fruchtbarkeit bei Kühen. Europäische Vereinigung für Tierzucht Kommission für Haustiergenetic. Helsinki 2.-26. Juni. 1969.
- GRAVIR, K. 1974. Avlspøenget er hovedkarakteren. *Buskap og avdrått* 5/74.

- HALL, J.G., BRANTON, C. ja STONE, E.J. 1959. Estrus, estrous cycles, ovulation time, time of service and fertility of dairy cattle in Louisiana. J. Dairy Sci. 42: 1086.
- HANCOCK, J.L. ja PURSER, A.F. 1964. A note on birth weight and gestation length of calves from left and right uterine horns. Anim. Prod. 6: 373.
- HANSEN, M. 1977a. Fodringens og miljøets indflydelse på kvaegets frugtbarhed. Rapport udarbejdet for Landsudvalget for Kvaeg. Årshus 1977.
- HANSEN, M. 1977b. Genetiske undersøgelser over Kvaegets Frugtbarhed. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forskning No. 467.
- HENDERSON, C.R. 1966. A sire evaluation method which accounts for unknown genetic and environmental trends, herd differences, season, age effect and differential culling. Proc. of symposium in estimating breeding value of dairy sires and cows. Washington, D.C. Sept. 12.-13., 1966. p: 172-204.
- 1973. Sire evaluation and genetic trends. In proc. of the animal breeding and genetics symposium in honour of Dr. J.L. Lush, pp 10-41. ASAS and ASDA, Champaign, Illinois.
- HEWITT, L.D. 1972. The blood profile as a possible means of diagnosing non-infectious infertility and metabolic problems in dairy cows. VI Int. Kongr. Tier. Fortpflanz., München. Vol. 1: 709-712.
- HIERL, H.F. 1976. Beziehungen zwischen dem Heterozygotierad geschätzt aus Marker genen und der Fruchtbarkeit beim Rind. II. Heterozygotie und Fruchtbarkeit. Theoretical and Applied Genetics. 47: 77-84. (Ref. ABA 45: 3169).
- HÄUSSERMANN, W. 1952. Untersuchungen über die Vererbung von Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit beim württembergischen Hohenfleckvieh. Vet. med. Diss. Tierärztliche Fak. Ludwig-Maximilian Univ. Munich. 36 pp. (Ref. ABA 21: 1674).
- ILIEV, I. ja GEORGIEV, G. 1973. (Increasing the conception rate and shortening the service period as means of obtaining optimum fertility in cows.) Veterinaria Sbirka 71: 31-34 (Ref. ABA 42: 1425).
- ja GEORGIEV, G. 1975. (Milk yield loss due the infertility of cows) Veterinaria Sbirka 73: 19-21. (Ref. ABA 44: 4102).
- INGRAHAM, R.H., GILLETTE, D.D. ja WAGNER, W.D. 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. J. Dairy Sci. 57: 476.

- INSKEEP, E.K., TYLER, W.J. ja CASIDA, L.E. 1961. Hereditary variation in conception rate of Holstein-Friesian cattle. J. Dairy Sci. 44: 1857-1862.
- ITAMAR, V. ja SCHINDLER, H. 1976. Estrus, estrous cycle, ovulation time and insemination time of postpartum cows in a high yielding dairy herd. VIIIth Int. Congr. on Anim. Reprod. and Artif. Insem. Krakow 12-16 July 1976. Vol. 1: 86-87.
- JAFAR, S.M., CHAPMAN, A.B. ja CASIDA, L.E. 1950. Causes of variation in length of gestation in dairy cattle. J. Anim. Sci. 9: 593.
- JANSON, L. 1976. Effects in cattle of non-genetic factors and estimation of genetic parameters of female fertility. 27th Annual Meeting of EAAP, 1976.
- JANSON, L. 1977. Fruktbarheten i det praktiska avelsarbetet - avelsvärdering av semitjurarnas dotterfruktsamhet. NKVet-symposium Vokseråse, Oslo 21.-23.8.1977.
- JOHANSSON, I. 1947. Studier över avkastningsvariationen inom svensk kullig boskap. Kungl. lantbruksakademiens tidskrift 86: 1-140. •
- ja ANDERSON, C.-V. 1945. Den productionssänkande effekten av kastning och överlöpninng hos mjölkkor. Kungl. lantbruksakademiens tidskrift 84: 43-65.
- ja RENDEL, J. 1963. Ärftlighet och husdjursförädling 368 p. Stockholm.
- JOHAR, K.S. ja TAYLOR, C.M. 1967. Calving interval in Sahiwal and Red Sindhi cows. JNKVV Res. J. 1: 44-47. (Ref. ABA 36: 305).
- KALAY, D. 1976. Achieving a calving interval of one year by means of early insemination after parturition. Proc. VIIIth Int. Congr. on Anim. Reprod. and Artif. Insem. Krakow 12-16 July 1976. Vol. IV.
- KING, G.J. ja HURNIK, J.F. 1975. Reproductive function and occurrence of heat sings after calving. Dairy Industry Research Report 1974-1975: 60-63. (Ref. ABA 44: 141).
- KNOIT, J.C. 1932. A study of the gestation period of Holstein-Friesian cows. J. Dairy Sci. 15: 87-98.
- KONERMANN, H. 1967. Herdensterilität des Rindes. M. ja n. Snaper, hannover, 164 pp.
- KORDIS, E. ja GRAVERT, H.O. 1972. Untersuchungen über den Einfluss von künstlichem Licht und Bewegung auf die Fruchtbarkeit der Kühe. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 24: 15-22 (Ref. ABA 42: 989).

- KRÄUSSLICH, H. 1974. Der Einfluss der Rastzeit auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 87: 276-278.
- KUPFFERSCHMIED, H. 1975a. Untersuchungen über die postpartale Rastzeit beim Rind. Schweizer Archiv für Tierheilkunde 117: 243-254. (Ref. ABA 44: 624).
- 1975b. Zu welchem Zeitpunkt nach dem Abkalben soll eine Kuh wieder gesamt werden? Mitteilung des Schweizerischen Verbandes für Künstliche Besamung und der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Künstliche Besamung 13: 48-50. (Ref. ABA 43: 3993).
- LABHSEIWAR, A.P., TYLER, W.J. ja CASTDA, L.E. 1963. Genetic and environmental factors affecting quiet ovulations in Holstein cattle. J. Dairy Sci. 46: 843.
- LAING, J.A. 1970. Fertility and infertility in the domestic animals. Second ed. Bailliere Tindall & Cassell, London. 480 pp.
- LAIRD, R. ja HUNTER, E.A. 1977. The length of gestation period of Ayrshire cows when mated with bulls of other breeds. Anim. Prod. 24: 63-67.
- LASLEY, J.F., DAY, B.N. ja COMFORT, J.E. 1961. Some genetic aspects of gestation length and birth and weaning weight in Hereford cattle. J. Anim. Sci. 20: 737.
- LEE, J.E., FOSGATE, T. ja CARMON, J.L. 1960. Some effects of certain environmental and inherited influences upon milk and fat production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 44: 296-299.
- LEGATES, J.E. 1954. Genetic variation in services per conception and calving interval in dairy cattle. J. Anim. Sci. 13: 81-88.
- LEWCZUK, A., JONDERKO, P. ja LEWCZUK, A. 1975. (Effect of calving season on fertility in cattle.) Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie no 142: 91-104. (Ref. ABA 44: 1145).
- LEWIS, R.C. ja HORWOOD, R.E. 1950. A reasonable length of calving interval. Quart. Bull. Mich. agric. Exp. Sta. 32: 543-545.
- ja HORWOOD, R.E. 1950b. The influence of age, level of production and management on the calving interval. Quart. Bull. Mich. agric. Exp. Sta. 32: 546-549.
- LINDSTRÖM, U. 1978. Kotieläinten terveystasit puhuttivat Euroopan Kotieläintuotantoliittoa. Maaseudun Tulevaisuus 84/-78.
- LOHR, J. 1966. Untersuchungen über die Beziehung zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit in der Rinderherde des Lehr- und Versuchsgutes

- Schleissheim. Vet. Med. Diss. Tierärztl. Fak. Ludwig-Maximilians Univ. Munich. 44 pp. (Ref. ABA 36: 307).
- LONG, J.F., GERLAUGH, P. ja RIFE, D.C. 1948. A genetic study of gestation in cattle. Genetics 33: 618. (ref. ABA 18: 560).
- LOTTHAMMER, K.-H. 1974. Häufige Fütterungsfehler als Ursache der Herdensterilität. Der Praktische Tierarzt 53, Spezialnummer.
- 1976. Fütterung und Fruchtbarkeit- Beta-Carotin. Hülsenberger Gespräche, 17-19. Juni, Travemünde. Stencileret, 3 pp.
 - ja AHLWEDE, L. 1973a. Beziehungen zwischen Fütterung und Fruchtbarkeit beim weiblichen Rind. 1. Einfluss von Rohfaser, Energie und Rohprotein. Übers. Tierernährung 1: 147-161.
 - ja AHLWEDE, L. 1973b. Beziehungen zwischen Fütterung und Fruchtbarkeit beim weiblichen Rind. 2. Einfluss von Mengen- und Spurelementen. Übers. Tierernährung 1: 325-353.
 - ja AHLWEDE, L. 1973c. Parotisspeicheluntersuchungen zur Beurteilung der Na- und K-Versorgung bei Rindern und ihre Beziehungen zur Fruchtbarkeit. Tierärztl. Umschau 28: 419-426.
 - , MEYER, H., AHLWEDE, L. ja HORSTMANN, G. 1974. Einfluss überhöhten Kaliumgaben auf die Geschlechtsfunktion bei Färsen. Zuchthygiene 9: 83.
- LOUCA, A. ja LEGATES, J.E. 1967. Production losses in dairy cattle due to days open. J. Dairy Sci. 51: 573.
- MACMILLAN, K.L. ja WATSON, J.D. 1971. Short estrous cycles in New Zealand dairy cattle. J. Dairy Sci. 54: 1526.
- MAIJALA, K. 1964. Fertility as a breeding problem in artificially bred populations of dairy cattle. I. Registration and heritability of female sterility. Ann. Agr. Fenn. Suppl. 1-3: 1-94.
- 1969. Über die Erbllichkeit von Spermaeigenschaften von KB-Bullen. Der Tierzüchter 21: 62-65.
 - 1974. Fertility in animal breeding. Lectures in the Scandinavian post-graduate course in the physiology and genetics of reproduction. Helsinki. August 12-24, 1974.
 - 1976. Possibilities of improving fertility in cattle by selection. World review of Anim. Prod. 12: 69-76.
- MAJUNDER, S.C. ja PRASAD, R.B. 1974. Genetic studies on 1. age at first calving 2. calving interval of Tharparker cows. Indian J. of Anim.

- Health 13: 137-139. (Ref. ABA 44: 4699).
- MARES, S.E., MENGE, A.C., TYLER, W.J. ja CASIDA, L.E. 1960. Genetic factors affecting conception rate and early pregnancy loss in Holstein cattle. J. Dairy Sci. 44: 96-103.
- MATSOUKAS, J. ja FARIEHILD, T.P. 1975. Effects of various factors on reproductive efficiency. J. Dairy Sci. 58: 540-545.
- MCCANDLISH, A.G. 1922. Studies in the growth and nutrition of dairy calves. J. Dairy Sci. 5: 301-320.
- MILLER, P., VANVLECK, L.D. ja HENDERSON, C.R. 1966. Interrelationship among herd life, milk production and calving interval. J. Anim. Sci. 25: 879.
- MOBERG, G.P. 1975. Effects of environment and management stress on reproduction in the dairy cow. J. Dairy Sci. 59: 1618-1624.
- MOBERG, R. 1961. Possible influence of supplementary iodine. Administered by evaporation, on reproductive performance in cattle. VI. Int. Congr. Anim. Reprod. 4: 682-685.
- MÄKELÄ, A. ja OITILA, R. 1955. Tiineysajan pituus Viikin opetus- ja koe-tilan karjassa. Maataloustieteellinen aikakauskirja 27: 77-85.
- NEUMUHLE, D., EL KASHAB, S. ja SMIDT, D. 1975. Die Trächtigkeitsdauer beim Rind- Sicherung der väterlichen Abstammung des Kalbes und Beziehung zum Geburtsverlauf. Der Tierzüchter 7: 276-279.
- OLDS, D. ja COOPER, T. 1970. Factors affecting calving intervals in Kentucky Dairy Herd Improvement Association herds. J. Dairy Sci. 53: P109.
- ja SEATH, D.M. 1953. Repeatability, heritability and the effect of milk production on the occurrence of first estrus after calving in dairy cattle. J. Anim. Sci. 12: 10-14.
- PARKER, B.N.J. ja BLOWEY, R.W. 1976. Investigations into the relationship of selected blood components to nutrition and fertility of the dairy cow under commercial farm conditions. Vet. Rec. 98: 394-404.
- PFAU, K.O. 1957. Genetic aspects in breeding difficulties in dairy cattle. Northeast Regional Publ. 32. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Ithaca. New York, Bull 924.
- PELLISSIER, C.L. 1972. Herd breeding problems and their consequences. J. Dairy Sci. 55: 385.

- PETROVIC, V. 1952. Untersuchungen über die Trächtigkeitsdauer Simmentaler Kühe. Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 62: 94.
- PHILIPSON, J. 1976. Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors. III Genetic parameters. Acta Agric. Scand. 26.
- , JANSSON, L. ja BRÄNNÄNG, E. 1975. Avelsindex för tjurar med avseende på ekonomisk betydelsefulla egenskaper. Lantbrukshögskolans meddelanden nr. 238.
- PICHLER, W.A. 1973. Statistische Untersuchungen an einigen Fruchtbarkeitskriterien bei weiblichen Rinderzwillingen in Vergleich zu Zeit-Stallgefährtinnen. Veröffentlichungen anlässlich des 60. Geburtstages von o. Hochschulprofessor Dr. F. Turek. 119-125. (Ref. ABA 42: 4287).
- PLUM, M., ANDERSEN, H. ja SWIGER, L.A. 1965. Heritability estimates of gestation length and birth weight in Holstein-Friesian cattle and their use in selection indexes. J. Dairy Sci. 48: 1672.
- POU, J.W., HENDERSON, C.R., ASDELL, S.A., SYKES, J.K. ja JONES, R.C. 1953. A study of the inheritance of breeding efficiency in the Beltsville dairy herd. J. Dairy Sci. 36: 909-915.
- RAIMONDI, R. ja MASOERO, G. 1974. (Relationships between fertility and service period in Piedmont cattle.) Annali dell' Instituto Sperimentale per la Zootecnia 7: 1-21. (Ref. ABA 43: 4529).
- RAVE, G. 1974. Genotyp-Umwelt-Interaktionen in Rahmen der Fleischleistungsprüfung beim Rind. Der Tierzüchter 4: 150-152.
- REID, J.T., LOOSLI, J.K., TRIMBERGER, G.W., TURK, K.T., ASDELL, S.A. ja SMITH, S.E. 1964. Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. Bull. Cornell Univ. Exp. Stst. 981. 3 pp.
- RENDEL, J. 1959. Factors influencing gestation length in Swedish breeds of cattle. Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 73: 117-127.
- RIPLEY, R.L., TUCKER, W.L. ja VOELKER, H.H. 1970. Effects of days open on lactation production. J. Dairy Sci. 53: 654.
- RICE, F.J., KELLEY, A.M. ja LASLEY, J.B. 1954. Length of gestation in Hereford cows and its relation to performance. J. Anim. Sci. 13: 961.
- ROGNONI, G. ja BETTA, P. 1960. Some aspects of infertility in the dairy cow. II The repeatability and heritability of the interval between calving and first heat, calving and conception and the number of services per pregnancy. Atti Soc. ital. Sci. vet. 1960, 14: 252-255. (Ref. ABA 32: 154).

- ROINE, K. 1973. De vanligaste fertilitetsnubringarna hos kor samt deras säsongvariationer. Nordisk Veterinaermedicin 25: 242-247.
- ROLLISON, D.H.T. 1955. Hereditary factors affecting reproductive efficiency in cattle. (Ref. ABA 23: 215-249).
- ROTTENSTEN, K. 1961. Foderfosfors indflydelse på kønsfunktionerna. Beretn. Inst. Sterilitetsforsk., KVL, København. 25-31 p.
- ja KOEFOD-JOHNSEN, H.H. 1962. Kviers fosfor behov til forskellige livsvtringer. Beretn. Inst. Sterilitetsforsk., KVL, København p. 141-152.
- 1976.
- SAVELI, O. ja TAMMARU, J./The influence of the length of various periods of a calving on milk yield. VIIIth Int. Congr. on Anim. Reprod. and Artif. Insem. Krakow, July 12.-16. 1976. Vol. III.
- SCHAEFFER, L.R. ja HENDERSON, C.R. 1971. Effects of days dry and days open on Holstein milk production. J. Dairy Sci. 55: 107.
- SCHALLES, R.R. ja MARLOWE, T.J. 1967. Reproductive patterns in a herd of Angus cows. 1966-67 livestock research report Res. Div. Vapolytech. Inst. No. 122. (Ref. ABA 37: 321).
- SCHMID, R. 1974. Heritabilitätschätzung von Non-Return Ergebnisse. Zuchthygiene 9: 93.
- SILVA, H.C.M. da., CARNEIRO, G.G., TORRES, J.R., OLIVEIRA FILHO, J. de. ja POLI, E.E. 1973. Genetic and environmental factors as causes of variation in gestation length in Holstein-Friesian cattle. Arquivos da Escola de Veterinaria da Universidade Federal de Minas Gerais 25: 185-197. (Ref. ABA 43: 1673).
- SKJERVOLD, H. 1977. Mangelfull brunstkontroll. Buskap og avdrätt 3/77.
- SLAMA, H., WELLS, M.E., ADAMS, G.D. ja MORRISON, R.D. 1976. Factors affecting calving interval in dairy herds. J. Dairy Sci. 59: 1334.
- SMITH, J.W. ja LEGATES, J.E. 1962. Relation of days open and days dry to lactation milk and fat yields. J. Dairy Sci. 45: 1192.
- SOKAR, R.R. ja ROHLF, F.J. 1969. Biometry. 776 p. San Francisco.
- SOMMER, H. ja KOWERTZ, D. 1975. Zur Entwicklung der Abgangsursachen von Milchkühen seit 1950. Der Tierzüchter 10/-75.
- SPALDING, R.W., EVERETT, R.W. ja FOOTE, R.E. 1975. Fertility in New York artificially inseminated Holstein herds in Dairy Herd Improvement. J. Dairy Sci. 58: 718-723.
- SPEARS, J.R., OLDS, D. ja COOPER, T. 1965. Evaluation of sources of

- variance in dairy herd fertility, J. Dairy Sci. 48: 90.
- SPEICHER, J.A. ja MEADOWS, C.E. 1967. Milk production and costs associated with length of calving interval of Holstein cows. J. Dairy Sci. 50: 975.
- STEEVENS, B.J., BUSCH, L.J., STOUT, J.D. ja WILLIAMS, E.I. 1971. Effects of varying amounts of Calcium and Phosphorus in rations for dairy cows. J. Dairy Sci. 54: 655-661.
- STEPANENKO, Ya. F. ja CHEBOTAREV, A.S. 1975. (Reproductive ability of Hereford and Kazaka Whiteheaded cattle.) Vestnik Sel'skokhozyarstvennoš Nauki Kazachstana 18: 66-69. (Ref. ABA 44: 1163).
- STOCKER, S.G. 1976. A study of the fertility of young Holstein males previously unselected for fertility. Dissertation Abstr. 37: 539. (Ref. ABA 45: 1842).
- STOLZMANN, M. ja KALINOWSKA, G. 1976. Comparison of fertility within different strains of Friesian cattle. Preliminary results. VIIIth Int. Congr. Anim. Reprod. and Artif. Insem. Krakow, 1976. Communication Abstr. 252.
- SWENSSON, T. 1961. The length of the interval between calving and conception in groups of first calvers with different sires. VIth Int. Congr. on Anim. Reprod. and Artif. Insem. Hague, Vol. IV: 779-783.
- SYRSTAD, O. 1973. Tvillingkalving- fordel eller ulempe? Buskap og avdrått 25: 258-259.
- SYVÄJÄRVI, J. 1977. Suullinen tiedonanto.
- TIEMANN, H. 1960. Erhebungen über die Fruchtbarkeit beim Rind an einer norddeutschen Besamungsstationen unter besonderer Berücksichtigung der Besamungsintervalle und Trächtigkeitsdauer.
- TOUCHBERRY, R.W. ja BERESKIN, B. 1965. Crossbreeding dairy cattle. I. Some effects of crossbreeding on the birth weight and gestation period of dairy cattle. J. Dairy Sci. 49: 287.
- TRIMBERGER, W.W. 1954. Conception rates in dairy cattle from services at various intervals after parturition. J. Dairy Sci. 37: 1042.
- VANDEMARK, N.L. ja SALISBURY, G.W. 1950. The relation of the postpartum breeding interval to reproductive efficiency in the dairy cow. J. Anim. Sci. 9: 307.
- VAREJEKO, J. 1974. (Relationship between milk production and fertility in a herd of Black Pied cattle.) Vyzkum v Chovu Skotu 16; 63. (Ref. ABA 44: 3680).

- VERLEY, F.A. ja TOUCHBERRY, R.W. 1961. Effects of crossbreeding and reproductive performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 44: 2058.
- VIRTANEN, A.I. 1966. Milk production of cows on proteinfree feed. *Science* 153: 1603-1614.
- VOS, M.P.M., KOSTER, K. ja VOS, H. 1966. (Some factors affecting the birth weight and gestation period of black pied calves.) *Landbouwk. Tijdschr. Arnhem* 78: 413-417. (Ref. ABA 36: 1399).
- WARD, G., MARION, G.B., CAMPBELL, C.W. ja DUNHAM, J.R. 1971. Influence of calcium intake and vitamin D supplementation on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 54: 204-206.
- WHEAT, J.D. ja RIGGS, J.K. 1952. Length of gestation period in beef cattle. *J. Hered.* 43: 99-100. (Ref. ABA 20: 1611).
- WHITEMORE, H.L., MAIHER, E.C., HURTCEN, J.P. ja ZEMJANIS, R. 1976. Evaluation of reproductive efficiency in dairy herds on a fertility program in North Central United States. VIIIth Int. Congr. on Anim. Reprod. and Artif. Insem, Krakow. Vol III: 281.
- WILTON, J.W., BURNSIDE, E.B. ja RENNIE, 1967. The effects of days dry and days open on milk and butterfat production of Holstein-Friesian cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 47: 85.
- ZAVERTYAEV, B.P. ja GORODILOV, G.A. 1975. Some aspects of reproductive function in dairy cattle. *Genetika LL.* 55-63. USSR. (Ref. ABA 44: 590).
- ZEDDIES, J. 1977. Zur wirtschaftlichen Bedeutung der Fruchtbarkeit in der Milcherzeugung. *Der Tierzüchter* 5/-77.
- ZINTZEN, H. 1972. Fertility and nutrition in dairy cows. Roche Information Service, Basel, Schweiz. 40 pp.
- ZORNIG, H.H. 1955. Untersuchungen zum Problem der Nutzungsdauer von Rindern des Verbandes 'Rotbunte Schleswig-Holsteiner'. *Züchtungskunde* 27: 71-78.
- ØDEGÅRD, A.K. 1965. A study of some factors affecting reproductive efficiency in Norwegian Red Cattle. *Acta Agric. Scand.* 15: 204.
- ØDEGÅRD, A.K. ja FILSETH, O. 1973. Fruktbarheten i seminavlén. *Buskap og Avdrått* 5/-73.

Liite I

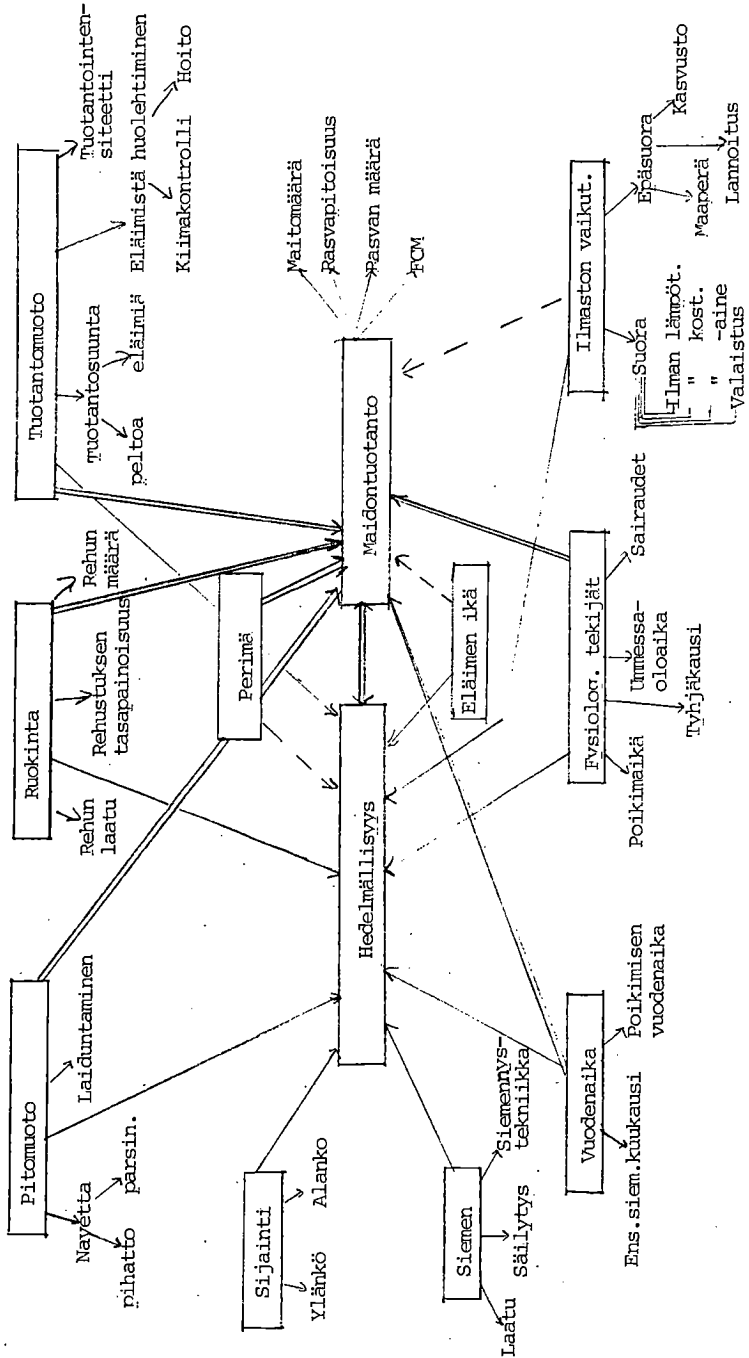
Roduittaisia poikimavälin pituuksia

Rotu	Poikimaväli	Tutkijat
Ay	12,6 kk	LEWIS ym., 1970
	401 pv	SLAMA ym., 1976
RDM	374 pv	ØDEGÅRD, 1965
	379 pv	HANSEN, 1977b
SDM	380 pv	HANSEN, 1977b
Norj.pun.	382 pv	ELLEBY, 1974
Saks.rusk.	387 pv	ALPS ym., 1973
Br.Swiss	13,0 kk	LEWIS ym., 1970
SRB	377,4 pv	JOHANSSON, 1947
Holstein	381,5 pv	MILLER ym., 1966
	396,1 pv	SLAMA ym., 1976
	401 pv	MATSOUKAS ym., 1975
	13.2 kk	LEWIS ym., 1970
Jersey	12,6 kk	LEWIS ym., 1970
	392 pv	MATSOUKAS ym., 1975
	370 pv	HANSEN, 1977b
	401,8 pv	SLAMA ym., 1976

Liite II

Roduttaisia tiineyden pituuksia

Rotu	Tiineyden kesto	Tutkijat
Friisiläinen	282,2	DESSOUKY ym. 1961
	278,6	COLAGHIS ym. 1968
Hereford	286,3	LONG ym. 1948
	286,8	BURRIS ym. 1952
Aberdeen Agnus	276,4	LONG ym. 1948
	282,9	BURRIS ym. 1952
	280,0	FOOTE ym. 1960
Holstein	279,9	KNOIT, 1932
	278,6	BRAKEL ym. 1952
	279,6	DEFRIES ym. 1958
	277,4	PLUM, 1965
	276,4	SILVA ym. 1973
Saks. punakirj.	278,1	NEUMUHLE ym. 1975
Saks. must.kirj.	277,8	NEUMUHLE ym. 1975
Simmental	286,2	PETROVIC, 1952
SKB	286,0	RENDEL, 1959
	284,5	PHILIPSSON, 1976
SRB	282,3	RENDEL, 1959
	281,6	PHILIPSSON, 1976, Etelä-Ruotsi
	270,0	" Pohjois-Ruotsi
SLB	277,5	PHILIPSSON, 1976
Ay	277,7	DEFRIES ym. 1958
	278,2	BRAKEL ym. 1952
Jersey	279,5	DEFRIES ym. 1958
	278,6	COPELAND, 1930
	277,9	BRAKEL ym. 1952
	278,6	COLAGHIS ym. 1969



Hedelmällisyyteen ja maidontuotantoon vaikuttavat tekijät naudalla (CHABCHOUB, 1974).

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 luontopäivillä 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 monisyntyävää nautakarjaa valinnan avulla, 23 s.
- 17 a-d. Rehuhyötysuhdetta käsittelevät esitelmät. Suomen Maataloustieteellisen Seuran kokous 26.1.1977.

18. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa, 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977.
20. LINDSTRÖM, U., 1978. Maidon valkuainen, 13 s.
21. HELLMAN, T. & OJALA, M., 1978. Karjujen ultraäänikuvaus, 23 s.
22. LINDSTRÖM, U., 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä, 21 s.
23. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa, 39 s.
24. LINDSTRÖM, U., 1978. 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. Lihanautakokeiden tuloksia II, 19 s.
28. LINDSTRÖM, U., 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa, 14 s.
29. LAMPINEN, KYLLIKKI, 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu-tyo, 86 s.