

**Tutkimuksia maitorotuisten sonnien
jälkeläisarvostelun varmistamiseksi ja
monipuolistamiseksi**

**LIITE: Tarkkailulehmien maidon
solupitoisuuden vaihtelu ja
yhteys maitotuotokseen**

Jouko Syväjärvi
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1984

Julkaisijat:

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

TUTKIMUKSIA MAITOROTUISTEN SONNIEN JÄLKELÄISARVOSTELUN
VARMISTAMISEKSI JA MONIPUOLISTAMISEKSI

Jouko Syväjärvi
Kotieläinten jalostustieteen
lisensiaattityö
Helsinki
Toukokuu 1984

TIIVISTELMÄ

Työ pohjautuu kolmen osatutkimuksen tuloksiin. Tavoittena oli toisaalta tutkia suoran vertailumenetelmän soveltamisvaihtoehtoja maidontuotanto-ominaisuuksia jälkeläisarvosteltaessa ja toisaalta arvioida mahdollisuuksia jälkeläisarvostella sonnit myös utaretulehduksen vastustuskyvyn jalostusvalintaa silmälläpitäen.

Ensimmäisessä osatutkimuksessa verrattiin keskenään kolmea vaihtoehtoista BLUP-mallia pyrkien siten arvioimaan sekä karja-vuositekijän muodostamistavan että sonnien ryhmittelymenettelyn vaikutusta arvostelutuloksiin. Tutkimusaineisto käsitti 400542 ensikon tuotostiedot vuosilta 1975-82. Tulokset osoittivat käyttökelpoisimmaksi mallin, jossa karja-vuosiluokat muodostettiin vuoden jaksoissa ja sonnien geneettiset ryhmät yksinomaan rodun perusteella.

Toisessa osatutkimuksessa kerättiin karjanomistajia haastatteleamalla tiedot 5647:n karja 43367:n lehmän utaretulehduksista. Aineiston analyysi osoitti utaretulehdusfrekvenssin periytymisastearvioiden vaihtelevan välillä 5 - 14% siten, että pienimmät arviot saatiin sonnien ensikkotyttärien sairastuvuustietoja tarkasteltaessa. Tulokset osoittivat, että haastatteleamalla kerättyjen sairautietojen perusteella sonnit voitaisiin jälkeläisarvostella riittävän luotettavasti, mikäli tiedot saataisiin kyllin suurista, noin 250 - 300 tyttären jälkeläisryhmistä.

Kolmannessa osatutkimuksessa arvioitiin maidon solupitoisuuden vaihtelua ja vaihteluun vaikuttavia tekijöitä tarkkailurekistereistä satunnaisotannalla valittujen 50118 lehmän vuorokausimaitonäytteiden solulaskentatulosten perusteella.

Tutkimus osoitti solupitoisuuden periytyvyyden niin suureksi, että sonneille voitaisiin laskea jo ensimmäisen arvostelun yhteydessä riittävän luotettavat arvostelut. Kun tulokset toisaalta antoivat aiheen epäillä, että maidon solupitoisuuden ja tuotantokyvyn välinen geneettinen yhteys saattaa olla positiivinen, olisi lisätutkimuksin varmistuttava myös utaretulehdussairastuvuuden ja maidon solupitoisuuden perinnöllisestä yhteydestä.

S I S Ä L L Y S L U E T T E L Ö

TYÖN SISÄLTÄMÄT JULKAISUT	1
JOHDANTO	1
YHTEENVETO ESITETYISTÄ JULKAISUISTA	3
I Application of the direct sire comparison method to the Finnish dairy cattle population	3
II Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle	5
III Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu ja yhteys maitotuotokseen	6
TULOSTEN TARKASTELU	8
Maidontuotanto-ominaisuuksien jälkeläisarvostelu ...	8
Utareterveyden jalostusmahdollisuudet	10
KIIITOKSET	13
KIRJALLISUUSLUETTELO	14

LIITE: Julkaisu III

 Julkaisut I ja II ovat ilmestyneet tieteellisissä sarjoissa. Niistä kiinnostuneet voivat tilata eripainokset osoitteella:

 Jouko Syväjärvi

 Suomen Kotieläinjalostusyhdistys

 PL 40, 01301 Vantaa 30

TYÖN SISÄLTÄMÄT JULKAISUT

Työ on koottu kolmesta osatutkimuksesta, joihin tässä kirjoituksessa viitataan roomalaisin numeroin (I, II ja III):

- I Syväjärvi, J., Ojala, M. & Hellman, T. 1983. Application of the direct sire comparison method to the Finnish dairy cattle population. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 55:
- II Lindström, U. B. & Syväjärvi, J. 1978. Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle. Livest. Prod. Sci., 5: 29-44.
- III Syväjärvi, J. 1984. Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu ja yhteys maitotuotokseen. Laudaturtyö, Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos.

Tekijöiden osuus yhteisjulkaisuissa on ollut seuraava:

- I Syväjärvi on suunnitellut ja ohjelmoinut sovellutuksen Suomen olosuhteita vastaavaksi sekä koonnut tutkimusaineiston. Aineiston analysoivat Syväjärvi ja Hellman yhteistyönä. Myös käsikirjoitus laadittiin yhteistyönä, joskin Ojalan työpanos oli tässä vaiheessa suurin.
- II Syväjärvi ja Lindström suunnittelivat kokeen, Syväjärvi analysoi aineiston ja Lindström laati käsikirjoituksen.

JOHDANTO

Valinnan teho riippuu ratkaisevasti valintahetkellä käytettävissä olevien arvostelutulosten luotettavuudesta. Jälkeläis-arvostelu on periaatteessa varmin arvostelumenetelmä ja lypsyrötujujen tärkeimpien ominaisuuksien osalta ainoa mahdollisuus arvostella sonneja. Kun lisäksi sonneille voidaan keinosiemenystä käyttäen tuottaa satoja, tarvittaessa tuhansiakin jälkeläisiä, kyetään sonnit arvostelemaan maidontuotanto-ominaisuuksienkin suhteen jopa varmemmin kuin lehmät.

Suomessa käytettiin suhteellisiin tuotoksiin perustuvaa arvostelujärjestelmää noin 30 vuotta periaatteessa sellaisena, miksi prof. Varo sen 50-luvun alussa kehitti. Merkittäviä täydennyksiä tosin tehtiin vuosien kuluessa (VARO 1952, VARO 1958, LINDSTRÖM ym. 1973).

Vuonna 1981 aikaisemmin käytetty järjestelmä korvattiin amerikkalaisen prof. Hendersonin esittämällä sonnien suoran vertailun menetelmällä. HENDERSONIN (1973) mukaan ko. menetelmä tuottaa jalostusarvojen parhaat lineaariset ennusteet, joita englanninkielisessä kirjallisuudessa nimitetään tilastollisten ominaisuuksiensa vuoksi BLUP-ennusteiksi (Best Linear Unbiased Prediction). Menetelmä sellaisenaan on yksiselitteinen, mutta myös käytetyn mallin on oltava mahdollisimman hyvin populaation rakennetta ja arvosteltavia ominaisuuksia kuvaava, ennen kuin voidaan laskea varmat ja harhattomat arvostelut.

Uuden menetelmän etuja ovat suuri joustavuus ja mahdollisuus ottaa huomioon aikaisempaa täsmällisemmin populaation rakenne ja systemaattisten ympäristötekijöiden vaikutukset. Menetelmää käytettäessä voidaan arvioida kaikki vaikuttavat tekijät samanaikaisesti, jolloin jalostusarvojen ennustevirhe tulee minimoitua.

Lypsyrotujen jalostuksessa kiinnitettiin 50- ja 60- luvuilla ensisijaisesti huomiota maidontuotantokyvyn kehittämiseen. Prof. Maijala julkaisi 70-luvun alussa laajan, monipuolisen jälkeläisarvostelun merkitystä korostavan kirjoitussarjan (MAIJALA 1982), ja muutaman vuoden kuluessa alettiin sonneja jälkeläisarvostella aluksi maidon valkuaispitoisuuden, tyttärien lypsettävyysominaisuuksien sekä hedelmällisyyden ja myöhemmin myös rakenneominaisuuksien ja luonteen suhteen.

Jalostuspalvelun ja Itä- ja Keski-Suomen keinosiemennisyhdistysten alueiden karjanomistajien lehmiensä sairauksista antamien haastatteluvastausten perusteella tutkittiin myös mahdollisuuksia jälkeläisarvostella sonnit utaretulehduksen vastustuskyvyn valintaa silmälläpitäen.

Vuonna 1978 toteutetun karjantarkkailun uudistuksen yhteydessä aloitettiin tarkkailulehmien maitonäytteiden solupitoisuustutkimukset. Maidon solupitoisuus kohoaa utaretulehduksen yhteydessä, ja kohonnutta solupitoisuutta pidetään hyvänä utaretulehduksen olemassaolon osoittajana. Utaretulehdusta esiintyy ajoittain lähes kaikissa karjoissa. Siitä aiheutui vuonna 1977 tehdyin arvion mukaan vuositasolla noin 300 milj. markan tappiot karjan-

omistajille (SALONIEMI 1978). Myös muiden sairauksien aiheuttamat tuotosten menetykset, sairaanhoidosta ja lääkinnästä aiheutuvat kulut sekä pyrkimys maidon laadun parantamiseen ovat pakottaneet kiinnittämään entistä enemmän huomiota kotieläinten sairauksien ehkäisyyn. Terveysjalostus on eräs mahdollisuus lisätä taudinvastustuskykyä.

Tämän tutkimussarjan ensimmäisessä osassa verrattiin keskenään kolmea vaihtoehtoista BLUP-mallia pyrkien siten etsimään maidontuotanto-ominaisuuksien jälkeläisarvostelussa käyttökelpoisinta suoran vertailumenetelmän sovellutusvaihtoehtoa.

Toisessa osatutkimuksessa laskettiin karjanomistajia haastatteleamalla kerätyn aineiston perusteella lehmien utaretulehdussairastuvuuden periytymisasteet ja arvioitiin mahdollisuuksia käyttää haastatteluvastauksina saatuja sairaustietoja hyväksi sonneja jälkeläisarvosteltaessa.

Kolmannessa osassa tutkittiin tarkkailulehmien vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuden vaihtelua, vaihteluun vaikuttavia tekijöitä sekä solupitoisuuden ja maitotuotoksen yhteyttä. Lisäksi laskettiin solupitoisuuden periytymisastearviot, ja arviot geneettisestä korrelaatiosta maitotuotoksen ja solupitoisuuden, maidon rasva- ja solupitoisuuden sekä valkuais- ja solupitoisuuden välillä. Edellä mainittujen vaikutusten ja tunnuslukujen arvioita tarvitaan silloin, kun harkitaan mahdollisuuksia ja tarvetta jälkeläisarvostella sonnit myös tyttärien maidon solupitoisuuden perusteella.

YHTEENVETO ESITETYISTÄ JULKAISUISTA

I Application of the direct sire comparison method to the Finnish dairy cattle population (Suoran vertailumenetelmän soveltaminen sonnien jälkeläisarvosteluun Suomessa)

Vuonna 1981 käyttöön otetussa jälkeläisarvostelumallissa oletetaan karja-vuositekijä kiinteäksi. Kun ensikoita verrataan keske-

nään karja-vuosiluokissa, ei vertailua voida tehdä, jos luokassa on vain yksi havainto. Tällaiset tuotostiedot joudutaan hylkäämään, minkä seurauksena sonnien jälkeläisryhmät pienenevät ja arvostelun varmuus siten heikkenee. Lähinnä tästä syystä tulisi vertailujakson olla riittävän pitkä.

Vuosina 1981-82 lasketut jälkeläisarvostelut olivat kuitenkin antaneet aiheen epäillä, ettei ympäristötekijöiden aiheuttama vuotuinen vaihtelu tule eliminoitua kyllin hyvin käytettäessä sellaista mallia, jossa vertailut tehdään karjan sisäisesti kahden vuoden tai jopa pitemmissä jaksoissa.

Tutkimuksessa verrattiin keskenään kolmea vaihtoehtoista BLUP-mallia pyrkien siten arvioimaan toisaalta karja-vuositekijän muodostamistavan ja toisaalta sonnien ryhmittelymenettelyn vaikutusta arvostelutuloksiin. Tutkimusaineisto käsitti 400542 ensikon tuotostiedot vuosilta 1975-82.

Tulokset osoittivat, että vähintään 20 tyttären perusteella arvosteltujen sonnien tytäriluku väheni keskimäärin 9%, kun kaksivuotisen karja-vuosijaksotuksen sijasta käytettiin yksivuotista jaksotusta. Koska karjojen keskilehmäluku oli jatkuvasti kasvanut aiheutti karja-vuosijakson lyhentäminen tarkastelujakson loppupuolella pienemmän vähentymisen tytärmäärissä kuin tarkastelujakson alkuvuosina. Siten voitiin päätellä, ettei arvostelun varmuus oleellisesti heikkene, vaikka kaksivuotisen karja-vuosijaksotuksen sijasta siirryttäisiin käyttämään yksivuotista jaksotusta. Vuosien välinen vaihtelu karjojen sisällä osoittautui olevan noin 7% 305-päivän maitotuotoksen vaihtelusta. Siksi yksivuotista jaksotusta käyttäen voidaan kaksivuotista jaksotusta paremmin ehkäistä mm. erilaisten rehuvuosien vaikutus arvostelutuloksiin.

Käyttämällä mallissa sonnien geneettisten ryhmien perusteella muodostettua tekijää pyritään eliminoimaan valinnan aiheuttamien geneettisten tasoerojen vaikutus arvostelutuloksiin. Tutkimus osoitti, että jos geneettiset ryhmät muodostetaan sonnien

iän perusteella ja samanaikaisesti otetaan huomioon sonnien keskinäiset sukulaisuudet, nuoret sonnit joutuvat aliarvostetuiksi suhteessa vanhoihin sonneihin. Kun sonnit jaettiin geneettisiin ryhmiin aikaisemmin käytetyn syntymävuosiluokittelun sijasta vain rodun mukaan, nuorimpien sonnien arvostelutulosten keskiarvo kohosi neljä indeksipistettä.

Käyttökelpoisimmaksi osoittautui siten malli, jossa karja-vuosi-luokat muodostettiin vuoden jaksoissa ja sonnien geneettiset ryhmät yksinomaan rodun perusteella.

II Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle (Kentällä rekisteröityjen tietojen käyttömahdollisuudet utaretulehduksen vastustuskykyä jalostettaessa)

Tutkimusaineisto hankittiin keräämällä 5647 karjanomistajan lehmiensä ja niiden emien utaretulehduksista antamat haastatteluvastaukset vuosina 1975-76. Seminologit haastattelivat Itä- ja Keski-Suomen keinosiemennysyhdistyksen alueen karjanomistajia ja karjantarkkailijat Jalostuspalvelun toiminta-alueen tarkkailukarjojen omistajia. Kaikkiaan saatiin tiedot 43367 lehmän utereterveidestä.

Tutkimus osoitti lehmien utaretulehdusfrekvenssin kasvavan lineaarisesti iän myötä siten, että toisen poikimisen jälkeen frekvenssi oli kaksinkertainen ja kolmannen poikimisen jälkeen kolminkertainen ensikoihin verrattuna. Utaretulehdusta sairastaneiden emien tyttärillä todettiin 1.5 - 2-kertainen sairastuvuus terveiden emien tyttäriin verrattuna.

Friisiläisrodun lehmillä esiintyi utaretulehdusta yleisemmin kuin suomenkarjan ja ayrshirerodun lehmillä, joskaan erot eivät olleet kovin suuret.

Periytymisastearvioiksi saatiin ensikoiden perusteella laskien 0.5 - 4.6%, toista tuotoskautta lypsäville 3.7 - 13.6% ja koko aineistosta laskien 4.6 - 13.8% välillä olevia lukuja. Korkeimmat arviot saatiin tulkitsemalla utaretulehdus joko-tai ominaisuudeksi.

Aineistosta laskettujen sonnien jälkeläisarvostelujen ja tuolloista arvostelumenetelmää käyttäen laskettujen 4-% maitopoikkeamien korrelaatio oli -0.14, mikä antoi aiheen epäillä, että maidontuotantokyvyn suhteen parhaiksi arvosteltujen sonnien jälkeläisillä saattaa esiintyä uteretulehdusta hieman yleisemmin kuin muiden sonnien jälkeläisillä.

Tutkimuksen yhteenvedona voitiin todeta, että haastatteleamalla kerättyjen sairastuvuustietojen perusteella voitaisiin sonnit jälkeläisarvostella riittävän luotettavasti, mikäli tiedot saataisiin kyllin suurista, noin 250 - 300 tyttären jälkeläisryhmistä.

III Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu ja yhteys maitotuotokseen

Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä tutkittiin vuosien 1981 ja 1982 tarkkailurekistereistä satunnaisotannalla valittujen 50118 lehmän aineiston perusteella.

Utaretulehduksen lisäksi tärkeimmiksi solupitoisuuteen vaikuttaviksi tekijöiksi osoittautuivat lehmän ikä ja lypsykauden vaihe. Keskimääräinen solupitoisuus oli toista lypsykautta lypsävillä noin 50% ja kolmatta lypsykautta lypsävillä noin 100% korkeampi kuin ensikoilla. Välittömästi poikimisen jälkeen otetuissa näytteissä solupitoisuus oli noin nelinkertainen normaalitasoon verrattuna. Pitoisuus laski poikimisen jälkeisten 15 päivän aikana normaalitasolle ja kuukauden kuluessa alimmilleen.

Kiiman aikana otettujen maidonäytteiden solupitoisuus ei poikennut normaalista. Lehmillä, joiden maidon solupitoisuus oli kohonnut yli 250000 kpl/ml ensimmäisen 15 päivän kuluttua poikimisesta pidetyn koelypsyn aikana, oli noin kaksi kertaa suurempi riski tulla poistetuksi vuoden kuluessa poikimisesta, kuin niillä lehmillä, joiden maidon solupitoisuus ei ollut kohonnut.

Maidon solupitoisuuden kaksinkertaistumisen myötä väheni 305-päivän maitotuotos keskimäärin 130 kg. Lehmät, joiden maidon solupitoisuus oli lypsykauden aikana keskimäärin yli 250000 kpl/ml tuottivat 175 kg vähemmän maitoa kuin lehmät, joiden maidon solupitoisuus ei ollut kohonnut.

Karjojen välinen vaihteluosuus solupitoisuuden kokonaisvaihtelusta oli 13% ja lehmien osuus 34%. Karjan ruokintaintensiteetti ja ruokintatyyppi eivät vaikuttaneet merkittävästi lehmien maidon solupitoisuuteen.

Solupitoisuus oli friisiläislehmillä korkeampi kuin ayrshire- ja suomenkarjan lehmillä. Maidon solupitoisuuden periytymisastearviot vaihtelivat ayrshirodun osalta välillä 9 - 18% ja friisiläisillä välillä 11 - 31%. Ayrshirerodun tuloksista laskettu maitotuotoksen ja maidon solupitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio oli 0.14, mutta friisiläisrodulla -0.02.

Tulokset osoittivat, että ayrshire- ja friisiläisrodun sonneille voitaisiin laskea luotettavat, yli 70% varmuuteen yltävät jälkeläisarvostelut tyttärien maidon solupitoisuuden perusteella.

TULOSTEN TARKASTELU

Maidontuotanto-ominaisuuksien jälkeläisarvostelu

Suomalaisen naudanjalostuksen erityispiirteitä ovat runsas nuorsonnien käyttö ja lähes sataprosenttinen keinosiemennys. Samaa nuorsonnia käytetään vain harvoin useammalle kuin yhdelle karjan lehmistä. Jälkeläisarvostelut saadaan lähes kaikille käyttöön otetuille nuorsonneille. Arvostelujen varmuutta heikentää jonkin verran pieni karjakoko, koska karjavaikutusten luotettava arviointi on pienissä karjoissa vaikeampaa kuin suurissa.

Tutkimuksen yhteydessä laskettu varianssianalyysi osoitti karjojen välisen vaihtelun olevan 37% ja vuosien välisen karjojen sisäisen vaihtelun 7% ensikoiden neliprocenttiseksi muunnetun 305 päivän maitotuotoksen vaihtelusta. Vaihteluosuudet ovat hyvin yhtäpitäviä vastaavien kirjallisuudessa esitettyjen arvioiden kanssa (esim. CHRISTENSEN 1980) ja korostavat sekä karja- että vuositekijän tärkeyttä arvostelumallissa.

Kolmen vaihtoehtoisen arvostelumallin vertailu kuitenkin osoitti tulosten varmuuden riippuvan ensisijaisesti jälkeläisryhmien koosta. Kun jälkeläisryhmät eivät oleellisesti pienentyneet, vaikka aikaisemmin käytetyn 2-vuotisen karja-vuosijaksotuksen sijasta käytettiin yksivuotista vertailujaksoa, päädyttiin suosittelemaan yksivuotisen vartailujakson käyttöönottoa myös virallisia jälkeläisarvosteluja laskettaessa. Siten mm. erilaisten rehuvuosien vaikutus arvostelutuloksiin tulisi eliminointua aikaisempaa paremmin.

Omat erityisvaatimuksensa suomalaiselle arvostelujärjestelmälle asetta se, että ayrshire on valtarotu, mutta myös friisiläis- ja suomenkarjan sonnit olisi kyettävä arvostelemaan mahdollisimman luotettavasti. Noin 20% karjanomistajista kasvattaa

useampaa kuin yhtä rotua. Tämä on jälkeläisarvostelumallissa pyritty ottamaan huomioon laskemalla tulokset samanaikaisesti kaikille roduille ja muodostamalla geneettiset ryhmät erikseen roduittain. Voitaneen olettaa, ettei menettely ainakaan heikennä ayrshiresonnien arvosteluvarmuutta, vaikka se samalla luo mahdollisuuksia sekä friisiläissonnien että suomenkarjan sonnien mahdollisimman luotettavalle jälkeläisarvostelulle.

Valinnan tuloksellisuuden kannalta on oleellista, että uudet arvosteltavat sonnivuosisiluokat saavat heti mahdollisimman luotettavat tulokset. Tutkimuksessa testattujen vaihtoehtoisten mallien tulosten tarkastelu osoitti, että nuoret sonnit joutuivat aliarvostetuiksi suhteessa vanhempiin ikäluokkiin, mikäli arvostelumallissa samanaikaisesti otettiin huomioon sekä sonnien keskinäiset sukulaisuudet että sonnien syntymävuoden perusteella muodostetut sukupolviluokat. Sekä tutkimuksessa vertailtujen mallien tulosten että useiden kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten perusteella näyttääkin siltä, ettei sonnien sukupolvi-ryhmien ja sonnien keskinäisten sukulaisuuksien samanaikainen huomioon ottaminen ole tarpeellista.

Syksyllä 1983 laskettu jälkeläisarvostelu osoitti, että tutkimuksen perusteella arvostelumalliin tehdyt korjaukset todella paransivat nimen omaan nuorimpien sonnien arvostelutuloksia.

Maitotuotosten vuotuinen vaihtelu johtuu sekä ympäristötekijöistä että eri vuosina käytettyjen sonnien perinnöllisen tason vaihtelusta. Siksi jokaisen sonnivuosisiluokan keskiarvo ei ole korkeampi kuin edellisen vuoden keskiarvo eikä kaikkina vuosina voida odottaa saatavan uusia huippusonneja.

Utareterveyden jalostusmahdollisuudet

Jalostusvalinta kannattaa kohdistaa vain niihin tauteihin, joista aiheutuu suurimmat taloudelliset menetykset ja joiden vastustuskyvyssä tiedetään olevan perinnöllistä vaihtelua. Utaretulehdus on sekä yleinen että suuria tappioita karjanomistajille aiheuttava sairaus.

Osatutkimuksessa II lasketut periytymisastearviot osoittivat kliinisten tautitapausten periytyvyyden olevan ensikkojen perusteella arvioiden 1 - 5% ja vanhempien lehmien sairauksien perusteella arvioiden 5 - 14%. MILLERin (1984) laatiman kirjallisuuskatsauksen mukaan vaihtelivat eri tutkimuksissa saadut kliinisen utaretulehduksen periytymisastearviot välillä -3 - 50% ja kahdentoista tutkimustuloksen keskiarvo oli 12%. Tulokset osoittavat utaretulehdussairastuvuuden heikkoa perinnöllistä vaihtelua.

Keinosiemennyssonnit voidaan jälkeläisarvostella melko luotettavasti myös sellaisten ominaisuuden suhteen, joiden periytymisaste on pieni. Siksi utaretulehduksen vastustuskykyä kehitettäessä lienee tarkoituksenmukaisinta keskittyä erityisesti sonnien jälkeläisarvosteluun ja valintaan.

Sonnien säännöllinen jälkeläisarvostelu ei kuitenkaan ole ollut mahdollista, koska käytettävissä ei ole ollut rekisteröityjä tietoja lehmien sairauksista. Tässä suhteessa tilanne on nopeasti paranemassa, koska vuonna 1982 aloitetun nautakarjan terveys-tarkkailun puitteissa rekisteröitiin vuonna 1983 puolet kaikista eläinlääkärien hoitamista tautitapauksista.

Jos oletetaan ensikoiden kliinisen utaretulehduksen periytymisasteeksi 3% ja sonnien tytärmääräksi I osatutkimuksessa todettu 130 tytärtä ensimmäisessä arvostelussa, voitaisiin sonneille tuottaa jo ensimmäisen arvostelun valmistuessa noin 50% varmuuteen yltyvät tyttäreiden utaretulehdussairastuvuutta kuvaavat jälkeläisarvostelut. Varmuus olisi suurempi kuin Euroopan

Kotieläintuotantoliiton (EAAP:n) työryhmän suosittelema jalkais-tavan arvostelun minimivarmuus 35% (GAILLARD ym. 1977), mutta pienempi kuin saman työryhmän "tärkeiden" ominaisuuksien arvoste-lutuloksien julkaisurajaksi suosittelema 65%. Näyttääkin todennäköiseltä, että käyttämällä utaretulehdussairastuvuuden jälkeläisarvostelussa BLUP-mallia, jossa samoin kuin maidon-tuotanto-ominaisuuksien arvostelussa otettaisiin huomioon myös kaikki sonnien keskinäiset sukulaisuudet, päästäisiin varsin tyydyttäviin tuloksiin.

Koska nautakarjan terveystarkkailun ansoista lehmien utaretuleh-duksista kertyy koko ajan runsaasti rekisteritietoja, olisi pikimmiten käynnistettävä tutkimus käyttökelpoisimman arvoste-lumallin kehittämiseksi.

Epäsuorista uteretulehduksen kuvaajista tärkein on maidon solu-pitoisuus sekä siksi, että siitä on käytettävissä karjantark-kailussa säännöllisesti tehtävien maitonäytteiden solupitoisuus-määritysten ansiosta eläinkohtaiset rekisteritiedot, että siksi koska kohonnutta solupitoisuutta yleisesti pidetään varsin hyvänä utaretulehduksen osoittajana.

Maidon solupitoisuus osoittautui olevan selvässä yhteydessä tuo-tokseen. Tulos on yhtäpitävä useiden kirjallisuudessa esitetty-jen tutkimustulosten kanssa (esim. REICHMUT ym. 1970, FUNKE ym. 1981, RAUBERTAS ja SHOOK 1982, MILLER ym. 1983). Lehmät, joiden maidon solupitoisuus oli lypsykauden aikana keskimäärin yli 250000 kpl/ml tuottivat 175 kg vähemmän maitoa kuin ne lehmät, joiden maidon solupitoisuus ei ollut kohonnut. Koska myös maidon rasvapitoisuus oli alhaisempi niillä lehmillä, joiden maidon solupitoisuus oli kohonnut, ei ns. "laimennusvaikutus" selitä kuin ehkä osittain solupitoisuuden kohotessa tapahtuvaa tuotok-sen vähenemistä.

Koska karjojen välinen vaihteluosuus maidon solupitoisuuden vaih-telusta oli vain 13% ja lehmien vastaava osuus noin 34%, on ilmeistä, ettei yksinomaan ns. ongelmakarjoihin kohdistetun

neuvontatyön ja hoitotoimenpiteiden avulla voida oleellisesti vähentää esimerkiksi tietyn meijerialueen tuottajamaidon keski-solupitoisuutta. Lähes kaikissa karjoissa on omat ongelmayksilöt. Siksi neuvontakin tulisi ulottaa kaikkiin karjoihin.

Sekä maidon solupitoisuus että osatutkimuksessa II arvioitu utaretulehdusfrekvenssi olivat suurimmat friisiläislehmillä ja pienimmät ayrshirelehmillä. Todetuilla eroilla ei kuitenkaan liene suurta käytännön merkitystä.

Luotettavimmat periytymisastearviot voitiin laskea ayrshireson-nien tyttären maidon solupitoisuuden perusteella. Arviot vaihte-livat poikimakerrasta riippuen välillä 9 - 18%. MILLERin (1984) laatiman kirjallisuuskatsauksen mukaan oli yhdeksässä eri tutki-muksessa esitettyjen solupitoisuuksien periytymisasteiden keski-arvo 20%. Tulokset osoittavat maidon solupitoisuuden vaihtelevan myös perintötekijöistä riippuen. Ensikoidenkin maitonäytteiden solupitoisuuksista lasketut periytymisastearviot olivat niin kor-keat, että näyttäisi hyvin mahdolliselta arvostella sonnit luo-tettavasti samanaikaisesti, kun ensimmäiset maidontuotanto-ominaisuuksien jälkeläisarvostelut valmistuvat.

Sekä tämän tutkimuksen tulokset että kirjallisuudessa esitetty arviot antavat aiheen epäillä, että maidontuotantokyvyn ja mai-don solupitoisuuden geneettinen yhteys on heikosti positiivinen tai lähes nolla, vaikka fenotyypinen yhteys on selvästi negatiiv-
vinen. Positiivinen yhteys voisi MILLERin (1984) mukaan johtua joko siitä, että hyvään tuotantokykyyn liittyy perinnöllisesti korkea solupitoisuus, tai siitä että perinnöllisesti korkean maidontuotantokyvyn omaavilla lehmillä on tavanomaista suurempi alttius sairastua utaretulehdukseen.

Geneettisten korrelaatioarvioiden keskivirheet olivat suuria ja eri lypsykausien samoin kuin eri rotujen perusteella laskien saa-tiin sekä positiivista että negatiivista yhteyttä osoittavia tu-loksia. Siksi ei tämän tutkimuksen perusteella voida varmasti

sanoa, poikkeaa yhteys nollasta. Lisätutkimuksin olisikin varmistuttava siitä, minkälainen geneettinen yhteys todella vallitsee toisaalta maidon solupitoisuuden ja tuotantokyvyn sekä toisaalta solupitoisuuden ja utaretulehdussairastuvuuden välillä.

KIITOKSET

Tässä yhteydessä haluan kiittää kaikkia ystäviä ja työtovereita, jotka ovat myötävaikuttaneet tutkimukseni edistymiseen. Käytännön työelämässä kuluneiden kymmenen vuoden jälkeen opiskelu tuskin olisi lähtenyt uudelleen käyntiin ilman prof. U. B. Lindströmin kannustusta ja August Johannes ja Aino Tiuran säätiön myöntämää taloudellista tukea. Suomen Kotieläinjalostusyhdistyksen toiminnanjohtajalle Antti Viirimäelle sekä osastopäällikkö Lauri Myllylälle esitän lämpimät kiitokset joustavasta ja kannustavasta suhtautumisesta. Samoin kiitän Maatalouden Laskentakeskuksen päällikköä Ilkka Kimmoa, tarkkailuagronomi Esa Hannulaa, ATK-suunnittelija Juhani Länsimäkeä ja käyttöpäällikkö Heimo Keskistä sekä muuta henkilökuntaa, joiden myötävaikutuksella olen voinut tehdä tarvittavat laskelmat ja analyysit.

Erityisesti haluan kiittää MML Matti Ojalaa ja MMK Tapani Hellmannia hyvästä yhteistyöstä sekä ELT Hannua Saloniemeä eläinlääketieteellisissä erityiskysymyksissä saamastani asiantuntija-avusta.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- CHRISTENSEN, L. G. 1980. Direct updating as a method for estimating breeding values in cattle. Ber. fra Stat. Husdyrbruks Fors. No. 489. 270 p.
- FUNKE, H., BROLUND, L. & SARANDBERG, P. 1981. Leverantörmjölkens cellhalt i relation till ett antal leverantörmjölks- och kokontroll-parameter mm. SHS Medd. 110. 129 p. Eskilstuna.
- GAILLARD, C., DOMMERHOLT, J. FIMLAND, E., CHRISTENSEN, L. G., LEDERER, L., McCLINTOCK, A. E., MOQUOT, J. C. & PHILIPSSON, J. 1977. AI bull evaluation standards for dairy and dual purpose breeds. Livest. Prod. Sci. 4, 115-128.
- HENDERSON, C. R. 1973. Sire evaluation and genetic trends. Proc. of the Anim. Breed. and Genet. Symp. in Honor of Dr. Jay L. Lush. July 29, 1972. Blacksburg, Va. pp: 10-41.
- MAIJALA, K. 1982. Sonnien monipuolinen jälkeläisarvostelu I, II ja III. Erip. 6 p.
- MILLER, R. H. 1984. Traits for sire selection related to udder health and management. J Dairy Sci. 67, 459-471.
- "- , EMANUELSSON, U., PEARSSON, E., BROLUND, L., PHILIPSSON, J. & FUNKE, H. 1983. Relationships of milk somatic cell counts to daily yield and composition. Acta Agric. Scand. 33, 209-223.
- LINDSTRÖM, U. B., MAIJALA, K. & VARO, M. 1973. Dairy progeny testing in Finland. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 45, 565-571.
- RAUBERTAS, R. F. & SHOOK, G. E. 1982. Relationship between measurements of Somatic Cell Concentration and milk yield. J. Dairy Sci. 65, 419-425.
- Von REICHMUT, J., ZEIDLER, H., TOLLE, A. & HEESCHEN, W. 1970. Zum Einfluss subklinischer Mastitiden auf die Milchleistung des Rindes. Berl. MÜch. Tierärztl. Wschr. 83, 2: 26-30.
- SALONIEMI, H. 1978. Utaretulehduksen, asetoniaudin ja poikimahalvauksen taloudellinen merkitys. Karjatalous 54, 2: 31-33.
- VARO, M. 1952. Untersuchungen über die Steigerungsmöglichkeiten der Viezüchtung unter besonderer Berücksichtigung der Bullenauslese. Acta Agr. Fenn. 77, 156 p.
- "- 1958. Über die Brauchbarkeit unserer Bullenwerte auf den Verschiedenen Leistungsstufen. Acta Agr. Fenn. 93, 4: 1-31.

LIITE

TARKKAILULEHMIEN MAIDON SOLUPITOISUUDEN VAIHTELU JA
YHTEYS MAIDONTUOTANTOON

Jouko Syväjärvi
Kotieläintieteen laudaturtyö
1984

SISÄLLYSLUETTELO

Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu
ja yhteys maitotuotokseen

1.	JOHDANTO	1
2.	KIRJALLISUUSKATSAUS	3
2.1	Normaalimaidon solupitoisuus	3
2.1.1	Suomessa käytettävät raja-arvot	4
2.2	Mastiittimaidon solupitoisuus	5
2.3	Näytteenottotavan vaikutus maidon solupitoisuuteen	8
2.3.1	Neljännesnäyte	8
2.3.2	Lehmäkohtainen näyte	9
2.3.3	Karjan yhteismaitonäyte	12
2.4	Muut solupitoisuuden vaihtelua aiheuttavat tekijät	14
2.4.1	Lypsyn eri vaiheet	14
2.4.2	Päivittäinen vaihtelu	15
2.4.3	Lypsykauden vaihe	16
2.4.4	Lehmän ikä	16
2.4.5	Stressi ja sairaudet	17
2.4.6	Vuodenaikaisvaihtelu	19
2.4.7	Geneettinen vaihtelu	20
2.5	Solupitoisuuden ja maitotuotoksen yhteys	21
2.6	Maidon laatu ja solupitoisuus	26
3.	OMAT TUTKIMUKSET	29
3.1	Aineisto	29
3.2	Menetelmät	30
3.3	Vuorokausimaidon solupitoisuus ja sen vaihtelu	32
3.4	Säännöllisesti toistuvien tekijöiden vaikutus solupitoisuuteen ja solutuotokseen	39
3.4.1	Poikimakerran, laktaatiovaiheen ja näytteenottokuukauden vaikutus	39
3.4.2	Kiimakierron vaihe	42
3.5	Karjojen ja lehmien välinen vaihtelu	43
3.6	Maidon solupitoisuus ja riski tulla poistetuksi	45

3.7	Solupitoisuuden yhteys 305 päivän maitotuotokseen sekä maidon rasva- ja valkuaispitoisuuteen	47
3.8	Ruokintatyypin ja ruokintaintensiteetin vaikutus karjakohtaiseen solupitoisuuskeskiarvoon	53
3.9	Solupitoisuuden geneettinen vaihtelu	59
4.	TULOSTEN TARKASTELU	63
5.	YHTEENVETO	70
	Liite	
	Kirjallisuusluettelo	

1. JOHDANTO

Tuotannon tarkkailu antaa karjan omistajalle luotettavat taustatiedot tuotannon suunnittelua varten ja osoittaa saavutetut tulokset. Tuotosten mittaaminen, maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden tutkiminen, ruokinnan suunnittelu, rehujen laadun ja määrän arviointi sekä tarkka polveutumisten seuranta kuuluvat säännölliseen tarkkailutyöhön.

Vuoden 1982 aikana aloitettiin myös tarkkailulehmien maidon solulaskenta. Solut tutkitaan samoista kahden kuukauden välein otettavista lehmäkohtaisista näytteistä, joista rasva- ja valkuaispitoisuuskin määritetään. Määrittämisen tarkoitus on paljastaa utaretulehduksen vaivaamat karjat ja osoittaa lehmät, joiden maidon solupitoisuus on jatkuvasti epänormaalin korkea ja joiden tästä syystä voidaan epäillä sairastavan utaretulehdusta. Epäilyttäväksi osoittautuneet lehmät olisi tarkemmin tutkittava ja tarvittaessa hoidettava.

Maidon solupitoisuuden merkitys on kaksitahoinen. Koska maidon valkosolupitoisuutta pidetään yleisesti parhaana tulehdustilan olemassaolon ja tulehduksen vaikeusasteen osoittajana, saadaan solupitoisuuden perusteella käsitys utareterveydentilasta. Toisaalta voidaan solupitoisuuden perusteella tehdä johtopäätöksiä tuottajamaidon laadusta. Heikkolaatuinen maito on huono meijeriteollisuuden raaka-aine.

Utaretulehduksen on arvioitu vuonna 1979 (ANON. 1982 a p. 28) aiheuttaneen karjanomistajille yhteensä 360 miljoonan markan menetykset. Tästä summasta yli puolet kertyi piilevien utaretulehdusten aiheuttamana tuotannonlaskuna. Vaikka maidon solu-

pitoisuus kohoaa sekä äkillisten että piilevien tulehdusten aikana, lienee solulaskenta käyttökelpoisin erityisesti etsittäessä piileviä tulehduksia, jotka muutoin saattavat jäädä toteamatta.

Solupitoisuusmittausten tulkintaa utaretulehdustutkimuksissa vaikeuttaa se, ettei maidon solupitoisuuden vaihtelu johdu yksin tulehduksesta.

Monet tutkijat (esim. KOIRANEN 1978 b, SCHALM ym. 1971, HONKANEN-BUZALSKI ym. 1981, SYRSTAD & RØN 1979, PHILIPSSON ym. 1981, KENNEDY 1982 a, FUNKE ym. 1981, LINDSTRÖM ym. 1981) ovat todenneet, että esim. vuodenaika, lypsykauden vaihe, päivittäinen maitomäärän vaihtelu, lehmän ikä, hormonaaliset tekijät, kiima, stressi ja muut sairaudet kuin utaretulehdus sekä yksilökohtaiset, karjakohtaiset ja geneettiset tekijät vaikuttavat osaltaan maidon solupitoisuuteen.

Utareterveydestä riippumattomien maidon solupitoisuuden vaihtelua aiheuttavien tekijöiden vaikutukset olisi tunnettava mahdollisimman hyvin, jotta ne osattaisiin ottaa huomioon tehtäessä johtopäätöksiä utareterveydestä.

Tämän työn tarkoitus on arvioida ja mitata tärkeimpien utareterveydestä riippumattomien tekijöiden vaikutukset maidon solupitoisuuteen sekä arvioida maitotuotoksen ja solupitoisuuden välinen yhteys. Tutkimuksessa käytetään hyväksi tarkkailulehmien lehmäkohtaisten solupitoisuusmäärittysten tuloksia sekä muita tarkkailulehmistä käytettävissä olevia tietoja.

Tulokset pyritään esittämään siten, että niitä voidaan käyttää hyväksi utareterveystarkkailua ja terveydenhoidon neuvontaa kehitettäessä.

2. KIRJALLISUUS

2.1 Normaalimaidon solupitoisuus

Terveen lehmän maidossa ei pitäisi olla lainkaan somaattisia soluja, koska utare ei ole holokriininen ¹⁾ rauhanen. Tällaista maitoa tuskin kuitenkaan löydetään. Siksi jonkin verran somaattisia soluja sisältävää maitoa yleisesti pidetään normaalina (SCHALM ym. 1971, p. 101).

Useat tutkijat ovat esittäneet raja-arvoja, joiden yli menevää solupitoisuutta pidetään epänormaalina. Toiset ovat hyväksyneet 500 000 kpl/ml alittavat pitoisuudet normaaleiksi, mutta jotkut ovat esittäneet huomattavasti pienempiä (20 000 kpl/ml) jotkut taas huomattavasti suurempia (1.5 milj. kpl/ml) normaalimaidon raja-arvoja (SCHALM ym. 1971, p. 102).

Normaalimaidon solupitoisuuden enimmäismääriä harkittaessa on otettava huomioon, onko kyseessä neljännesnäyte, lehmäkohtainen näyte vai karjan yhteismaitonäyte. Kulutusmaidon laadun arvioinnissa on meillä Suomessa hyväksytty suhteellisen korkea luku (500 000 kpl/ml). Neljännesmaitoa tutkittaessa huomattavasti alhaisempi pitoisuus (100 000 kpl/ml) lienee sopivampi raja-arvo. Jälkimmäisessä tapauksessa olisikin parempi pyrkiä selvittämään suoraan valkosolujen (neutrofiilien leukosyyttien) määrä.

Ennen lypsyn aloitusta otettuja neljännesmaitonäytteitä käytetään yleisesti arvioitaessa neljännesten normaaliutta solupitoisuuden tai kemiallisten testien perusteella. SCHALMin ja LASMANISin (1968) tutkimuksessa otetuissa 690:ssä laktaatiokauden toisen viikon ja seitsemännen kuukauden välisenä aikana tutkitussa neljännesmaitonäytteessä (Taulukko 1) oli solupitoisuus 90 prosentissa näytteistä alle 250 000 kpl/ml ja 96.5 prosentissa alle 500 000 kpl/ml.

1) Rauhanen, jonka erite ja erittävät solut yhdessä muodostavat erittyvän aineen.

Taulukko 1. Suolapitoisuuden ja pH-luvun perusteella normaalimaidoksi luokiteltujen 690:n neljännesmaitonäytteen jakautuminen eri solupitoisuusluokkiin (SCHALM ja LASMANIS 1968).

Arvioitu soluluku, kpl/ml	Näytteiden osuus, %
0 - 100 000	76.55
110 000 - 250 000	13.76
260 000 - 500 000	6.23
510 000 - 1 000 000	2.31
yli 1 000 000	1.15

2.1.1 Suomessa käytettävät raja-arvot

Vedinkohtaisia näytteitä tutkittaessa noudatetaan Suomessa pohjoismaista suositusta, jonka mukaan maito arvostellaan mastiittimaidoksi, jos lypsykauden 2. - 7. kuukauden aikana otetun näytteen solupitoisuus on yli 300 000 kpl/ml (KOIRANEN 1978 a, KLASTRUP & SMIDT MADSEN 1974).

Lehmäkohtaisten yhteismaitonäytteiden tuloksia tutkittaessa luokitellaan tarkkailulehmien maidon solupitoisuudet seuraavasti (ANON. 1983):

Soluja kpl/ml	Kirjaintunnus	Selväkielinen teksti
alle 125 000	K	utareterveys erinomainen
125 000 - 250 000	L	utareterveys hyvä
250 000 - 500 000	M	utareterveys arveluttava
500 000 - 1 000 000	N	utareturehdus ilmeinen
1 000 000 - 2 000 000	O	utareturehdus
yli 2 000 000	P	vakava utareturehdus

Johtopäätösten teon varmentamiseksi korjataan poikimäkerran ja laktaatiovaiheen vaikutus erityisin korjauskertoimin (SYVÄJÄRVI ym. 1981) ja tulokset ilmoitetaan kahden näytteenottokerran korjattujen solulukujen keskiarvona. Terveiksi luetaan näytteet, joissa korjattu soluluku on alle 250 000 kpl/ml.

Tuottajamaitonäytteiden soluluvut luokitellaan kunnallisten valvontaviranomaisten tekemissä tutkimuksissa seuraavasti (ANON. 1975):

<u>Luokka</u>	<u>Solupitoisuus kpl/ml</u>
A	alle 500 000
B	500 000 - 1 000 000
C	1 000 000 - 2 000 000
D	yli 2 000 000

Jos maito toistuvasti arvostellaan D-luokkaan, on sen käyttö elintarvikkeeksi kielletty.

2.2. Mastiittimaidon solupitoisuus

Valtaosa mastiiteista aiheutuu bakteeritartunnoista. Tartunnan seurauksena verestä suodattuu valkosoluja vaurioituneelle alueelle. Valkosolujen aikaansaaman torjuntareaktion luonne ja voimakkuus on suhteessa tartunnan aiheuttajien lukumäärään ja elinvoimaisuuteen.

Äkillisen tartunnan seurauksen valkosolupitoisuus kohoaa melko selvästi, mutta piilevä tartunta ei aina aiheuta merkittävää valkosolupitoisuuden nousua. Vähäisen valkosolumäärän nousun havaitsemista vaikeuttaa myös päivittäinen maitomäärän vaihtelu. Siten alhainen solulukku ei välttämättä osoita utareen olevan terve.

Norjalaiset MAERE ym. (1982) ovat tutkineet maidon solupitoisuuksia ennen utaretulehdushoidon aloittamista ja sen jälkeen. Tutkimusaineisto käsitti yhden kunnan tarkkailulehmät. Kaikkiin tutkittiin 29.10.1979 - 1.4.1980 välisenä aikana kliinisesti 222 lehmää, joista otettiin 877 vedinkohtaista näytettä. Tutkittujen lehmien maidon solupitoisuus ennen kliinistä tarkastusta ja sen jälkeen selvitettiin karjantarkkailutuloksista.

Kliinisen tarkastuksen ja laboratoriotutkimusten perusteella todettiin 55.9 prosentilla hoidetuista lehmistä akuutti mastiitti, 36 prosentilla krooninen mastiitti ja 8.1 prosentilla

subkliininen mastiitti. Niillä lehmillä, joiden maidon solupitoisuus oli tutkittu karjantarkkailun maitonäytteistä sekä ennen että jälkeen hoidon aloittamista, olivat aritmeettisesti lasketut solupitoisuuskeskiarvot eri diagnoosiryhmissä seuraavat (MAERE ym. 1982):

Diagnoosi	Maidon solupitoisuuskeskiarvo (kpl/ml)	
	Ennen hoidon aloittamista	Hoidon jälkeen
Akuutti mastiitti	404 000	309 000
Krooninen mastiitti	330 000	184 000
Subkliininen mastiitti	826 000	191 000

Tulosten perusteella em. tutkijat päättelivät mastiittilehmien maidon solupitoisuuskeskiarvon olleen jo ennen utaretulehdushoidon aloittamista normaalia korkeampi. Lisäksi näyttää tutkijoiden mukaan siltä, että kliinisesti todettu mastiitti muuttuu hoidon jälkeen usein krooniseksi, jolloin soluluku pysyy edelleenkin korkeana.

Erilaisten bakteeritartuntojen seurauksena valkosolupitoisuus kohoaa eri tavalla, mutta streptokokkitartunta aiheuttaa yleensä selvimmän nousun. BLACKBURNin (1968) analyysoimissa 26 272 näytteessä vaihteli solupitoisuus 0.72 - 4.94 milj. kpl/ml silloin, kun tartunnanaiheuttaja oli koagulaasipositivinen (saostuva) stafylokokki. Koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja sisältäneessä maidossa oli vaihteluväli 0.58 - 1.0 milj. kpl/ml ja streptokokkitartunnoissa 1.48 - 4.62 milj. kpl/ml. Näytteissä, joissa ei todettu stafylokokkeja, streptokokkeja eikä kolibakteereita, oli vaihteluväli 0.19 - 0.60 milj. kpl/ml.

Myös FUNKEN (1982) johtama laaja tutkimus osoitti solupitoisuuden kohoavan eri tavalla erityyppisten tartuntojen yhteydessä.

Erityisesti stafylococcus epidermis mutta myös "muut" streptokokit ja streptococcus dysgalactie tartunta eivät usein aiheutta- neet solupitoisuuden nousua. FUNKEN (1982) mukaan tämä johtuu ainakin osittain bakteerien erilaisesta virulenssista.

Taulukko 2.

Eri tartunnanaiheuttajien vaikutus maidon solupitoisuuteen. Neljännesnäytteet otettu ennen lypsyn aloitusta. Rotu SRB. (FUNKE 1982).

Luvut osoittavat, miten monta prosenttia näytteistä on sijoittunut eri solupitoisuusluokkiin eri tartunnanaiheuttajaryhmissä.

Solupitoisuus- luokka (kpl/ml)	Tartunnan aiheuttaja									
	Ei kasvua	Staf. epid.	Staf. aur.	Strept. "muu"	Strept. agal.	Strept. dysg.	Strept. uberis	Koli		
99'	72.1	53.0	29.1	46.0	2.3	44.4	25.0	28.7		
100' - 199'	13.4	17.3	9.1	11.7	5.1	6.4	12.5	10.0		
200' - 499'	9.3	16.5	15.8	15.4	19.0	11.7	30.3	19.2		
500' - 999'	2.7	6.7	15.5	10.2	16.7	13.0	15.9	12.7		
1000' -	2.5	6.5	30.5	16.7	56.9	24.5	16.3	29.4		
Näytteitä yhteensä 46 324	28773	11027	3154	1375	216	1571	208	401		

2.3 Näytteenottotavan vaikutus maidon solupitoisuuteen

Solupitoisuustutkimusta varten otetaan maitonäyte yleensä joko neljänneskohtaisesti, lehmäkohtaisesti tai karjan kaikkien lehmien yhteismaitonäytteenä.

Vedinkohtainen tutkimus tehdään silloin, kun halutaan tietää, mitkä neljännekset ovat tulehtuneet. Lehmäkohtaisia tutkimuksia tehdään Suomessa nykyisin rutiininomaisesti mm. kaikkien tarkkailulehmien maitonäytteistä, ja karjakohtaisten solupitoisuusmäärittysten perusteella pyritään löytämään ns. ongelmakarjat eli karjat, joissa utareterveystilanne on erityisen huono. Lehmäkohtainen tai karjakohtainen näyte ei anna varmaa tietoa etsittäessä karjan tulehduslehmia, koska mastiittimaito ja terve maito sekoittuvat tällaisissa näytteissä keskenään. Yleisesti hyväksytyn käsityksen mukaan on kuitenkin olemassa tietty yhteys lehmä- tai karjakohtaisesti otettujen näytteiden solupitoisuuksien ja subkliinisten tulehdusten yleisyyden välillä (BAKKEN ym. 1982). Vaikeampi on osoittaa, miten varma tämä yhteys on.

2.3.1 Neljännesnäyte

Pohjoismaisten eläinlääketieteellisten laitosten hyväksymän määritelmän mukaan utaretulehduksella eli mastiitilla tarkoitetaan tulehduksellisia muutoksia utareessa ja maidossa tai vain maidossa (KOIRANEN 1978 a, ISAKSSON ja HOLMBERG 1971). Tällöin maidon tulehdukselliset muutokset määritetään seuraavasti:

1. Havaittavat muutokset maidossa tai
2. Neljännesmaidon solumäärä on yli 300 000 solua/ml lypsykauden pääosan (2. - 7. lypsykuukauden) aikana.

Maitonäytteet on otettava neljänneskohtaisina näytteinä, että tutkimustulosten perusteella voidaan asettaa diagnoosi (KOIRANEN 1978 a). Maitonäytteet otetaan tutkimuslaboratorion antamien ohjeiden mukaan ja kuljetetaan laboratorioon mahdollisimman nopeasti, mieluiten jäähdytettyinä (0 - 4°C). Solulaskenta

tai CMT-testi on tehtävä 36 tunnin kuluessa näytteen ottamisesta. Mikäli soluluku on yli 150 000 tai CMT-reaktio suurempi kuin 1, tehdään lisäksi biologinen tutkimus.

"Utare katsotaan mastiittivapaaksi, jos siinä ei todeta minäkäänlaisia akuutin tulehduksen kliinisiä oireita, ei makroskooppisia tulehduksellisia muutoksia, eikä/tai ei kohonnuttua solupitoisuutta maidossa. Maidossa ei ole utarepatogeenejä organismeja tai jos on, ei ole oireita tulehduksesta" (KOIRANEN 1978 a).

Edellä selostettua diagnostiikkaa käyttäen tutkittiin v. 1974 satunnaisotannalla valittujen 588 karjan 4349 lehmää (KOIRANEN 1976). Karjojen keskimääräinen mastiittiprosentti osoittautui olevan 33. Kun vain lypsyssä olevat lehmät otettiin huomioon, oli mastiittiprosentti 35.

SALONIEHEN (1980) tutkimissa 32 uusmaalaisessa karjassa sairasti piilevää utaretulehdusta maitonäytetutkimuksen perusteella näytteenottohetkellä 37 % lehmistä.

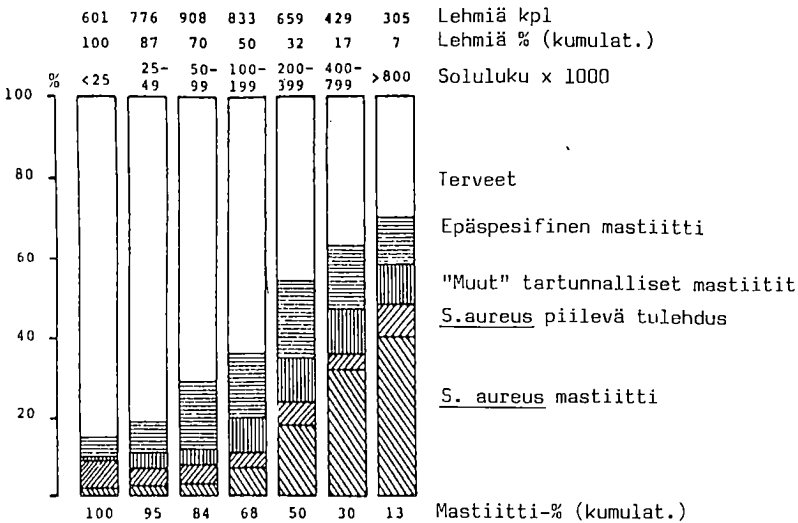
2.3.2 Lehmäkohtainen näyte

Uusinta laboratorio- ja atk-tekniikkaa hyväksikäyttäen voidaan solut laskea kohtuullisin kustannuksin suuristakin näytemääristä. Karjantarkkailulehmien maitonäytteiden solulaskenta aloitettiin Suomessa v. 1978, ja nykyisin käytännöllisesti katsoen kaikki näytteet tutkitaan myös solupitoisuuden suhteen. Solulaskennan avulla pyritään osoittamaan erityisesti piilevää utaretulehdusta sairastavat lehmät ja utaretulehduksen vaivat karjat. Ongelmana on kuitenkin se, ettei lehmäkohtaisten näytteiden soluluvun merkityksestä eikä yhteydestä terveydentilaan ole olemassa riittävästi tutkimustuloksia.

Norjalaiset RØN ja SYRSTAD (1980) ovat todenneet tutkittuaan vedinkohtaiset ja lehmäkohtaiset näytteet n. 700 lehmältä, että mastiittia sairastavilla lehmillä on lehmäkohtaisten

näytteiden solupitoisuus yleensä korkeampi kuin terveillä lehmillä. Esimerkiksi niiden lehmien joukkoon, joiden lehmäkohtaisten näytteiden solupitoisuus oli yli 200 000 kpl/ml, kuului 65 % Staphylococcus aureuksen aiheuttamaa mastiittia sairastaneista lehmistä.

BAKKEN ym. (1982) ovat 4511 lehmän maitonäytteitä tutkimalla verranneet lehmäkohtaisia solulukuja vedinkohtaisesti otettujen näytteiden perusteella tehtyihin diagnooseihin (PIIRROS 1).



Piirros 1. Mastiittilehmien osuus lehmäkohtaisten näytteiden soluluvun perusteella luokitellussa aineistossa (BAKKEN ym. 1982).

Piirroksista todetaan lehmäkohtaisen maitonäytteen soluluvun ja tulehdusfrekvenssin olevan selvässä yhteydessä keskenään.

Jos esimerkiksi lehmäkohtaisen maitonäytteen perusteella valittaisiin tutkittavaksi lehmät, joiden soluluku on yli 200 000 kpl/ml, jouduttaisiin tutkimaan 32 % kaikista lehmistä.

Näistä vain noin 50 prosentilla todettaisiin mastiitti. Kuitenkin noin 76 % S. aureuksen aiheuttamaa mastiittia sairastavista lehmistä tulisi tutkittavaksi.

Eräs syy siihen, ettei lehmäkohtainen soluluku kaikissa tartuntatapauksissa kohoa korkeaksi, on tulehtuneiden ja terveiden neljännesten maitojen sekoittumisesta johtuva solupitoisuuden laimeneminen lehmäkohtaisessa näytteessä (LINDSTRÖM ym. 1981).

Toisaalta ei varsin korkeaankaan lehmäkohtaisen näytteen solupitoisuuden aina voida osoittaa johtuvan bakteeritartunnasta. KOIRASEN (1978 a) mukaan voi bakteeriviljelytulos olla täysin kielteinen, vaikka soluluku osoittaa yksiselitteisesti mastiittia, jos:

- kyseessä on etiologialtaan traumaattinen tai toksinen mastiitti
- neljännes on käsitelty antibiooteilla ennen näytteenottoa
- mastiitin aiheuttaja ei kasva käytetyllä viljelyalustalla tai -menetelmällä, esim. anaerobit, hiivat, homeet, mykoplasmat, virukset
- mastiitin aiheuttajien määrä on niin vähäinen, ettei pesäkkeitä esiinny

Myös monet lehmän fysiologiasta johtuvat tekijät, kuten lypsykauden vaihe, ikä, kiima, stressi ja muutkin taudit kuin utaretulehdus vaikuttavat maidon solutasoon (KOIRANEN 1978 a, LINDSTRÖM ym. 1981, SCHALM ym. 1971).

SYRSTAD ja RØN (1979) ovat arvioineet solupitoisuuden lehmäkohtaiseksi karjan ja ikäryhmän sisäiseksi väriianssi-osuudeksi 31 %, LINDSTRÖM ym. (1981) 35 % ja KENNEDY ym. (1982) 24-35 % kokonaisvaihtelusta.

2.3.3 Karjan yhteismaitonäyte

Karjan yhteismaitonäytteen solupitoisuuden perusteella ei voida varmasti sanoa, miten monta mastiittilehmää tai tulehtunutta neljännestä karjassa on (BAKKEN ym. 1982). Jos kuitenkin näytteet tutkitaan riittävän pitkän ajanjakson aikana säännöllisesti, saadaan suhteellisen hyvä käsitys karjan keskimääräisestä utareterveystilanteesta (FUNKE 1982).

PEARSON ja GREER (1974) laskivat 29:ssä pohjois-irlantilaisessa karjassa tekemänsä tutkimuksen perusteella neljännesnäytteiden perusteella määritetyn mastiittifrekvenssin ja karjan yhteismaitonäytteen solupitoisuuden korrelaatioksi 0.85.

Vastaavaksi korrelaatioksi saivat REICHMUT ym. (1970) 0.81, POSTLE ym. (1971) 0.44 - 0.25 ja WESTGARTH (1975) 0.50 - 0,60 välillä olevia lukuja. Tosin mastiittia ei kaikissa edellä mainituissa tutkimuksissa diagnostisoitu täysin samoin perustein.

Ruotsalaiset FUNKE ym. (1981, p. 74) ovat verranneet 902 karjan lehmiä neljännesmaitonäytteistä tehtyjen bakteriologisten tutkimusten tuloksia samojen karjojen yhteismaitonäytteiden 12 kuukauden solupitoisuuskeskiarvoihin (taulukko 3). Tulokset osoittavat infektoituneiden neljännesten osuuden suurimmaksi korkean solutason karjoissa. Tartunnanaiheuttajien erilaisesta virulenssista, tulehdusten erilaisesta kehitymisestä ja iästä johtuen voi infektiotfrekvenssi samankin solutason karjoissa vaihdella varsin laajasti (FUNKE ym. 1981, p. 73).

Tarkasteltaessa suurehkoa eläinjoukkoa voidaan karjan yhteismaitonäytteen solupitoisuuden ja utaretulehdusfrekvenssin yhteyden em. tutkijoiden mukaan kuitenkin osoittaa olevan varsin kiinteä.

Myös norjalaiset (BAKKEN ym. 1982) ovat verranneet karjojen yhteismaitonäytteiden solupitoisuuksia ja utareneljännekset tutkimalla laskettua mastiittifrekvenssiä (Taulukko 3). Tutkimusaineistoon kuului 975 karjaa.

Taulukko 3. Neljännesnäytteiden perusteella määritetyn mastiittifrekvenssin ja samojen karjojen yhteismaitonäytteiden solupitoisuuden yhteys.

	Karjan yhteismaitonäytteen solupitoisuusluokka 1000 kpl/ml				
	125	126-250	251-500	501-750	750
(BAKKEN ym. 1982) (6 näytteen keskiarvo)					
Karjoja	149	362	297	101	48
Mastiitti-%	12	17	25	29	31
(FUNKE ym. 1981, p. 74) (12 näytteen keskiarvo)					
Karjoja	71	289	317	178	47
Mastiitti-%	4	9	14	24	30

Sekä norjalaiset (BAKKEN ym. 1982) että ruotsalaiset (FUNKE ym. 1981, p. 74) tulokset osoittavat utaretulehdusfrekvenssin kasvavan karjan yhteismaitonäytteen solupitoisuuden kohotessa. Ruotsalaisessa aineistossa nousu näyttää kuitenkin olleen jonkin verran jyrkempää kuin norjalaisessa aineistossa. Karjan yhteismaitonäytteiden solulukujen keskiarvon ollessa yli 750 000 kpl/ml on mastiittifrekvenssi kummankin tutkimuksen mukaan n. 30 %.

Yksittäisten näytteiden perusteella ei FUNKE ym. (1981, p. 75) mukaan saada riittävän varmaa käsitystä karjan mastiittifrekvenssistä. Tutkimalla karjan yhteismaitonäytteet kuukausittain ja ilmoittamalla vuoden keskiarvotulokset saadaan jo luotettavampaa tietoa mm. siksi, että vuoden kuluessa yhteismaitonäytteisiin tulee mukaan kaikkien lehmien eri laktaatiovaiheessa lypsämää maitoa.

Edelleen FUNKE ym. (1981, p. 75) mukaan vaikuttaa yksittäisen terveen tai sairaan lehmän maidon solupitoisuus karjan yhteis-

maitonäytteen solupitoisuuteen enemmän pienessä kuin suuressa karjassa. Siksi pienten karjojen maidon solupitoisuus vaihtelee enemmän kuin suurten karjojen maidon solupitoisuus.

Karjojen välinen varianssiosuus oli SYRSTAD & RØNin (1979) tutkimuksessa 13 %, LINDSTRÖM ym. (1981) tutkimuksessa 7 % ja KENNEDY ym. (1982 a) tutkimuksessa 9.6 - 13.2 % solupitoisuuden kokonaisvariانسsista.

Karjojen välillä todettu suhteellisen pieni varianssiosuus verrattuna lehmäkohtaiseen varianssiosuuteen antaa SYRSTAD ja RØNin (1979) ja LINDSTRÖM ym. (1982) mukaan aiheen olettaa, ettei karjakohtaisten maitonäytteiden solulaskennan avulla ehkä riittävän tehokkaasti löydetä lehmiä, joiden maidon solupitoisuus on korkea.

2.4 Muut solupitoisuuden vaihtelua aiheuttavat tekijät

Maidon solulukua tutkimalla pyritään yleensä arvioimaan, onko utare terve vai ei. Johtopäätösten tekoa vaikeuttaa se, että maidon solupitoisuus vaihtelee paitsi tulehduksen seurauksena myös monien muiden tekijöiden vaikutuksesta. Jo näytteenotto-tapa ja käytetty solulaskentamenetelmä saattavat aiheuttaa vaihtelua laskentatuloksiin. Kaikki tärkeimmät tautitilasta riippumattomat, soluluvun vaihtelua aiheuttavat tekijät olisivatkin tunnettava mahdollisimman hyvin, ennen kuin soluluvun perusteella tehdään johtopäätöksiä utareterveydestä.

2.4.1 Lypsyn eri vaiheet

Lypsyn eri vaiheissa otettujen näytteiden solupitoisuus on erilaista. Erityisen selviä ovat pitoisuuserot tulehtuneista neljänneksistä lypsyt eri vaiheissa otetuissa näytteissä.

Jälkimaidon solupitoisuus on yleensä korkeampi kuin etumaidon ja lypsyt keskivaiheilla otettujen näytteiden solupitoisuus

on alhaisin. Jos vedin on vaurioitunut, voi kuitenkin etumaidon solupitoisuus olla korkeampi kuin lypsyn muussa vaiheessa. Kaikkein suurin solupitoisuus on yleensä todettu näytteissä, jotka on otettu 3-4 tunnin kuluttua lypsyn päättymisestä ja kaikkein alhaisimmillaan solupitoisuus on juuri ennen lypsyä (SCHALM ym. 1971, p. 107).

2.4.2 Päivittäinen vaihtelu

Ilta- ja aamumaidon solupitoisuus voi olla erilainen erityisesti silloin, kun lypsyjen välit eivät ole yhtä pitkät. Jos lypsyjen väli on lyhyt, on solupitoisuus korkeampi kuin silloin kun väli on pitkä. Kun aikaväli aamulypsystä iltalypsyyn on yleensä lyhyempi kuin iltalypsystä aamulypsyyn, on iltamaidon solupitoisuus yleensä korkeampi kuin aamumaidon (KOIRANEN 1978 b).

Soluluvun käyttöarvo utaretulehdustorjunnassa riippuu merkittävästi siitä, miten samalta lehmältä otetun näytteen soluluku vaihtelee päivästä toiseen. Jos päivittäinen vaihtelu on laajaa, on otettava useita näytteitä, ennen kuin tulos on riittävän varma (SYRSTAD ja RØN, 1978).

Päivittäisen vaihtelun selvittämiseksi SYRSTAD ja RØN (1978) ottivat kahden viikon aikana näytteet jokaisen lypsyn yhteydessä ensin neljältätoista ja toisessa vaiheessa 46 lehmältä. Näytteiden soluluvut laskettiin Fossomaticilla. Varianssi-analyysi osoitti lehmien välisen muuntelun osuudeksi 75-80 % ja päivittäisen muuntelun osuudeksi n. 3 % kokonaisneliösummasta. Aamumaidon solupitoisuus oli n. 20 % alempi kuin iltamaidon.

Päivittäinen maitomäärän vaihtelu sellaisenaan aiheuttaa solupitoisuuden vaihtelua, vaikka maitoon erittyvä solumäärä olisikin päivästä toiseen lähes sama.

Suurin päivittäinen vaihtelu on yleensä todettu niissä neljänneksissä, joista lypsetyn maidon solupitoisuus on korkea (SCHALM ym. 1971, p. 107). Toisilla lehmillä pitoisuus vaihtelee enemmän toisilla vähemmän.

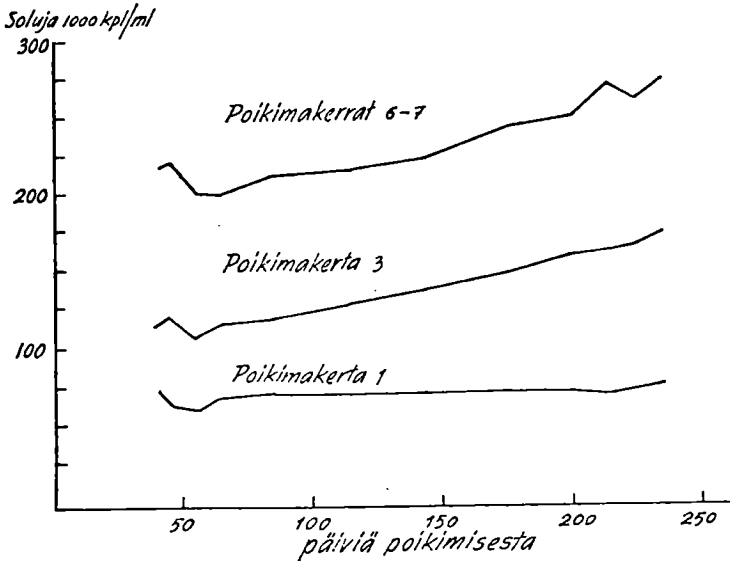
2.4.3 Lypsykauden vaihe

Poikimisen jälkeen solupitoisuus on korkea, laskee sitten viikon parin kuluessa alhaisimmilleen ja alkaa tämän jälkeen uudelleen kohota. HONKANEN-BUZALSKI ym. (1981) tutkimuksen mukaan lehmän maidossa erittyvien solujen kokonaismäärä laskee noin kuukauden kuluessa poikimisesta tietylle tasolle. Koska päivätuotos laskee lypsykauden kuluessa koko ajan, maidon solupitoisuus tällöin luonnollisesti kohoaa. SYRSTAD ja RØN (1978) ovatkin todenneet lypsykauden vaiheen vaikutuksen melko vähäiseksi silloin, kun maitomäärän vaikutus otetaan huomioon.

Lypsykauden kuluessa tapahtuvasta maidon solupitoisuuden muuttumisesta saadaan hyvä käsitys piirroksesta 2, joka on laadittu yli 300 000:n eri ikäisen ja eri lypsykauden vaiheessa olleen tarkkailulehmän maitonäytteiden solulaskentatulokset tilastoimalla.

2.4.4 Lehmän ikä

Vanhosten lehmien maidon solupitoisuuskeskiarvot ovat korkeampia kuin nuorten lehmien, kuten piirroksesta 2 voidaan todeta. BLACKBURNin (1966) tutkimustulosten mukaan iän myötä tapahtuva kokonaissolupitoisuuden nousu johtuu ensisijaisesti valkosolupitoisuuden kohoamisesta, mikä osoittaa vanhoilla lehmillä olevan enemmän tulehdusta kuin nuorilla. Terveinä pysyneiden vanhojen lehmien maidon solupitoisuus ei siis välttämättä nouse kovin korkeaksi.



Piirros 2. Poikimakerran ja poikimisesta kuluneen ajan vaikutus maidon solulukuun (SYVÄJÄRVI ym. 1981).

Myös HONKANEN-BUZALSKI ym. (1981) ovat todenneet sekä solupitoisuuden että solujen kokonaismäärän olevan suuremman vanhoilla kuin nuorilla lehmillä. Maidon albumiinipitoisuus oli kuitenkin samaa tasoa kaksi kertaa poikineilla ja sitä vanhemmilla lehmillä. Tästä em. tutkijat päättelivät vanhojen lehmien maidon solupitoisuuden nousun johtuvan ensisijaisesti epiteelisolupitoisuuden kohoamisesta.

2.4.5 Stressi ja sairaudet

Maidon solupitoisuus voi kohota myös stressin, hormonaalisten häiriöiden, muidenkin kuin utaresairauksien ja yleensä kaikkien lehmän yleistilaa ja hyvinvointia häiritsevien tekijöiden vuoksi.

KOIRASEN (1978 b) mukaan on hormonaalisista tekijöistä tärkein kiima, ja myös möyrytauti aiheuttaa solupitoisuuden kohoamista. Näiden tekijöiden vaikutus kohdistuu koko utareeseen, mutta eri neljännesten välillä on silti eroja. Syytä tähän ei ole pystytty selvittämään, mutta ilmeisesti voimakkaammin reagoivissa neljänneksissä on piileviä vaurioita, jotka tekevät ne herkeemmiksi ärsykeille.

Eri tautitilojen vaikutuksesta solupitoisuuteen saadaan käsitys taulukosta 4, jossa esitetään eri syistä poistettujen tarkkailulehmien maidon solupitoisuustutkimusten tulokset.

Taulukko 4. Karjoista poistettujen lehmien solulukujen geometriset keskiarvot (1000 kpl/ml) luokiteltuna poistossyyn mukaan ja roduittain tarkkailuvuonna 1980 (ANON. 1981, p. 57).

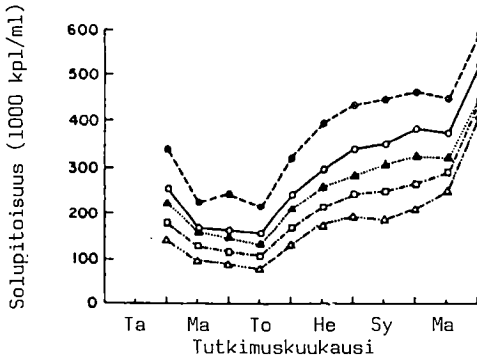
Poiston syy	Ayrshire	Suomenkarja	Friisiläinen
Tapaturma	154	158	196
Utarevika	270	290	317
Poikimisvaikeus	183	169	235
Luonnevika	104	116	144
Vanha	308	327	372
Puutostauti	156	200	206
Alhainen tuotanto	134	128	169
Maho	159	196	206
Muu syy	158	176	200
Poistettu kpl	47 440	2 234	8 465

Kun taulukon 4 lukuja verrataan likimain samalta ajanjaksolta laskettuun kaikkien tarkkailulehmien kokonaiskeskiarvoon 129 000 kpl/ml (SYVÄJÄRVI ym. 1981), havaitaan poistettujen lehmien soluluvun olevan yleensä keskimääräistä korkeamman. Erityisesti vanhojen ja luonnollisesti myös utarevikaisten soluluku on kohonnut. Luonnevian tai alhaisen tuotoksen takia poistetuilla lehmillä on soluluku ollut vain keskitasoa tai alhaisempi.

2.4.6 Vuodenaikaisvaihtelu

Maidon solupitoisuus vaihtelee jonkin verran myös vuodenajasta riippuen. PHILIPSSONin ym. (1981) tutkimusten mukaan on tammi-kesäkuussa vähintään 2. kerran poikineiden lehmien maidon solupitoisuus korkeampi kuin muulloin poikineiden lehmien. Ensikoiden maidon solupitoisuuteen ei poikimavuodenajalla kuitenkaan ole vaikutusta.

Edellä mainitun tutkimuksen kanssa yhtäpitävästi ovat myös KENNEDY ym. (1982 a) todennet analysoituaan yli 130 000 maitonäytettä solupitoisuuden olevan alhaisimmillaan keväthalvella ja keväällä (piirros 3).



Piirros 3. Tutkimuskuukauden vaikutus eri ikäisten lehmien maidon solulukuun. (Δ -- Δ 2 v., \square -- \square 3 v., \blacktriangle -- \blacktriangle 4 v., \circ — \circ 5 v., \bullet --- \bullet 6 v.)

Samoin FUNKE ym. (1981, p. 104) ovat todennet tuottajamaidon solupitoisuuden vaihtelevan vuodenajasta riippuen ja olevan alhaisimmillaan maaliskuulla ja korkeimmillaan elokuulla.

2.4.7 Geneettinen vaihtelu

Useat tutkijat ovat osoittaneet maidon solupitoisuuden olevan erilainen eri roduilla. Ruotsissa DYRENDAHL (1977) ja PHILIPSSON ym. (1978) ovat yhtäpitävästi todenneet SLB-rotuisten lehmien maidon solupitoisuuden korkeammaksi kuin SRB-rotuisten. Hollantilaiset DUYSINGS ym. (1979) tutkivat ensikkolehmien maidon solupitoisuutta lypsykauden loppuvaiheessa ja totesivat hollannin punakirjavan (Meuse-Rhine-Ijssel) rodun maidon solupitoisuuden selvästi korkeammaksi kuin hollannin friisiläisrodun (Dutch-Friesian). Ensinmainitulla rodulla oli solupitoisuuskeskiarvo 341 000 kpl/ml ja jälkimmäisellä 270 000 kpl/ml.

Sonnien tyttäryhmien välillä on niin ikään todettu selviä eroja. Puolisisarryhmiä vertaamalla on esim. DYRENDAHL (1977) saanut soluluvun periytymisastearvioiksi 0.04 - 0.14 välillä olevia lukuja. PHILIPSSON ym. (1978) arvioivat periytymisasteeksi 0.13 ensimmäisten kolmen laktaatiokauden maitonäytetutkimusten perusteella ja DUYSINGS ym. (1979) 0.30 ± 0.15 hollannin punakirjavalle (M.R.Ij) rodulle ja 0.0 ± 0.06 hollannin friisiläiselle (D.F.) rodulle.

Sekä KENNEDY ym. (1982 b) että DYRENDAHL (1977) ovat todenneet yhden näytteenottokerran perusteella lasketun lehmäkohtaisen soluluvun periytymisasteen olevan pienemmän ensikoilla kuin vanhemmilla lehmillä. KENNEDY ym. (1982 b) tutkimuksessa, jossa tarkasteltiin sonnien jälkeläisryhmien välistä vaihtelua eri ikäryhmissä, oli periytymisaste alle 2-vuotiaiden lehmien perusteella arvioituna 0.05 ± 0.02 ja yli 6-vuotiaiden perusteella arvioituna 0.10 ± 0.05 . Em. tutkijaryhmän käsityksen mukaan ei periytymisaste oleellisesti kohoaisi, vaikka arviointi tehtäisiin saman laktaatiokauden aikana otettujen useiden näytteiden perusteella.

2.5 Solupitoisuuden ja maitotuotoksen yhteys

Maidon solupitoisuuteen vaikuttaa luonnollisesti sekä erittyvän maidon että erittyvien solujen määrä. Kun maitomäärä vaihtelee, vaihtelee solupitoisuuskin, vaikka erittyvien solujen määrä pysyisi vakiona. Kun kohonneen solupitoisuuden katsotaan osoittavan mastiittia, voidaan solupitoisuuksia ja tuotoksia vertailemalla arvioida mastiitin aiheuttamia tuotosmenetyksiä.

REICHMUT ym. (1970) ottivat neljännesnäytteet 986 lehmältä ja mittasivat lehmien lypsämän maitomäärän erikseen jokaisesta neljänneksestä. Neljännesnäytteistä laskettiin solut ja tehtiin bakteriologinen tutkimus.

Taulukko 5. Lypsykerran neljännesmaitomäärien keskiarvot eri solulukutasoilla. Laktaatiokerran (iän) vaikutus poistettu.
REICHMUT ym. (1970).

Solupitoisuus neljännesmaidossa 1000 kpl/ml	Näytteitä kpl	Neljännesmaitomäärä litroina
- 50	137	2.17
50 - 100	704	2.15
100 - 200	1068	2.17
200 - 500	1061	2.17
500 - 1000	478	2.04
1000 - 2000	254	1.90
2000 - 5000	143	1.78
5000 - 10000	67	1.62
10000 -	32	1.12

Tulokset osoittivat (taulukko 5) neljännesmaitomäärän olevan lähes riippumaton solupitoisuudesta, mikäli pitoisuus oli alle 500 000 kpl/ml. Kun solupitoisuus kohosi yli 500 000 kpl/ml, laski neljännesmaitomäärä sitä enemmän mitä suurempi oli solupitoisuus.

REICHMUT ym. (1970) vertasivat myös yksittäisten lehmien samanpuoleisista terveistä ja sairaista neljänneksistä lypsämiä maitomääriä keskenään. Tällaisessa vertailussa eliminoituvat em. tutkijoiden mukaan kaikki ulkoiset tekijät. Virhettä voi kuitenkin aiheutua siitä, että terve neljännes saattaa kompensoida sairaan neljänneksen vähentyneitä maitomääriä. Verrattuna terveistä - solupitoisuus alle 500 000 kpl/ml - neljänneksistä lypsettyyn maitomäärään osoittautui samojen lehmien samanpuoleisista sairaista neljänneksistä lypsetty maitomäärä vähentyneen seuraavasti:

Solupitoisuus sairaassa neljänneksessä 1000 kpl/ml	Maitomäärän vähennys terveeseen neljännekseen verrattuna
500 - 1000	9.2 %
1000 - 5000	24.6 %
yli 5000	37.5 %

Keskimäärin oli sairaiden neljännesten maitomäärä 17.1 % pienempi kuin terveiden neljännesten. Kun sairaita neljänneksiä - solupitoisuus yli 500 000 kpl/ml - oli 25 % kaikista neljänneksistä, arvioivat tutkijat keskimääräiseksi sairauden aiheuttamaksi maitomäärän vähennykseksi $0.171 \times 0.25 = 4.3 \%$.

REICHMUT ym. (1970) vertasivat keskenään myös terveiden ja sairaiden lehmien keskimäärin lypsämiä maitomääriä. Tulokset (taulukko 6) osoittivat lehmien, joilla vähintään yhden neljänneksen maidossa oli soluja yli 500 000 kpl/ml, lypsäneen keskimäärin 9.7 % vähemmän kuin niiden lehmien, joiden kaikkien neljännesten maidon solupitoisuus oli alle 500 000 kpl/ml.

Taulukko 6. Utaretulehdusta sairastaneiden ja terveiden lehmien keskimääräinen lypsykeran maitomäärä. Sairaiksi on tulkittu lehmät, joiden maidon solupitoisuus oli vähintään yhdessä neljänneksessä yli 500 000 kpl/ml (REICHMUT ym. 1970).

Laktaatio- kerta	Terveet lehmät		Sairaajat lehmät		Sairaiden lehmien maitomäärä verrattuna terveisiin
	Maitoa keski- määrin litraa	Lehmiä kpl	Maitoa keski- määrin litraa	Lehmiä kpl	
1	6.75	167	6.04	81	-10.5 %
2	7.96	129	7.41	116	- 6.9 %
3 + 4	9.64	93	8.24	131	-14.5 %
5 + 6 + 7	9.65	62	9.08	135	- 5.9 %
8 + 9 + yli 9	9.87	24	8.58	48	-13.1 %
Painotettu keskiarvo					- 9.7 %

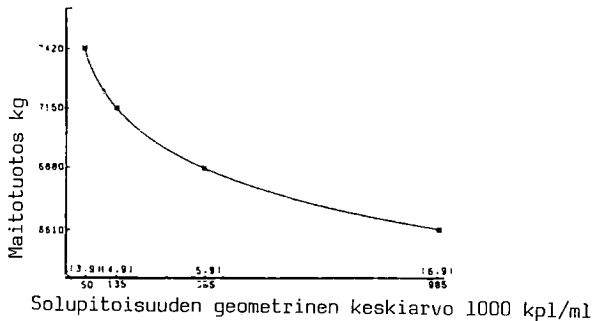
Lehmistä 51.8 % oli sellaisia, joilla oli vähintään yhden neljänneksen maidon solupitoisuus yli 500 000 kpl/ml. Tämän perusteella tutkijat arvioivat keskimääräiseksi sairauden aiheuttamaksi maitomäärän vähenemiseksi 5.1 %.

Otettuaan myöhemmin uudet näytteet 191 karjan 3582 lehmältä laskivat REICHMUT ym. (1970) tämän näytesarjan perusteella utaretulehduksen aiheuttamaksi keskimääräiseksi tuotoksen vähenemiseksi 5.26 %, mikä on siis lähimain sama tulos kuin 1. näytesarjan perusteella arvioitu.

RAUBERTAS & SHOOK (1982) ovat tutkineet n. 5000 lehmän ja 350 karjan aineistoa käyttäen lypsykauden maitotuotoksen ja lypsykauden aikana yksittäisistä koelypsyistä mitattujen lehmäkohtaisten maitonäytteiden solupitoisuuksien yhteyttä. Tutkimuksessa käytettiin hyväksi mittaustulokset vain niiltä lehmiltä, joilta 240 päivän kuluessa poikimisesta oli tutkittu vähintään neljä näytettä. Ensimmäisen laktaatio-

kauden aikana väheni laktaatiokauden tuotos keskimäärin 135 ± 20 kg jokaista soluluvun logaritmiyksikön (\log_e) lisäystä kohti. Myöhemmillä laktaatiokausilla oli vastaava tuotosvähennys 270 ± 30 kg.

Piirroksessa 4 voidaan esimerkiksi arvioida solupitoisuuden kohoamisen 135 000:sta 365 000:een merkitsevän noin 3.8 % tuotosvähennystä, ja kohoaminen 365 000:sta 985 000:een aiheuttaisi noin 3.9 % tuotosvähennyksen. Piirros on laadittu siten, että mm. karjan, lypsykauden ja poikimaiän vaikutukset on eliminoitu.



Piirros 4.

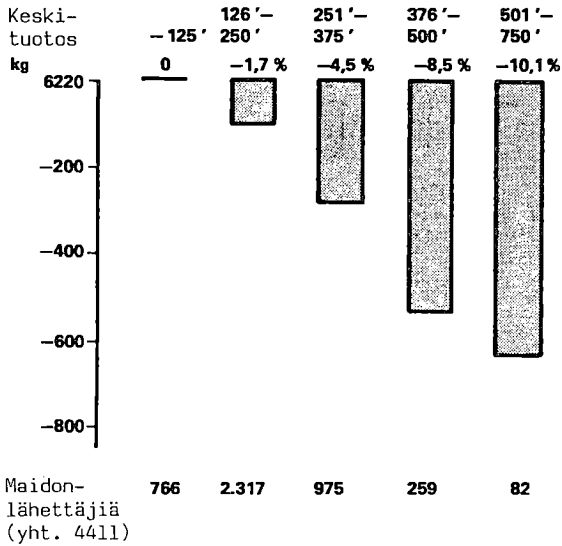
305-päivän tuotoksen ja laktaatiokauden maidon keskimääräisen (vähintään neljän näytteen geometrinen keskiarvo) solupitoisuuden yhteys kolmannella laktaatiokaudella. Suluisissa solupitoisuuksia vastaavat logaritmiluvut (RAUBERTAS & SHOOK 1982).

Maitotuotoksen väheneminen lähes lineaarisesti soluluvun logaritmin kasvaessa merkitsee RAUBERTAS ja SHOOKin (1982) mukaan sitä, että tietty solupitoisuuden lisäys alhaisella solutasolla johtaa suurempaan tuotosmenetykseen kuin sama lisäys korkealla solutasolla.

Vaikka edellä mainitut tutkijat eivät voineetkaan osoittaa edellisen laktaatiokauden solutason vaikuttavan seuraavan laktaatiokauden maitotuotokseen, pitävät he tällaisen vaikutuksen olemassaoloa kuitenkin mahdollisena.

Soluluvun vaihtelun laajuus laktaatiokauden aikana ei RAUBERTAS ja SHOOKin (1982) tutkimuksessa osoittautunut vaikuttavan merkitsevästi laktaatiokauden maitotuotokseen.

FUNKE ym. (1981, p. 88) ovat arvioineet karjantarkkailutulosten perusteella karjojen keskituotoksen ja 12 kuukauden keskisolupitoisuuden yhteyttä (piirros 5). Karjoissa, joissa keskisolupitoisuus oli 501 000 - 750 000 kpl/ml, osoittautui tuotos olevan yli 10 % alhaisempi kuin karjoissa, joissa keskisolupitoisuus oli alle 126 000 kpl/ml. Tutkijoiden mukaan ei korkeisiin solupitoisuusluokkiin sijoituneiden karjojen alhainen tuotos johdu yksinomaan tulehdusten yleisyydestä vaan on seuraus myös huonommasta tuotantotekniikasta ja vähäisemmästä kiinnostuksesta järkiperäiseen tuotantoon.



Piirros 5. Karjojen keskituotoserot eri solupitoisuustasoilla. Rotu SRB. Koko maan (Ruotsi) tulokset ajalla 1979-09 - 1980-08 (FUNKE ym. 1981, p. 89).

2.6 Maidon laatu ja solupitoisuus

Tuottajamaidon jalostusarvo riippuu toisaalta maidon rasva- ja valkuaispitoisuudesta ja toisaalta mikrobiologisesta ja kemiallisesta laadusta eli maidon soveltuvuudesta erilaisten tuotteiden valmistukseen (LUHTALA 1984).

Useissa tutkimuksissa on todettu maidon rasvapitoisuuden alenevan solupitoisuuden kohotessa.

Esimerkiksi ASHWORTH ym. (1967) ja ERWIN ja RANDOLPH (1975) ovat todenneet maidon rasvapitoisuuden olevan alhaisimman niissä neljänneksissä, joista lypsetyn maidon CMT- tai WMT-testitulokset osoitti korkeaa solupitoisuutta.

Samansuuntaiseen tulokseen ovat päätyneet myös kanadalais-tutkijat KENNEDY ym. (1982) vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuus- ja rasvapitoisuusanalyysien perusteella. Kuitenkin uusimmissa Ruotsissa (MILLER ym. 1983) ja Kanadassa (NG-KWAI-HANG ym. 1984) tehdyissä tutkimuksissa on todettu maidon solupitoisuuden ja rasvapitoisuuden välillä heikko positiivinen yhteys.

Maidon rasvahappokoostumus muuttuu utaretulehdustilanteessa siten, että lyhytketjuisten rasvahappojen määrä lisääntyy ja rasvapallosia suojaavan kalvomateriaalin määrä vähenee. Sen seurauksena utaretulehdusmaitoon tulee helpommin rasvan eltaantumisesta aiheutuvia haju- ja makuvirheitä (SAARINEN 1982).

Edellä mainitussa ruotsalaisessa tutkimuksessa (MILLER ym. 1983) todettiin maidon valkuaispitoisuuden kohoavan solupitoisuuden kasvaessa. LUHTALAN (1984) mukaan maidon valkuaisosassa alkaa tapahtua muutoksia ja solupitoisuuden kohotessa yli 100 000 kpl/ml. Tällöin kaseiinin määrä vähenee ja heraproteiinin määrä kasvaa.

Maidon laktoosipitoisuuden ja solupitoisuuden välillä vallitsee selvä negatiivinen yhteys. Laktoosipitoisuus alenee erityisen nopeasti solupitoisuuden kasvaessa yli 500 000 kpl/ml. Solupitoisuuden kohotessa myös natrium- ja klooripitoisuus kohoavat, mutta kalsium ja fosforipitoisuus laskee (GUTHY 1979).

NORDLUND (1974) on esittänyt seuraavan luettelon mastiitin aiheuttamista tärkeimmistä muutoksista maidon aineosissa ja ominaisuuksissa:

Vähenee	Kasvaa
maidon tuotos	heraproteiinipitoisuus
laktoosipitoisuus	somaatisten solujen määrä
kaseiinipitoisuus	glykogeenipitoisuus
rasvapitoisuus	katalaasiaktiivisuus
P, Ca, K	Na, Cl, Cu, Fe, Zn, Mg
juoksettumiskyky	Ca:P
juoksettuman lujuus	lipolyysiherkkyys
happanemiskyky	pH
vetyioniaktiivisuus	viskositeetti
titrattava happamuus	utarepatogeenien määrä
lämpöstabiilisuus	

Koska maidon kohonnutta solupitoisuutta pidetään yleisesti utaretulehduksen osoittajana, voitaneen luettelossa mainittujen maidon koostumusmuutosten olettaa tapahtuvan myös maidon solupitoisuuden kohotessa.

Runsaasti soluja sisältävä maito säilyy huonosti ja kohonnut vapaiden rasvahappojen määrä aiheuttaa eltaantuneen maun (LUHTALA 1984, RANDOLPH & ERWIN, 1974). Samoin tällaisesta maidosta valmistettu voi säilyy huonosti ja on maultaan vähemmän miellyttävää. Myös juustoihin kehittyy helposti karvas epämiellyttävä maku (GUTHY 1979). LUHTALAN (1984) mukaan pitäisi juuston valmistukseen käytetyn maidon solupitoisuuden olla alle 300 000 kpl/ml. Suurempien solumäärien voidaan osoittaa aiheuttavan haittoja juuston valmistukselle.

GUTHY (1979) on kuitenkin olettanut, ettei kohonnut solupitoisuus sellaisenaan aiheuta maidon laadun heikkenemistä, vaan laatuvirheet johtuvat yleensä niistä maidon koostumusmuutoksista, joita kohonnut solupitoisuus kuvastaa vain välillisesti.

3. OMAT TUTKIMUKSET

3.1 Aineisto

Tutkimusaineisto koottiin poimimalla vuosien 1981 ja 1982 karjantarkkailun lehmärekestereistä satunnaisotannalla valittujen karjojen kaikkien vähintään kerran poikineiden lehmien tuotos-, polveutumis- ja poikimatiedot sekä tiedot niiden koelypsyjen maitonäytteistä, joista solupitoisuus oli laskettu. Solut oli laskettu ja lasketaan edelleenkin joka toinen kuukausi otettavista lehmäkohtaisista vuorokausimaitonäytteistä, joista solupitoisuuden lisäksi tutkitaan myös rasva- ja valkuaispitoisuus. Lisäksi edellytettiin, että aineistoon valitun karjan maitonäytteet oli tutkittu laboratoriossa, jossa solut lasketaan Fossomatic-laitteistolla. Tutkimusaineistoon hyväksytyjen lehmien tiedot kerättiin sekä viimeisimmältä että sitä edeltäneeltä lypsykaudelta.

Tilastoanalyysien laskenta-aikojen pitämiseksi kohtuullisena tavoiteltiin satunnaisotannalla noin 50 000 lehmän otosta. Lopulliseen tutkimusaineistoon kertyi 50 118 lehmää, mikä vastaa 17.1 % vuosien 1981 ja 1982 keskimääräisestä tarkkailulehmien lukumäärästä. (ANON 1982 b, p. 11).

Solupitoisuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä tutkittiin sekä koelypsykohtaisesti että lehmä- ja karjakohtaisten keskiarvojen perusteella.

Eri vaikutusten esille saamiseksi poimittiin edelleen tiedot satunnaisotannalla valitusta lehmäaineistosta siten, että kulloinkin tutkittavan ominaisuuden ja siihen vaikuttavien tekijöiden kaikki havaintoarvot oli rekisteröity. Tästä syystä havaintolukumäärät eivät ole samat kaikissa analyyseissä.

Tiettyä analyysiä varten kootun aineiston muodostamisperiaate on selostettu kyseisen kappaleen alussa.

Tarkkailukarjojen rehunkulutustietojen tallentaminen atk-rekisteriin on aloitettu v. 1981, mutta laajempaan toimintaan käynnistyi vasta v. 1982. Siksi arviot eri ruokintatyyppien vaikutuksista tehtiin vain vuoden 1982 tietojen perusteella.

3.2 Menetelmät

Kaikki laskelmat tehtiin käyttäen SAS-tilastoanalyysi ja tiedonhallintaohjelmistoa (SAS 1982). Varianssi-, varianssikomponentti- ja korrelaatioanalyysit laskettiin ohjelmistoon sisältyviä GLM-, VARCOMP-, NESTED- ja CORR-ohjelmia soveltaen.

GLM (General Linear Model) - ohjelmaa voidaan käyttää sekä kiinteiden mallien että kiinteitä ja satunnaistekijöitä sisältävien sekamallien analysointiin (FREUND ja LITTELL, 1981). NESTED-ohjelma soveltuu hierarkkisten mallien analyysiin. VARCOMP-ohjelmaa käyttäen voidaan arvioida mallin satunnaistekijöiden varianssiosuudet.

CORR-ohjelmalla voidaan laskea sekä muuttujien väliset korrelaatiot että keskiarvot ja hajonnat.

Periytymisasteet arvioitiin puolisisar korrelaation perusteella soveltaen kaavaa

$$h^2 = \frac{4 b_s^2}{b_s^2 + b_e^2}, \text{ missä}$$

b_s^2 = isienvälinen varianssi ja

b_e^2 = virhevarienssi

Periytymisesteiden standardivirheet laskettiin kaavasta (SWIGER ym. 1964):

$$\text{S.E. } (h^2) = 4 \sqrt{\frac{2(n.-1)(1-t)^2 [1+(k-1)t]^2}{k^2 (n.-S)(S-1)}}, \text{ missä}$$

S = isien lukumäärä

n. = tyttärien lukumäärä kaikkiaan

$$t = \frac{b_s^2}{b_s^2 \times b_e^2}$$

= luokkien sisäinen korrelaatio ja

$$k = \frac{1}{S-1} \left(n. - \frac{1}{n.} \sum_j n_j^2 \right), \text{ missä}$$

n_j = j:nnen sonnin tyttärien lukumäärä

Geneettiset korrelaatiot laskettiin kaavasta:

$$r_g = \frac{b_{ijs}}{b_{iis} \cdot b_{jjs}}, \text{ missä}$$

b_{ijs} = ominaisuuksien i ja j isienvälinen kovarianssi

b_{iis} ja b_{jjs} = vastaavat varianssit

Geneettisten korrelaatioiden standardivirheet arvioitiin käyttäen ROBERTSONin (1959) likiarvomenetelmää:

$$\text{S.E. } (r_g) = \sqrt{\frac{(1-r_g^2)^2}{2} \cdot \frac{\text{S.E.}(h_1)}{h_1^2} \cdot \frac{\text{S.E.}(h_2)}{h_2^2}}$$

Eri tekijöiden vaikutusten analysoimiseksi muodostetut mallit esitetään kunkin kappaleen alussa.

Kaikki tietokoneajot suoritettiin Maatalouden Laskentakeskukseen IBM 4341-tietokonelaitteistolla.

3.3 Vuorokausimaidon solupitoisuus ja sen vaihtelu

Koelypsykohtaisissa analyyseissa tarkasteltiin kultakin lehmältä vuoden 1981 poikimisen jälkeisen lypsykauden tietoja. Jos lehmä ei ollut poikanut vuonna 1981, tarkasteltiin vuoden 1980 poikimisen jälkeisen lypsykauden koelypsytietoja. Vuonna 1982 ensimmäisen kerran poikineiden lehmien tietoja ei käytetty hyväksi, koska niiden tuotoskaudet olivat pääosin vielä keskeneräisiä. Satunnaisotannalla kootusta 50 118 lehmän tiedostosta edellä selostetulla tavalla valittuun aineistoon jäi yhteensä 2872 karjan 39 080 lehmän 203 346 koelypsytietoa.

Vuorokausimaitonäytteen solupitoisuutta 250 000 kpl/ml pidetään karjantarkkailulehmien maitonäytteiden solulaskentatuloksia tutkittaessa raja-arvona, jonka ylityttyä aletaan epäillä lehmän utareterveyden heikentyneen. Taulukosta 7 nähdään, että edellä mainitun solupitoisuusrajan ylitti 29.5 % näytteistä.

Taulukko 7. Lehmien vuorokausimaidosta määritettyjen solupitoisuuksien frekvenssi- ja suhteellinen frekvenssijakauma.

Solupitoisuus luokka 1000 kpl/ml	Frekvenssi	Suhteellinen frekvenssi %
Alle 125	104 161	51.2
125 - 250	39 245	19.3
250 - 500	28 618	14.1
500 - 1000	17 450	8.6
1000 - 2000	8 935	4.4
yli 2000	4 937	2.4

Taulukko 8. Vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuksien (1000 kpl/ml), solutuotosten (milj.kpl/vrk) sekä rasva- ja valkuaispitoisuuksien ja vuorokausimaitomäärän keskiarvot ja hajonnat.

	Keskiarvot	Keskihajonta
Solupitoisuus		
- alkuperäisistä havainnoista	317,34	676,37
- solupitoisuuksien logaritmeista	4,86	1,29
- geometrinen keskiarvo ¹⁾	129,02	-
Solutuotos		
- alkuperäisistä havainnoista	5 109,70	12 610,40
- solutuotosten logaritmeista	7,61	1,28
- geometrinen keskiarvo ¹⁾	2 018,28	-
Maitoa kg	16,98	6,49
Rasva-%	4,45	0,68
Valkuais-%	3,43	0,45

1)

Määritelmän mukaan geometrinen keskiarvo lasketaan kaavasta

$$n \sqrt{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n} = e^{\frac{1}{n} \sum \ln x_i}$$

Siten solupitoisuuksien logaritmien keskiarvon 4.86 anti-logaritmi 129.02 on solupitoisuuden geometrinen keskiarvo ja solutuotosten logaritminen keskiarvon 7.61 antilogaritmi 2 018.28 on solutuotoksen geometrinen keskiarvo.

Kun taulukossa 8 esitettyjä solupitoisuuksien keskiarvoja ja taulukon 7 frekvenssijakaumaa verrataan toisiinsa, todetaan, että solulaskentatulosten frekvenssijakauma on vino ja että aritmeettisen keskiarvon ylittäviä havaintoja on suhteellisen

vähän. Siten aritmeettinen keskiarvo on havaintoaineiston sijaintia huonosti kuvaava keskiluku. Sen sijaan geometrisen keskiarvon ylittäviä ja alittavia havaintoja oli aineistossa likimain yhtä paljon.

Amerikkalaiset tutkijat ALI ja CHOOK (1980) ovat arvioineet, minkä tyyppinen menettely olisi paras pyrittäessä muuntamaan solulaskentatulosten jakauma paremmin normaalijakaumaa vastaavaksi. Heidän mukaansa logaritmimuunnos sopii varsin hyvin käytettäväksi solulaskentatuloksia analysoitaessa. EMANUELSSON ja PEARSSON (1984) ovat todenneet olevan yhdentekevää, käytetäänkö luonnollisen järjestelmän vai kymmenjärjestelmän kantaluvun mukaista logaritmimuunnosta.

Edellä esitetyn perusteella päädyttiin tässä tutkimuksessa käyttämään luonnollisen logaritmijärjestelmän mukaista muunnosta.

Taulukon 8 tarkastelu osoittaa aritmeettiset ja geometriset keskiarvot suuruusluokaltaan aivan erilaisiksi. Eri tutkimusten tuloksia olisikin aina tarkoin selvitettävä, miten keskiarvot ja muut tunnusluvut on laskettu.

Verrattaessa taulukossa 8 esitettyjä maidon rasvaprosenttia 4.45 ja valkuaisprosenttia 3.43 tarkkailuvuosilta 1981-82 laskettuihin vastaaviin prosenttilukuihin 4.37 ja 3.32 (ANON 1982 b) voidaan todeta, että tutkimusaineiston ja perusaineiston em. tunnusluvut ovat samaa suuruusluokkaa.

Tutkimusaineistosta laskettujen pitoisuuskeskiarvojen tuleekin olla hieman suurempia kuin perusaineiston vastaavien lukujen, koska tutkimusaineiston keskiarvot on laskettu suoraan pitoisuusanalyysien tuloksista, mutta karjantarkkailutilastoissa esitetään maitomäärällä painotetut rasva- ja valkuaisprosenttien keskiarvot.

HONKANEN-BUZALSKI ym. (1981) ovat laskeneet tutkimuksessaan 1029:n suomalaisen ayrshirelehmän vuorokausimaitonäytteen solupitoisuuksien geometriseksi keskiarvoksi 132 000 solua/ml, mikä on käytännöllisesti katsoen sama kuin tässä tutkimuksessa saatu 129 000 solua/ml (taulukko 8). Myös solupitoisuuksien logaritmien hajonta 1.29 vastaa varsin hyvin edellä mainittujen tutkijoiden saamaa tulosta.

Solupitoisuus lypsykauden eri vaiheissa

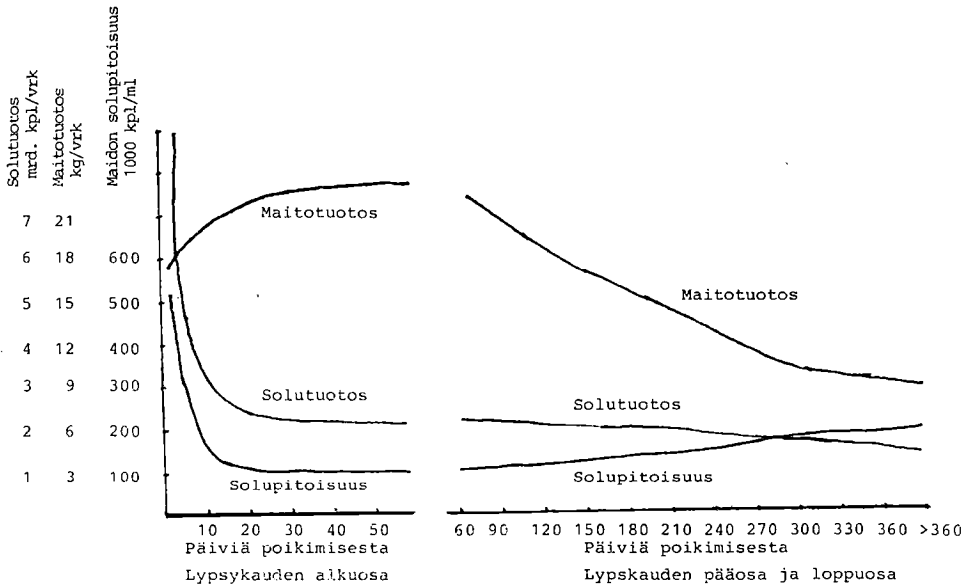
Välittämästi poikimisen jälkeen maidon solupitoisuus on erittäin korkea, laskee sitten muutaman päivän kuluessa alhaisimmilleen ja alkaa lypsykauden edistyessä hitaasti kohota. Siksi maidon solupitoisuusmuutoksia tarkasteltiin lypsykauden alkuvaiheessa päivittäin ja lypsykauden pääosan aikana kahden kuukauden jaksoissa.

Solupitoisuuden, solutuotoksen ja maitotuotoksen muuttuminen lypsykauden kuluessa on esitetty piirroksessa 6. Piirroksesta todetaan vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuden alenevan nopeasti noin viikon ajan poikimisen jälkeen. Tämänkin jälkeen solupitoisuus laskee vielä hitaasti parin viikon kuluessa aina tasolle 90 000 - 120 000 solua/ml.

Solupitoisuus alkaa uudelleen kohota noin 100 päivän kuluttua poikimisesta, mutta nousu on hidasta eikä umpeen menevienkään lehmien maidon solupitoisuus nouse keskimäärin yli 200 000 kpl/ml.

Lypsykauden alkuvaiheessa solumassan tuotanto seuraa kiinteästi solupitoisuuden muutoksia. Myös solutuotos vähenee lypsykauden ensimmäisellä viikolla nopeasti ja parin seuraavan viikon aikana vielä hitaasti, minkä jälkeen vuorokausimaidossa tuotettu solumäärä asettuu tasolle 1.9 - 2.3 mrd. solua/vrk.

Myös maitotuotos kohoaa nopeasti ensimmäisellä poikimisen jälkeisellä viikolla, mutta herumahuippu saavutetaan vasta noin kuukauden kuluttua poikimisesta, kuten piirroksessa 6 voidaan todeta. Maitotuotoksen alkaessa laskea jyrkästi noin kolmen kuukauden kuluttua poikimisesta myös solutuotos laskee siten, että umpeen menevien lehmien vuorokausimaito sisältää enää noin 1,5 mrd. solua.



Piirros 6.

Vuorokausimaidon solupitoisuuden (1000 kpl/ml) ja solutuotoksen (mrd. kpl/vrk) geometriset keskiarvot sekä maitotuotoksen (kg/vrk) aritmeettiset keskiarvot poikimisen jälkeisten kahden ensimmäisen kuukauden aikana päivittäin ja lypsykauden loppuosan aikana kahden kuukauden välein. Havaintoja 203346 kpl.

Koska aineistossa oli mukana vain lypsyssä olleiden lehmien tuotoksia, oli vuorokausimaitomäärän keskiarvo 9 kg vielä lypsykauden lopussakin.

Piirroksen 6 käyriä tulkittaessa on otettava huomioon, että tulokset on esitetty terveiden ja tulehdusmaitonäytteiden keskiarvoina ja että aineistossa on ollut mukana sekä nuorten että vanhojen lehmien maitonäytteitä.

Eri ikäisten lehmien maidon solupitoisuus

Vanhojen lehmien maitonäytteiden solupitoisuuksien keskiarvo oli säännöllisesti korkeampi kuin nuorten lehmien (taulukko 9). Lypsykauden kuluessa solupitoisuus muuttui suunnilleen samaan tapaan sekä nuorilla että vanhoilla lehmillä (piirros 2 s. 17).

Keskimääräinen solupitoisuus oli toista lypsykauttaan lypsävällä 50 % ja kolmatta lypsykauttaan lypsävillä noin 100 % korkeampi kuin ensikoilla (taulukko 9).

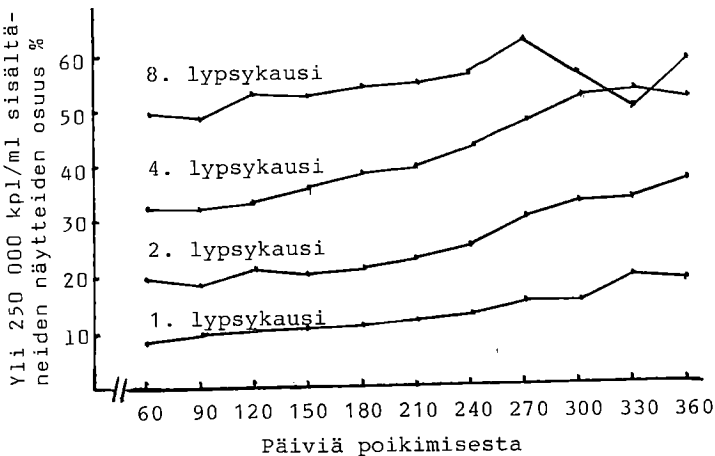
Solupitoisuuden kohoaminen oli nopeinta neljän ensimmäisen lypsykauden aikana.

Myös solutuotos kasvoi nopeimmin ensimmäisten neljän lypsykauden aikana. Solutuotos kohosi vielä kuudennen lypsykauden jälkeenkkin, vaikka keskimääräinen maitotuotos alkoi näin vanhoilla lehmillä vähentyä (taulukko 9).

Kun utaretulehdusdiagnostiikassa käytetään yleisesti tiettyä solupitoisuusraja-arvoa, jonka ylittävää pitoisuutta pidetään osoituksena sairaudesta, laskettiin vielä, miten suuri osa eri ikäisten lehmien maitonäytteistä ylittää pitoisuusrajan 250 000 solua/ml lypsykauden pääosan eri vaiheissa. Piirroksessa 7 todetaan, että kahdeksan kertaa poikineiden lehmien näytteistä em. pitoisuusrajan ylitti 50-60 %, mutta ensikoiden näytteistä alle 20 %. Rajan ylittävien osuus kasvoi melko säännöllisesti lypsykauden kuluessa ja samaan tapaan kaiken ikäisillä lehmillä.

Taulukko 9. Eri ikäisten lehmien vuorokausimaidon solupitoisuuden (1000 kpl/ml) sekä solutuotoksen (milj. kpl/vrk) logaritmien keskiarvot ja geometriset keskiarvot sekä maitotuotoksen aritmeettinen keskiarvo.

Lypsy- kausi	Havain- toja	Solupitoisuus		Solutuotos		Mai- toa kg/ vrk
		log keski- arvo	geom. keski- arvo	log keski- arvo	geom keski- arvo	
1	54691	4.21	69	6.88	972	14.8
2	39865	4.68	107	7.42	1669	16.9
3	28972	4.98	145	7.78	2392	18.1
4	22201	5.20	181	8.02	3041	18.4
5	15896	5.34	208	8.17	3533	18.4
6	10536	5.47	237	8.30	4024	18.5
7	6378	5.55	257	8.36	4273	18.2
8	3874	5.64	281	8.44	4629	17.9
9	2162	5.66	287	8.44	4629	17.5
>9	2177	5.82	336	8.57	5271	17.0
Ei tie- dossa	16594	5.17	176	7.91	2724	17.1
Yht.	203346	4.86	129	7.60	2018	17.0



Piirros 7. Yli 250000 solua /ml sisältäneiden näytteiden osuus ensimmäisellä, toisella, neljännellä ja kahdeksannella lypsykaudella.

3.4 Säännöllisesti toistuvien tekijöiden vaikutus solupitoisuuteen ja solutuotokseen

Edellä selostettu tutkimusaineiston alustava tarkastelu osoitti yhtäpitävästi kirjallisuudessa esitettyjen tulosten kanssa, että solupitoisuuden päivittäinen muuttuminen lypsykauden alussa on nopeata ja eri suuntaista kuin lypsykauden pääosan aikana. Tästä syystä poimittiin jatkotarkasteluun satunnaisotannalla valituista karjoista uusi aineisto, johon hyväksyttiin vain 15-330 päivän kuluessa poikimisesta otetut näytteet. Lisäksi edellytettiin, että hyväksytyltä lehmillä oli vuosina 1981-82 tutkittu yhteensä vähintään 4 näytettä lypsykauden pääosan aikana. Näytteet saivat olla yhdeltä tai useammalta lypsykaudelta.

3.4.1 Poikimakerran laktaatiovaiheen ja näytteenotto- kuukauden vaikutus

Poikimiset keskittyvät nykyisinkin toisaalta kevätkuukausille ja toisaalta syksyyn. Erityisesti ensikot pyritään yhä useammin poi'ittamaan syksyllä. Siten tiettyinä kalenterikuukautena tutkituissa maitonäytteissä on erilainen määrä eri ikäisten ja lypsykauden eri vaiheessa olevien lehmien näytteitä.

Tästä syystä arvioitiin lypsykauden, laktaatiovaiheen ja näytteenottokuukauden muista tekijöistä riippumattomat vaikutukset käyttäen mallia:

$$I \quad y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijkl}, \text{ missä}$$

y_{ijkl} = i:nnellä lypsykaudella
j:nnen laktaatiovaiheen aikana
k:ntena kalenterikuukautena tutkitun
l:nnen vuorokausimaitonäytteen solupitoi-
suuden (1000 kpl/ml)

- a_i = i:nnen poikimisen jälkeisen lypsykauden vaikutus.
 $i = 1, 2, \dots, 9, 10$, jolloin kymmenenteen luokkaan luettiin kaikki kymmenen kertaa poikineet ja sitä vanhemmat lehmät.
- b_j = laktaatiovaiheen vaikutus.
 $j = 1, 2, \dots, 10, 11$, jolloin lypsykausi oli luokiteltu 30 päivän jaksoihin siten, että ensimmäiseen jaksoon kuuluivat päivät 15-24, seuraavaan 30-59, sitä seuraavaan 60-89 jne.
- c_k = kalenterikuukauden vaikutus
 $k = 1, 2, \dots, 12$.
- e_{ijkl} = jäännöstermi, jota oletettiin satunnaisesti jakautuneeksi. Kaikki muut tekijät oletettiin kiinteiksi.

Mallin (I) kaikkien tekijöiden vaikutukset osoittautuivat erittäin merkitseviksi. Poikimakerrasta toiseen ja lypsykauden eri vaiheissa solupitoisuus muuttui (taulukko 10) siten, kuin jo aikaisemmin (piirros 6 ja taulukko 9) lasketujen luokkakeskiarvojen perusteella oli odotettavissa.

Korkeimmillaan solupitoisuus osoittautui olevan syksyllä ja alhaisimmillaan helmi-toukokuulla (taulukko 10). Laidunkauden alkaessa pitoisuudet kohosivat selvästi, samoin syksyllä sisäruokintakauden alkaessa.

Myös solutuotos kohosi laidunkauden alkaessa ja pysyi korkeana koko laidunkauden ajan.

Taulukko 10. Vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuden (1000 kpl/ml) sekä solutuotoksen (milj. kpl/vrk) logaritmien LS-keskiarvot näytteenotto-kuukausittain sekä poikimakerroittain ja lyp-sykauden eri vaiheissa.

	Havaintoja	Solupitoisuus	Solutuotos
Näytteenottokuukausi			
Tammikuu	21 332	5.21	7.91
Helmikuu	19 890	5.17	7.91
Maaliskuu	19 427	5.17	7.95
Huhtikuu	20 526	5.15	7.97
Toukokuu	25 381	5.16	8.00
Kesäkuu	32 446	5.29	8.19
Heinäkuu	26 634	5.24	8.11
Elokuu	27 056	5.25	8.09
Syyskuu	24 583	5.29	8.04
Lokakuu	22 879	5.25	7.90
Marraskuu	21 921	5.29	7.97
Joulukuu	22 021	5.22	7.93
	F ^(11,284065)	76 ^{xxx}	175 ^{xxx}
Poikimakerta			
1	74 936	4.18	6.85
2	64 226	4.64	7.38
3	47 644	4.92	7.73
4.	34 514	5.15	7.96
5	24 858	5.30	8.12
6	16 222	5.42	8.24
7	9 857	5.52	8.32
8	5 773	5.64	8.42
9	3 092	5.66	8.42
> 9	2 974	5.81	8.54
	F ^(9,284065)	5047 ^{xxx}	6424 ^{xxx}
Päiviä poikimisesta			
15 - 29	14 907	5.00	8.11
30 - 59	29 812	4.93	8.05
60 - 89	29 819	4.97	8.04
90 - 119	29 829	5.04	8.04
120 - 149	29 739	5.11	8.03
150 - 179	29 460	5.17	8.01
180 - 209	28 846	5.26	8.00
210 - 239	28 052	5.33	7.97
240 - 269	26 694	5.42	7.92
270 - 299	22 327	5.56	7.89
300 - 329	14 611	5.67	7.91
	F ^(10,284065)	946 ^{xxx}	71 ^{xxx}

3.4.2 Kiimakierron vaihe

Hormonaalisten tekijöiden on esitetty vaikuttavan maidon solupitoisuuteen siten, että solupitoisuus kohoaa esim. kiiman aikana (KOIRANEN 1978 b).

Kiimakierron vaiheen vaikutusta solupitoisuuteen pyrittiin arvioimaan näytteistä, jotka oli tutkittu \pm 10 päivän aikana siemennyksestä. Vaikutuksen arvioimiseksi laskettiin LS-analyysi käyttäen mallia:

$$II \quad y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm}, \text{ missä}$$

y_{ijklm} = l:nnen kiimakierron vaiheen aikana

k:ntena kalenterikuukautena

j:nnen lypsykauden vaiheen aikana

i:ttä tuotosvuottaan lypsävältä

m:nneiltä lehmältä tutkitun maitonäytteen solupitoisuuden (1000 kpl/ml) tai solutuotoksen (milj. kpl/vrk) luonnollinen logaritmi.

d_l = kiimakierron vaiheen vaikutus

l = 1, 2, ... 13, jolloin

1 = 10-6 päivää ennen siemennystä

2 = 5 - " -

3 = 4 - " -

. . .

. . .

. . .

7 = siemennyspäivänä

8 = 1 päivää siemennyksen jälkeen

9 = 2 - " -

. . .

. . .

. . .

12 = 5 - " -

13 = 6-10 - " -

a_i , b_j ja c_k kuten mallissa I.

Analyysi osoitti vastoin ennakkokäsitystä, ettei kiima-kierron vaiheella ole merkitsevää vaikutusta maidon solupitoisuuteen eikä solutuotokseen (taulukko 11).

Vastaava johtopäätös on tehty myös eräiden muiden tutkimusten perusteella (ANDERSON ym. 1983, GUIDRY ym. 1975 ja COWMAN & LARSON 1979).

Taulukko 11. Näytteenottokuukauden, poikimakerran, lypsykauden ja kiimakierron vaiheen vaikutus solupitoisuuteen (1000 kpl/ml) ja solutuotokseen (milj. kpl/vrk).

Vaihtelun lähde	Vapausasteet	Neliösummat	
		Solupitoisuus	Solutuotos
Näytteenotto- kuukausi	11	131,7 ^{xxx}	198,2 ^{xxx}
Poikimakerta	9	1 973,4 ^{xxx}	2 939,5 ^{xxx}
Lypsykauden vaihe	10	119,0 ^{xxx}	32,4 ^{xx}
Kiimakierron vaihe	12	13,5 ^{NS}	10,3 ^{NS}
Jäännös	10579	15 612,1	15 545,8

3.5 Karjojen ja lehmien välinen vaihtelu

Karjojen ja lehmien välinen muunteluosuus arvioitiin Hendersonin menetelmää 2 soveltaen laskemalla hierarkkinen varianssianalyysi poikimakerran, poikimisesta kuluneen ajan ja poikimakuukauden suhteen korjatusta aineistosta. Analyysi tehtiin kahdessa vaiheessa siten, että ensin laskettiin korjatut havaintoarvot mallia I soveltaen:

$$z_{ijkl} = y_{ijkl} - \mu - a_i - b_j - c_k, \text{ ja}$$

tämän jälkeen hierarkkinen varianssianalyysi seuraavan mallin mukaan:

III $Z_{mno} = h_m + f_{mn} + e_{mno}$, missä

Z_{mno} = kiinteiden tekijöiden (poikimakerta, poikimisesta kulunut aika ja poikimakuukausi) suhteen korjattu m:nen karjan n:nen lehmän o:nnen maitonäytteen solupitoisuuden (1000 kpl/ml) tai solutuotoksen (milj. kpl/vrk) luonnollinen logaritmi.

h_m = m:nnen karjan vaikutus

f_{mn} = n:nnen lehmän vaikutus m:nnen karjan sisällä ja

e_{mno} = jäännöstermi.

Kaikki mallin tekijät oletettiin satunnaistekijöiksi.

Karjojen välinen vaihteluosuus (taulukko 12) osoittautui hieman suuremmaksi kuin LINDSTRÖM ym. (1981) suomalaisesta aineistosta laskema 7 %. Syynä saattaa olla se, että em. tutkijoiden aineisto oli koottu yhden meijerin alueelta, mutta tämän tutkimuksen karjat oli valittu satunnaisesti eri puolilta maata. Norjalaiset SYRSTAD ja RØN (1979) ovatkin saaneet karjojen väliseksi vaihteluosuudeksi 13 %, ruotsalaiset EMANUELSON & PERSSON (1984) 4.6-13.6 % ja kanadalais-amerikkalainen tutkimusryhmä KENNEDY ym. (1982 b) 9.6-13.2 %.

Lehmien välinen vaihteluosuus 34 % oli likimain sama kuin LINDSTRÖM ym. (1981) arvioima 35 % ja KENNEDY ym. (1982) esittämä 24 - 35 %, mutta hieman pienempi kuin EMANUELSON & PEARSSONin (1984) arvio 38 - 46 %. Karjojen välinen vaihtelu on siten vain noin 1/3 lehmien välisestä vaihtelusta.

Taulukko 12.

Karjojen välisen ja lehmien välisen muuntelun osuus poikimakerran, poikimisesta kuluneen ajan ja poikimakuukauden vaikutusten suhteen korjatun solupitoisuuden ja solutuotoksen vaihtelusta.

Vaihtelun lähde	Vapausasteet	Solupitoisuus		Solutuotos	
		Keskineliö	Varianssi osuus %	Keskineliö	Varianssi osuus %
Karjojen välinen	2 849	21.563 ^{xxx}	12.55	21.110 ^{xxx}	12.68
Lehmät karjojen sisällä	33 398	4.345 ^{xxx}	34.15	4.251 ^{xxx}	34.64
Jäännös	247 848	0.724	53.20	0.693	52.68

3.6 Maidon solupitoisuus ja riski tulla poistetuksi

Solupitoisuuden yhteyttä poistoriskiin tarkasteltiin niiden lehmien osalta, joilta oli tutkittu ainakin yksi maitonäyte myöhemmin kuin kahden viikon kuluttua poikimisesta. Poistoja seurattiin vuoden ajan.

Lehmä, jonka maidon solupitoisuus oli kohonnut yli 250 000 kpl/ml, oli poistettu poikimisen jälkeisen vuoden aikana utarevian takia noin 3 kertaa herkemmin kuin sellainen lehmä, jonka maidon solupitoisuus ei ollut kohonnut (taulukko 13). Solupitoisuuden kohoaminen lypsykauden alkuvaiheessa lisäsi poistoriskiä kaiken ikäisillä lehmillä. Solupitoisuuden kohoaminen ennakoi selvimmin utaretulehduksen vuoksi poistetuksi tulemisen mahdollisuutta, mutta myös muusta syystä poistetuksi joutumisen riski kasvoi solupitoisuuden kohotessa.

Taulukko 13.

Vuoden kuluessa poikimisesta utarevian takia poistettujen lehmien osuus eri poikimakerroilla. Poistoprosentit on laskettu erikseen lehmiltä, joiden maidon solupitoisuus myöhemmin kuin kahden viikon kuluttua poikimisesta otetussa 1. näytteessä oli alle 250 000 kpl/ml, ja lehmiltä, joiden vastaava solupitoisuus oli yli 250 000 kpl/ml. Keskimääräinen poikimisesta näytteenottoon kulunut aika oli 47 päivää.

Poikima - kerta	Maidon solupitoisuus alle 250 000 kpl/ml		Maidon solupitoisuus yli 250 000 kpl/ml	
	Lehmiä kpl	Niistä poistettu utarevian takia %	Lehmiä kpl	Niistä poistettu utarevian takia %
1	8 993	1,4	887	4,5
2	6 231	2,1	1 389	6,5
3	4 203	3,0	1 351	8,7
4	2 908	4,0	1 370	10,6
5	1 898	4,8	1 198	12,8
6	1 179	6,6	885	13,4
7	686	5,7	565	11,5
8	418	8,1	358	14,2
9	228	6,6	211	12,8
> 9	193	5,2	247	6,9
Yht.	26 937	2,8	8 461	9,7

3.7 Solupitoisuuden yhteys 305 päivän maitotuotokseen sekä maidon rasva- ja valkuaispitoisuuteen

Solupitoisuuden ja 305 päivän tuotostietojen yhteyden arvioimiseksi poimittiin satunnaisotannalla valitusta aineistosta tutkittavaksi sellaiset lehmät, joiden 305 päivän tuotot oli laskettu karjantarkkailun tuloslaskennan yhteydessä ja joilta vastaavan lypsykauden aikana oli tutkittu vähintään neljän vuorokausimaitonäytteen solupitoisuus 15-330 päivän kuluessa poikimisesta. Vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuusanalyysituloksista laskettiin edelleen lehmäkohtaiset solupitoisuuden (1000 kpl/ml) ja solutuotoksen (milj. kpl/vrk) luonnollisten logaritmien keskiarvot.

Lehmäkohtaisista tuloksista lasketut keskiarvot ja hajonnat on esitetty taulukossa 14. Rasvapitoisuus 4.38 ja valkuaispitoisuus 3.29 vastaavat hyvin tarkkailuvuosien 1981-82 keskiarvoja 4.37 ja 3.32 (ANON 1982 b, p. 11).

Taulukko 14. Lehmien maidon keskimääräisen solupitoisuuden ja solutuotoksen sekä 305 päivän maitotuotoksen ja rasva- sekä valkuaispitoisuuden keskiarvot. Lehmiä 28 212 kpl.

		Keskiarvo	Hajonta
Solupitoisuus	$\log_e(1000 \text{ kpl/ml})$	4.74	1.01
Solutuotos	$\log_e(\text{milj.kpl/vrk})$	7.51	1.03
305-päivän maitotuotos	kg	5 302	1 135
305-päivän tuotoksen rasva-%		4.38	0.46
305-päivän tuotoksen valkuais-%		3.29	0.22

Samoin 305-päivän tuotos 5 302 kg poikkeaa vain 0.7 % lehmäindeksien laskennan yhteydessä talvella 1983 lasketusta kaik-

kien lehmien 305-päivän tuotosten keskiarvosta 5 339 kg (SYVÄJÄRVI & HELLMAN 1983) ja tutkimusaineiston voitaneen siten katsoa edustavan varsin tarkoin koko maan lehmäainesta.

Taulukossa 6 esitetyt vuorokausimaitonäytteistä lasketut solupitoisuus ja solutuotos ovat suurempia kuin taulukossa 14 esitetyt, lehmien koko lypsykauden aikaisista keskiarvoista lasketut vastaavat luvut. Tämä aiheutuu siitä, että lypsykausikohtaisia keskiarvoja laskettaessa mukaan hyväksyttiin vain 15-330 päivän kuluessa poikimisesta tutkitut näytteet. Näin meneteltiin, koska solupitoisuuden muuttuminen erityisesti lypsykauden kahden ensimmäisen viikon aikana on eri suuntaista ja johtunee eri syistä kuin pääosan aikana, kuten jo kohdassa 3.4 on todettu.

Arvioitaessa lypsykauden keskimääräisen solupitoisuuden vaikutusta 305-päivän tuotokseen sekä rasva- ja valkuaispitoisuuden suuteen käytettiin mallia:

$$IV \quad y_{ijkl} = \mu + p_i + q_j + r_k + e_{ijkl}, \text{ missä}$$

y_{ijkl} = l:nnen lehmän i:ntenä lypsy kautenaan
j:ntenä kalenterikuukautena poimit-
tuaan lypsämä 305-päivän tuotos
(maito, rasva-% tai valkuais-%),
joka lypsykauden keskisolupitoi-
suuden perusteella kuului k:nteen
solupitoisuusluokkaan.

p_i = poikimakerran vaikutus
($i = 1, 2, \dots, 10$, jolloin kymme-
nenteen luokkaan luettiin kaikki
kymmenen kertaa tai sitä useammin
poikineet lehmät)

q_j = poikimakuukauden vaikutus
($j = 1, 2, \dots, 12$) ja

r_k = maidon lypsykaudenaikaisen keski-
solupitoisuuden vaikutus
($k = 1, 2, \dots, 7$), jolloin keski-
solupitoisuus oli laskettu vähin-
tään neljän, 15-330 päivän kuluessa
poikimisesta otetun näytteen geo-
metrisenä keskiarvona ja luokiteltu
seuraavasti:

k	solupitoisuusluokka
1	= alle 63 000 kpl/ml
2	= 63 000 - 124 000 kpl/ml
3	= 125 000 - 249 000 "
4	= 250 000 - 499 000 "
5	= 500 000 - 999 000 "
6	= 1 000 000 - 1 999 000 kpl/ml
7	= 2 000 000 ja yli kpl/ml

e_{ijkl} = jäännöstermi, joka oletettiin sa-
tunnaistekijäksi

Kaikkien muiden tekijöiden vaikutukset
oletettiin kiinteiksi.

Mallin kaikkien tekijöiden vaikutukset osoittautuivat erittäin
merkitseviksi. Analyysin yhteydessä lasketut LS-keskiarvot
on esitetty taulukossa 15.

Taulukosta 15 todetaan ensikoiden lypsäneen noin 1 200 kg
vähemmän kuin 5-6 kertaa poikineet lehmät olivat lypsäneet.
Kuudennen lypsykauden aikana maitotuotos osoittautui olevan
korkeimmillaan. Maidon rasvapitoisuus oli ensikoilla 0.02
%-yksikköä alempi kuin 2.-5. lypsykauttaan lypsävällä leh-
mällä, mutta korkeampi kuin kaikkein vanhimmilla lehmillä.
Ensikoiden maidon valkuaispitoisuus oli niin ikään alhaisempi
kuin vanhempien lehmien.

Taulukko 15.

Poikimakerran, poikimakuukauden ja maidon solupitoisuuden vaikutus 305-päivän tuotokseen sekä rasva- ja valkuaispitoisuuteen.

		LS- keskiarvot			
Lehmiä		305-päivän maitotuotos kg	maidon rasva %	maidon valkuais %	
Poikimakerta					
1	8 505	4 432	4.31	3.29	
2	6 230	5 062	4.33	3.35	
3	4 425	5 466	4.33	3.32	
4	3 302	5 611	4.33	3.31	
5	2 314	5 628	4.33	3.32	
6	1 488	5 663	4.31	3.30	
7	892	5 590	4.29	3.31	
8	511	5 482	4.26	3.30	
9	274	5 383	4.30	3.32	
> 9	271	5 288	4.29	3.31	
		$F(9, 28185) = 603^{xxx}$	2.81 ^{xx}	37.58 ^{xxx}	
Poikimakuukausi					
Tammikuu	1 867	5 641	4.28	3.32	
Helmikuu	1 638	5 482	4.29	3.32	
Maaliskuu	2 960	5 362	4.31	3.33	
Huhtikuu	3 531	5 114	4.30	3.34	
Toukokuu	2 310	4 930	4.33	3.35	
Kesäkuu	1 480	4 878	4.29	3.35	
Heinäkuu	1 477	5 074	4.33	3.32	
Elokuu	2 228	5 291	4.34	3.30	
Syyskuu	2 466	5 477	4.35	3.29	
Lokakuu	2 882	5 597	4.31	3.28	
Marraskuu	2 594	5 735	4.29	3.28	
Joulukuu	2 779	5 758	4.26	3.28	
		$F(11, 28185) = 202^{xxx}$	8.50 ^{xxx}	41.51 ^{xxx}	
Maidon keskisolupitoisuus kpl/ml					
alle	63000	8 494	5 665	4.40	3.28
	63000-124000	7 359	5 563	4.37	3.29
	125000-249000	6 000	5 481	4.37	3.30
	250000-499000	3 815	5 440	4.33	3.30
	500000-999000	1 913	5 342	4.29	3.31
	1000000-1999000	563	5 154	4.23	3.34
	2000000 tai yli	68	4 884	4.16	3.37
		$F(6, 28185) = 52^{xxx}$	28.09 ^{xxx}	14.59 ^{xxx}	

Taulukosta 15 voidaan edelleen todeta myöhäissyksyllä poikineiden lehmien lypsäneen yli 800 kg enemmän kuin touko-kesäkuulla poikineet lehmät olivat lypsäneet. Poikimakuukauden vaikutus maidon rasva- ja valkuaispitoisuuteen oli vähäisempi kuin vaikutus maitotuotokseen.

Lypsykauden maidon solupitoisuuskeskiarvon yhteys sekä maitotuotokseen että rasva- ja valkuaispitoisuuteen oli erittäin selvä.

Solupitoisuuden kaksinkertaistuessa väheni 305-päivän maitotuotos keskimäärin 130 kg. Tuotos aleni 102 kg jo, kun solupitoisuus kohosi 62 000:sta 124 000:een, mutta solupitoisuuden kaksinkertaistuminen 500 000 kpl/ml solupitoisuusrajan yläpuolella aiheutti suurimmat tuotosmenetykset (taulukko 15).

Maidon keskirasvapitoisuus aleni solupitoisuuden kaksinkertaistuessa keskimäärin 0.03 %-yksikköä. Myös rasvapitoisuus laski jo solupitoisuuden kohotessa yli 63 000 kpl/ml, mutta aleneminen oli nopeinta solupitoisuuden kasvaessa 500 000 kpl/ml:n solupitoisuutta korkeammaksi (taulukko 15).

Valkuaispitoisuus sen sijaan kohosi solupitoisuuden kasvaessa. Solupitoisuuden kohotessa 62 000:sta 500 000:een valkuaispitoisuus kasvoi vain vähän, mutta solupitoisuuden kohtessa yli 500 000 kpl/ml valkuaispitoisuus kasvoi keskimäärin 0.02 %-yksikköä solupitoisuuden kaksinkertaistuessa (taulukko 15).

Mallin IV mukainen analyysi laskettiin myös ottaen huomioon karjavaikutus, joka absorboitiin pois. Karjan vaikutus sekä maitotuotokseen että rasva- ja valkuaispitoisuuteen oli erittäin merkitsevä. Karjavaikutuksen huomioon ottaminen vähensi mallin muiden tekijöiden vaikutuksia, mutta ei muuttanut niiden vaikutussuuntaa.

Ehkä havainnollisin käsitys solupitoisuuden ja maitotuotukseen sekä rasva- ja valkuaispitoisuuteen yhteydessä saadaan taulukosta 16, jossa mallin IV mukaan laskettuja LS-keskiarvoja on verrattu solupitoisuusluokan alle 63.000 kpl/ml LS-keskiarvoihin.

Taulukko 16. Solupitoisuuden kaksinkertaistumisen aiheuttama maitotuotoksen sekä rasva- ja valkuaispitoisuuden muutos. Luvut on laskettu taulukossa 15 esitetyistä tuloksista vertaamalla korkeampien solupitoisuustasojen LS-keskiarvoja luokan alle 63 000 kpl/ml LS-keskiarvoon.

Maidon keski- solupitoisuus kpl/ml		Muutos-%		
		305 päivän maitotuotos kg	Rasva %	Valkuais %
alle	63 000	0	0	0
63 000 -	149 000	- 1.80	- 0.68	+ 0.30
125 000 -	249 000	- 3.25	- 0.68	+ 0.61
250 000 -	499 000	- 3.97	- 1.59	+ 0.61
500 000 -	999 000	- 5.70	- 2.50	+ 0.91
1 000 000 -	1 999 000	- 9.02	- 3.86	+ 1.83
2 000 000 tai yli		-13.79	- 5.45	+ 2.74

Lasketut maitotuotoksen, rasvapitoisuuden ja valkuaispitoisuuden muutosprosentit osoittavat maitotuotoksen vähenevän solupitoisuuden kohotessa suhteellisesti ottaen eniten. Myös rasvapitoisuus alenee joskin vähemmän kuin maitotuotos. Solupitoisuuden yhteys valkuaispitoisuuteen on suhteellisesti ottaen vähäisin ja eri suuntainen kuin yhteys maitotuotukseen ja rasvapitoisuuteen.

3.8. Ruokintatyypin ja ruokintaintensiteetin vaikutus karjakoh-
taiseen solupitoisuuskeskiarvoon

Koska maidon solupitoisuus muuttuu, kuten edellä on todettu, lehmien iän ja tuotantovaiheeseen mukaan, laskettiin karjakoh-
taiset solupitoisuuskeskiarvot poikimakerran ja laktatio-
vaiheen suhteen esikorjatuista vuorokausimaitonäytteiden
solupitoisuuksista noudattaen samaa menettelyä, jota käy-
tetään karjantarkkailutuloksia laskettaessa (SYVÄJÄRVI ym.
1981):

1. Keskiarvoja laskettaessa hyväksyttiin mukaan vain 15-240 päivän kuluttua poikimisesta vuonna 1982 otetut näytteet. Jos kuitenkin vuorokausimaitomäärä myöhemmin kuin 240 päivän kuluttua poikimisesta oli yli 10 kg, hyväksyttiin myös tällaiset näytteet.
2. Hyväksytyt näytteet esikorjattiin poikimakerran ja poikimisesta kuluneen ajan vaikutusten elimi-
noimiseksi seuraavan kaavan mukaan:

$$k = a \times \frac{c}{b}$$

$$= \exp(\ln a - \ln b + \ln c), \text{ missä}$$

k = poikimakerran ja poikimisesta kuluneen ajan suhteen korjattu maitonäytteen solu-
pitoisuus

a = alkuperäinen vuorokausimaitonäytteen solu-
pitoisuus

b = maan kaikkien ko. lehmän kanssa yhtä monta kertaa poikineiden ja samassa tuotanto-
vaiheessa tutkittujen tarkkailulehmien vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuksien geometrinen keskiarvo ja

c = kaikkien tarkkailulehmien vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuksien geometrinen keskiarvo.

Vuorokausimaitonäytteiden geometriset keskiarvot eri poikimakerroilla ja lypsykauden eri vaiheissa (b) sekä kaikkien hyväksytyjen näytteiden geom. keskiarvo (c) on esitetty liitetaulukossa I.

3. Esikorjatuista vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuksista laskettiin lehmäkohtaiset geometriset keskiarvot.
4. Lehmäkohtaisista geometrisista keskiarvoista laskettiin karjakohtaiset aritmeettiset keskiarvot.

Koska tarkkailukarjojen rehunkulutustietojen tallentaminen atk-rekistereihin aloitettiin laajassa mitassa vasta vuonna 1982, poimittiin tutkimusta varten alunperin satunnaisotannalla valituista 2 872 karjasta tarkasteltaviksi vain ne, joista myös rehunkulutustiedot oli rekisteröity. Tällaisia karjoja oli yhteensä 2 220 kpl.

Karjojen tuotoskeskiarvot, vuotuinen rehunkulutus ja tuotoksen sekä rehunkäyttömäärien yhteydet maidon solupitoisuuteen on esitetty taulukossa 17.

Korrelaatiokertoimien perusteella arvioiden eivät yksittäisten rehujen käyttömäärät ole yhteydessä karjassa tuotetun maidon solupitoisuuteen. Kuitenkin rehuyksikköjen kokonaiskulutuksen ja rehukulutusprosentin yhteys maidon keskimääräiseen solupitoisuuteen on tilastollisesti merkitsevä, joskin korrelaatiokertoimet on itseisarvoltaan pieniä.

Taulukko 17. Vuosituotos ja rehunkulutus ry/ny/
vuosi sekä niiden yhteys maidon solupitoi-
suuteen. Karjoja 2 220 kpl.

	Keskiarvo ja hajonta	Korrelaatio maidon solu- pitoisuuteen
Maitoa kg/lehmä/vuosi	5 503 ± 863	- 0.17 ^{xx}
Karjan keskirasva %	4.35 ± 0.27	- 0.10 ^{xx}
Karjan keskivalkuais. %	3.30 ± 0.12	0.00
Rehun kulutus ry/ny/vuosi	3 953 ± 430	- 0.07 ^{xx}
Ruokintataso % ry tarpeesta ¹⁾	101.7 ± 7.6	0.07 ^{xx}
Säilörehua ry/ny/vuosi	774 ± 391	+ 0.02
Heinää - " -	623 ± 266	- 0.03
Olkea - " -	14 ± 44	0.00
Laidunta - " -	900 ± 255	0.01
Rehuviljaa - " -	794 ± 504	- 0.01
Täysrehua - " -	588 ± 600	- 0.04
Puolitiivistettä ry/ny/vuosi	129 ± 186	- 0.02
Tiivistettä - " -	28 ± 54	- 0.01

1)

Ruokintataso % arvioitiin käytetyn ry-määrän ja normien mukai-
sen tarpeen suhteena. Vuotuinen normien mukainen tarve arvioi-
ttiin maatilahallituksen 23.11.1982 vahvistamien ravinnontar-
venormien mukaisesti (SALO ym. 1982):

$$\begin{array}{l} \text{Maidontuotantoon} \quad 0.4 \times \text{RKM ry} \\ \text{Elatukseen} \quad \frac{\text{ep}^{0.75}}{500} \times 4.0 \times 365 \text{ ry} \end{array}$$

Sikiön kasvatukseen yhteensä 132 ry

Koska korrelaatiokertoimen avulla saadaan käsitys vain line-
aarisesta yhteydestä, arvioitiin karjakohtaisten tekijöiden
vaikutukset solupitoisuuteen myös käyttäen mallia:

V

$$y_{ijklm} = \mu + s_i + t_j + u_k + v_l + e_{ijklm}, \text{ missä}$$

y_{ijklm} = keskimääräinen solupitoisuus (1000 kpl/ml) i:nteen maitotuotostasoluokkaan j:ttä ruokintatyyppiä noudattavaan k:nteen karjakokoluokaan kuuluvassa ja l:nnellä ruokintatasolla ruokitussa karjassa

s_i = i:nnen maitotuotostason vaikutus
i = 1, 2 ... 7, jolloin

1	=	maitotuotos < 4500 kg/vuosi
2	=	4500-4999 kg/vuosi
3	=	5000-5499 "
4	=	5500-5999 "
5	=	6000-6499 "
6	=	6500-6499 "
7	=	6500 ja yli "

t_j = j:nnen ruokintatyyppin vaikutus
j = 1, 2... 6, jolloin

1	=	karkearehuvaltainen (=karkearehua enemmän kuin väkirehua) ruokinta ilman säilörehua
2	=	karkearehuvaltainen säilörehuruokinta (= säilörehua enemmän kuin heinää)
3	=	karkearehuvaltainen heinäruokinta (= säilörehua vähemmän kuin heinää)
4	=	väkirehuvaltainen (= karkearehua vähemmän kuin väkirehua) ruokinta ilman säilörehua

- 5 = väkirehuvaltainen säilö-
rehuruokinta (= säilörehua
enemmän kuin heinää)
- 6 = väkirehuvaltainen heinäruo-
kinta (= säilörehua vähem-
män kuin heinää)

- u_k = karjakoon vaikutus
- $k = 1, 2 \dots 7$, jolloin
- | | | |
|-----|----------------|---------------|
| 1 = | keskilehmäluku | 1- 5 lehmää |
| 2 = | " | 6-10 " |
| 3 = | " | 11-15 " |
| 4 = | " | 16-20 " |
| 5 = | " | 21-25 " |
| 6 = | " | 26-30 " |
| 7 = | " | yli 30 lehmää |

- v_1 = ruokintatason vaikutus
- $1 = 1, 2 \dots 7$, jolloin
- 1 = käytetty ry-määrä < 90 % normitarpeesta
- | | | | |
|-----|---|-----------|---|
| 2 = | " | 91-94 % | " |
| 3 = | " | 95-99 % | " |
| 4 = | " | 100-104 % | " |
| 5 = | " | 105-109 % | " |
| 6 = | " | 110-114 % | " |
| 7 = | " | yli 114 % | " |

e_{ijklm} = jäännöstermi, joka oletettiin satun-
naisesti jakautuneeksi.

Kaikkien muiden tekijöiden vaikutukset ole-
tettiin kiinteiksi.

Mallin V perusteella lasketut LS-keskiarvot sekä ryhmien välis-
ten erojen merkitsevyys on esitetty taulukossa 18.

Analyysi osoitti, ettei tuotetun maidon solupitoisuus ollut
merkitsevästi erilainen erilaista ruokintatyyppejä noudattavissa
eikä eri ruokintatasoilla ruokituissa karjoissa.

Taulukko 18.

Tuotostason, ruokintatyyppin, karjakoon ja ruokintatason vaikutus karjan lehmien vuoro-
kausimaitonäytteiden keskimääräiseen solu-
pitoisuuteen. LS-keskiarvot laskettu mallin
V mukaan.

	Karjoja kpl	Solupitoisuuden LS-keskiarvo (1000 kpl/ml)
Maitotuotos		
alle - 4500	183	226
4500 - 4999	327	203
5000 - 5499	569	192
5500 - 5999	535	186
6000 - 6499	366	172
6500 - 6599	160	172
7000 ja yli	80	165
	$F(6, 2196) = 6.25^{xxx}$	
Karjakoko		
1 - 5 lehmää	99	151
6 - 10 "	585	178
11 - 15 "	672	185
16 - 20 "	439	194
21 - 25 "	247	199
26 - 30 "	93	183
yli 30 "	85	228
	$F(6, 2196) = 4.30^{xxx}$	
Ruokintatyyppi		
Karkearehuvaltainen, ei säilörehua	137	201
" säilörehuruokinta	1351	193
" heinäruokinta	555	181
Väkirehuvaltainen ei säilörehua	37	180
" säilörehuruokinta	89	184
" heinäruokinta	51	182
	$F(5, 2196) = 0.53^{NS}$	

Ruokintataso (% tarpeesta)		
< 90 %	109	186
91 - 94	321	177
95 - 99	559	177
100 - 104	550	190
105 - 109	376	183
110 - 114	186	198
yli 114	119	206

$F(6, 2196) = 2.02^{NS}$

3.9 Solupitoisuuden geneettinen vaihtelu

Geneettisen vaihtelun arviointia varten poimittiin alunperin satunnaisotannalla valitusta aineistosta lehmät, joilta oli tutkittu vähintään neljän vuorokausimaitonäytteen solupitoisuus lypsykauden pääosan aikana ja joille 305-päivän tuotos oli laskettu karjantarkkailun tuloslaskennan yhteydessä. Useimmat tutkijat ovat laskeneet solupitoisuuden vaihtelua kuvaavia geneettisiä tunnuslukuja neljännesnäytteitä tai vuorokausimaitonäytteitä analysoimalla. Tässä tutkimuksessa valittiin kuitenkin tutkittavaksi ominaisuudeksi lypsykauden keskimääräinen (\log_e) solupitoisuus, koska solupitoisuuskeskiarvon periytyvyyden voidaan olettaa olevan korkeampi, kuin yksittäisistä näytteistä lasketun vastaavan tunnusluvun (SHOOK ym. 1982).

Karjoja, joissa ei ollut vähintään kahta em. ehdot täyttävää lehmää, ei otettu mukaan analyysiin.

Periytymisasteiden ja geneettisten korrelaatioiden arviointia varten aineisto jaettiin ryhmiin roduttain ja poikimakerroittain. Tällöin ayrshirerodusta hyväksyttiin mukaan tyttäret vain niiltä sonneilta, joilta ko. ryhmään kuului vähintään 10 tytärtä, ja friisiläis- ja suomenkarjan sonneilta, joilta ko. ryhmään kuului vähintään 2 tytärtä.

Havaintolukumäärät ja rotukohtaiset solupitoisuuskeskiarvot on esitetty taulukossa 19. Tulokset osoittavat, että maidon keskimääräinen solupitoisuus on friisiläislehmillä korkein, suomenkarjalla toiseksi korkein ja ayrshirerodulla alhaisin. Järjestys on sama kaikissa ikäryhmissä.

Taulukko 19, Eri rotuisten lehmien maidon solupitoisuus keskimäärin (geom. keskiarvo 1000 kpl/ml) 15-330 päivän kuluessa poikimisesta.

Lypsykausi	Ayrshire		Suomenkarja		Friisiläinen	
	Lehmiä	Geom. keski-arvo	Lehmiä	Geom. keski-arvo	Lehmiä	Geom. keski-arvo
Ensikot	6 680	61	148	66	1 322	85
2. lypsykausi	4 928	94	125	99	903	150
3. lypsykausi	3 497	126	96	138	637	183
4. lypsykausi	2 639	156	71	172	444	241
Vanhat lehmät	4 634	206	149	217	659	279
	22 378	108	589	123	3 965	150

Sonnien varianssiosuudet ja virhevariانسsit arvioitiin käyttäen mallia:

$$VI \quad y_{ijkl} = \mu + r_i + q_j + s_k + e_{ijkl}, \text{ missä}$$

y_{ijkl} = k:nnen sonnien solupitoisuustasoltaan j:nteen luokkaan kuuluvassa karjassa i:ntenä kuukautena poikineelta l:nneltä tyttäreiltä 15-305 päivän kuluessa poikimisesta tutkittujen maitonäytteiden solupitoisuuksien logaritmien keskiarvo,

r_i = poikimakuukauden vaikutus
(i = 1, 2, ... 12)

q_j = karjan kaikkien lehmien keskimääräinen solupitoisuustason vaikutus ($i = 1, 2, \dots, 7$), jolloin

<u>i</u>	<u>solupitoisuus</u>	<u>kpl/ml</u>
1	< 63 000	
2	63 000 -	124 000
3	125 000 -	249 000
4	250 000 -	499 000
5	500 000 -	999 000
6	1 000 000 -	1 999 000
7	2 000 000 ja yli	

s_k = lehmän isän vaikutus ($k = 1 \dots n$), jolloin
 n = sonnien lukumäärä

e_{ijkl} = jäännöstermi.

r_i ja q_j oletettiin kiinteiksi tekijöiksi ja
 s_k satunnaistekijäksi.

Myös 305-päivän maitotuotokseen ja maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden isienväliset- ja virhevarianssiasuudet laskettiin mallin VI mukaan. Kovarianssit arvioitiin laskemalla solupitoisuuden ja tuotoslukujen summamuuttujista mallin VI mukainen analyysi ja soveltamalla tämän jälkeen kaavaa

$$V(X + Y) = V(X) + V(Y) + 2 \text{ cov}(XY)$$

$$\text{Siten } \text{cov}(XY) = \frac{[V(X+Y) - V(X) - V(Y)]}{2}.$$

Periytymisastearviot ja geneettiset korrelaatiot on esitetty taulukossa 20 vain ayrshirerodun ja friisiläisrodun osalta. Tulokset laskettiin myös suomenkarjalle, mutta niitä ei taulukoitu, koska suomenkarjan sonnien jälkeläisryhmät jäivät ai-neistossa varsin pieniksi, ja tulokset olivat ilmeisesti tästä syystä kovin epäyhtenäisiä.

Taulukko 20.

Lypsykauden keskimääräisen solupitoisuuden periytymisastearviot (h^2) sekä geneettinen yhteys (r_g) 305 päivän maitotuotokseen ja maidon rasva- sekä valkuaispitoisuuteen sekä arvioidut keskivirheet S.E. (h^2) ja S.E. (r_g).

Rotu	Poikima- kerta	Isiä	h^2	S.E. (h^2)	Maitoa kg		Rasva-%		Valkuais-%	
					r_g	S.E. r_g	r_g	S.E. r_g	r_g	S.E. r_g
Ayrshire	1	232	0.17	0.03	0.03	0.13	-0.04	0.10	-0.17	0.10
	2	165	0.14	0.04	0.08	0.15	0.24	0.14	-0.03	0.12
	3	67	0.15	0.06	-0.19	0.22	-0.00	0.20	-0.03	0.20
	4	38	0.09	0.06	0.86	0.12	-0.71	0.16	-0.57	0.20
	> 4	85	0.18	0.05	-0.08	0.21	-0.05	0.16	-0.24	0.15
	keskimäärin		0.15	0.05	0.14	0.17	-0.11	0.15	-0.21	0.15
Friisiläi- nen	1	110	0.14	0.07	0.50	0.21	0.03	0.22	-0.24	0.23
	2	97 ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	97	0.11	0.12	-0.83	0.15	0.32	0.30	-	-
	4	69	0.31	0.17	0.03	0.69	0.59	0.23	0.55	0.24
	> 4	110	0.11	0.12	0.22	0.66	0.64	0.30	0.29	0.35
	keskimäärin		0.17	0.12	-0.02	0.42	0.40	0.27	0.20	0.27

1)

Tuloksia ei ole laskettu, koska isien välinen varianssi oli negatiivinen. SEARLEN (1971 p. 407) mukaan tällaisen tuloksen voidaan tulkita osoittavan, että ko. varianssi on nolla.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tärkeimmiksi tarkkailulehmien vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuden vaihtelua selittäviksi tekijöiksi osoittautuivat utaretulehduksen lisäksi lypsykauden vaihe, lehmän ikä sekä yksilö- ja karjakohtaiset tekijät. Tulokset ovat tässä suhteessa täysin yhtäpitäviä kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten kanssa.

Välittömästi poikimisen jälkeen solupitoisuus oli normaalitasoon verrattuna noin nelinkertainen.

Pitoisuus laski normaalitasolle noin 15 päivän kuluessa poikimisesta ja alimmilleen 1.5 kuukauden kuluessa poikimisesta. Myöhemmin pitoisuus alkoi uudelleen kohota, mutta ei noussut umpeen menossa olevillakaan lehmillä keskimäärin yli 200 000 kpl/ml.

Utaretulehdusdiagnostiikassa käytetään tiettyä solupitoisuusrajaa - neljännesnäytteitä tutkittaessa 300 000 kpl/ml ja karjantarkkailun vuorokausimaitonäytetetutkimuksessa 250 000 kpl/ml - jonka ylityttyä aletaan epäillä utaretulehdusta. Tutkimus osoitti, että kiinteän solupitoisuusrajan soveltaminen aikaisemmin kuin 15 päivän kuluttua poikimisesta otettuihin näytteisiin johtaisi helposti vääriin johtopäätöksiin.

Lypsykauden loppupuolella maidon solupitoisuus sen sijaan ei kohoa kovin korkeaksi, mikäli vuorokausimaitomäärät ovat vähintään 8-10 kg tasolla, joten kiinteän solupitoisuusrajan soveltaminen ei tässä tilanteessa välttämättä johtaisi tavanomaista useammin väärään tulokseen.

Säännöllisesti toistuvista tekijöistä vaikuttaa solupitoisuuteen selvimmin lehmän ikä. Keskimääräinen solupitoisuus oli toista lypsykauttaan lypsävillä noin 50 % ja kolmatta lypsykauttaan lypsävillä noin 100 % korkeampi kuin ensikoilla. Solupitoisuus kasvoi nopeimmin neljän ensimmäisen lypsykauden

aikana. Pitoisuus kohosi koko elinajan ja oli kaikkein vanhimmillä lehmillä kaikkein korkein. BLACHBURNin (1966) mukaan iän myötä tapahtuva solupitoisuuden kohoaminen johtuu ensisijaisesti valkosolupitoisuuden kasvusta. Kuitenkin esim. tanskalaistutkijat JØRGENSEN ja SCHRAP (1982) ovat todenneet solupitoisuuden olevan terveilläkin toista lypsykauttaan lypsävillä lehmillä 40 % korkeampi kuin ensikoilla.

Vastaava kohoaminen toisesta kolmanteen lypsykauteen oli vielä 22 % ja myöhemmillä lypsykausilla keskimäärin 9 %. Tulokset vakuuttavat osaltaan, että tehtäessä johtopäätöksiä utaretu-lehduksesta solupitoisuuden perusteella, olisi myös tutkittavien lehmien ikä otettava huomioon.

Eri kuukausina otettujen näytteiden solupitoisuuserot olivat tilastollisesti merkitseviä, mutta vaihtelu oli huomattavasti vähäisempää kuin iästä ja laktaatiokauden vaiheesta johtuva vaihtelu. Koska poikimiset keskittyvät kevääseen ja syksyyn saadaan vuodenaikaisvaihtelusta helposti väärä käsitys, ellei iän ja lypsykauden vaiheen vaikutuksia oteta tarkastelussa samanaikaisesti huomioon.

Pitoisuus oli alhaisin huhtikuulla ja korkein sekä syys- että marraskuulla. Koska näiden ääriarvojen geometrinen solupitoisuuskeskiarvojen ero oli vain 26 000 kpl/ml, ei solupitoisuustutkimuksissa liene tarvetta kiinnittää kovin suurta huomiota vuodenaikaisvaihteluun.

Kirjallisuudessa on esitetty myös erilaisten hormonaalisten tekijöiden vaikuttavan solupitoisuuteen siten, että maidon solupitoisuus kohoaisi esim. kiiman aikana. Varianssianalyysi jossa iän, laktaatiovaiheen ja näytteenottokuukauden vaikutusten lisäksi otettiin huomioon kiimakieppon vaihe \pm 10 päivän aikana siemennyksestä, osoitti kuitenkin, ettei solupitoisuus ollut merkitsevästi erilainen kiimakieppon eri vaiheissa. Samaa tulokseen ovat omassa tutkimuksissa päätyneet mm. ANDERSON ym.(1983), GUIDRY ym. (1975) ja COWMAN ja LARSON (1979).

Siten lienee kiiman aikana kohonnutta solupitoisuutta pidettävä samanlaisena osoituksena utaretulehduksesta kuin muulloinkin kiimakierron aikana.

Karjojen välinen vaihteluosuus sen jälkeen kun iän, laktaatiovaiheen ja poikimakuukauden vaikutukset oli otettu huomioon, oli 13 % ja vastaava lehmien välinen osuus 34 % kokonaisvarianssista. Tulos on yhtäpitävä kirjallisuudessa esitettyjen arvioiden kanssa. Maitotuotoksen karjojenvälinen vaihteluosuus on SYVÄJÄRVI ym. (1983) mukaan noin kolminkertainen maidon solupitoisuuden karjojenväliseen vaihteluosuuteen verrattuna. Karjakohtaisilla tekijöillä ei siis ole yhtä selvää vaikutusta maidon solupitoisuuteen kuin maitotuotokseen. Eräänä syynä lienee se, ettei esim. ruokinnalla näytä olevan vaikutusta solupitoisuuteen, mutta ruokinnan vaikutus maitotuotokseen on tunnetusti ratkaiseva.

Tilastollisesti karjojenväliset erot olivat erittäin merkitseviä ja tutkimuksissa on osoitettu esim. lypsykoneen kunnon, parsirakenteiden, vedon, lämpötilan vaihteluiden, navettahygienian, kuivikkeiden ja lehmien hoitoon käytetyn ajan vaikuttavan karjan utaretulehdustilanteeseen tai maidon solupitoisuuteen (BAKKEN 1982, SALONIEMI 1980, LINDSTRÖM 1983).

Selvimmät solupitoisuuserot todettiin lehmien välillä. Tämän voitaneen tulkita osoittavan mm. sitä, että tuottajamaidon solupitoisuutta voitaisiin tehokkaimmin vähentää utaretulehduslehmiä hoitamalla ja tarvittaessa myös karsimalla. Hoito ja karsinta eivät kuitenkaan tuota pysyvää tulosta, ellei samanaikaisesti pyritä korjaamaan navetassa ja navettahygieniassa mahdollisesti esiintyviä puutteita.

Tutkimusaineiston tarkastelu osoitti lehmien, joiden maidon solupitoisuus oli korkea jo lypsykauden alkuvaiheessa, tulleen karsituiksi utaretulehduksen takia vuoden kuluessa poikimisesta noin kolme kertaa herkemmin kuin lehmien, joiden maidon solupitoisuus ei ollut kohonnut. Tämä lienee osoitus siitä, että tulehdus muuttuu usein krooniseksi, ja jatkuvasti sairastavia lehmiä ei kannata pitää karjassa.

Solupitoisuuden vaikutusta lypsykauden maitotuotokseen sekä maidon rasva- ja valkuaispitoisuuteen tarkasteltiin ottaen samanaikaisesti huomioon poikimakerran ja poikimakuukauden vaikutukset. Tulokset osoittivat 305-päivän tuotoksen vähenvän keskimäärin 130 kg solupitoisuuden kaksinkertaistuessa. Prosentteissa ilmaistu vähentyminen on esitetty taulukossa 16. Erityisen huomion arvoista on, että solupitoisuuden kohoamista seurasi selvä tuotoksen vähentyminen jo alhaisellakin solutasolla ja että korkealla solutasolla tapahtunutta solupitoisuuden lisääystä seurasi vähäisempi tuotoksen aleneminen kuin alhaisella solutasolla todettua solupitoisuuden lisääystä. Jos oletetaan utaretulehduslehmiksi ne, joiden maidon solupitoisuus oli vuoden aikana keskimäärin yli 250 000 kpl/ml, voidaan taulukosta 15 laskea tällaisten lehmien lypsäneen noin 175 kg vähemmän kuin terveinä pysyneet lehmät keskimäärin.

Myös maidon rasvapitoisuus aleni selvästi solupitoisuuden kohotessa, mutta valkuaispitoisuuden muutos oli päinvastainen. SCHULTZin (1977) mukaan utaretulehduksen aikaiset maidon rasva ja valkuaispitoisuuden muutokset johtuvat toisaalta erittävien solujen vaurioitumisesta ja tästä aiheutuvasta synteessin vähenemisestä ja toisaalta pintakalvojen läpäisykyvyssä tapahtuvista muutoksista.

Vaikutus tuotokseen ja pitoisuuksiin riippuisi näin ollen siitä, missä suhteessa edellä mainitut tekijät vaikuttavat toisaalta maidoneritykseen ja toisaalta rasvan ja valkuaisen muodostukseen.

Vaikka maidon valkuaispitoisuus kohoaisikin solupitoisuuden kasvaessa, ei tästä ole hyötyä, koska valkuaispitoisuuden kohoaminen johtuu nimen omaan heraproteiinin lisääntymisestä (LUHTALA 1984, NG-KWAI-HANG ym. 1984, SAARINEN 1982).

Ruokinnan vaikutusta maidon solupitoisuuteen pyrittiin arvioimaan vertaamalla 2 220 karjasta vuodelta 1982 käytettävissä olleita rehunkulutustietoja samojen karjojen lehmien

samalta vuodelta laskettuun maidon keskimääräiseen solupitoisuuteen. Analyysi osoitti ettei sillä, ruokitaanko lehmät pääasiassa heinällä, säilörehulla tai väkirehulla tai näistä kaikista eri tavoin kootuilla rehuannoksilla ollut tilastollisesti merkittävää yhteyttä maidon solupitoisuuteen. Myöskään ruokintatason vaikutus ei ollut tilastollisesti merkittävä, vaikka maidon solupitoisuus yliruokituissa karjoissa oli hieman korkeampi kuin normien mukaan tai aliruokinnalla ruokituissa karjoissa.

Vuotuisten rehunkäyttömäärien ja ruokintatason vaikutuksista maidon solupitoisuuteen on tutkittu melko vähän.

Norjassa SOLBU (1982) on terveystarkkailutuloksia analysoidessaan arvioinut myös heinänsäilörehun ja väkirehun käyttö-osuuksien vaikutusta utaretulehdukseen. Molemmat vaikutukset olivat tilastollisesti merkittäviä siten, että käyttöosuuden lisääntyessä utaretulehdussairastuvuus kasvoi. Selitysaste oli kuitenkin niin pieni, ettei tuloksen perusteella em. tutkijan mukaan ole syytä tehdä varmoja johtopäätöksiä.

Tanskassa NIELSEN ym. (1982) ovat tutkimuksessaan päätyneet siihen, ettei rehuannoksen valkuaistasolla ole yhteyttä utaretulehdukseen.

Erityisesti tuoreiden palkokasvien käyttö saattaa kuitenkin lisätä utaretulehdusriskiä (POUNDEN ja FRANK 1961).

Edellä mainitut tutkimukset samoin kuin tämän tutkimuksen tulokset antavat aiheen olettaa, ettei utaretulehdusriski riipu siitä, ruokitaanko lehmät pääasiassa säilörehulla, heinällä tai muilla tavanomaisilla rehuilla, jos niiden hygieninen laatu on hyvä.

Maidon solupitoisuus osoittautui olevan friisiläislehmillä korkein ja ayrshirellä sekä suomenkarjalla tätä alhaisempi. Samaan tulokseen päätyivät myös LINDSTRÖM ym. (1981). Myös

utaretulehdusfrekvenssi lienee friisiläisillä hieman suurempi kuin muilla lypsyroduillamme (LINDSTRÖM ja SYVÄJÄRVI 1978).

Sekä solupitoisuuden että sairastuvuuden kokonaisvaihtelu on kuitenkin niin laajaa, ettei todetuilla eroilla liene suurta käytännön merkitystä.

Ayrshirerodulla lypsykauden keskimääräisen solupitoisuuden periytymisastearviot vaihtelivat välillä 0.09-0.18 ja friisiläisrodulla 0.11-0.31 välillä (taulukko 20). Ayrshirerodun periytymisasteiden keskivirheet olivat selvästi pienempiä kuin friisiläisrodun vastaavat keskivirheet. Periytymisasteet olivat kuitenkin suuruusluokaltaan samat kummallakin rodulla, jos ei oteta huomioon neljännen lypsykauden tuloksista laskettua arviota, joka molemmilla roduilla perustui vähäisimpään sonni ja lehmälukumäärään.

MILLERin (1984) laatimassa kirjallisuuskatsauksessa oli eri tutkimuksissa saatujen solupitoisuuden periytymisastearvioiden keskiarvo 0.20.

Eräissä vuorokausimaitonäytteiden analyysieihin perustuvissa tutkimuksissa on todettu, että vanhojen lehmien maidon solupitoisuuden periytymisaste olisi suurempi kuin nuorten lehmien (EMANUELSSON ja PHILIPSSON 1984, KENNEDY ym. 1982). Toisaalta SHOOK ym. 1982 ovat lypsykauden keskisolupitoisuutta tutkittuun saaneet suurimman periytymisasteen 1. lypsykauden perusteella. Tässä tutkimuksessa ei ollut todettavissa selvää periytymisasteen muutosta siitä riippuen, oliko arvio tehty nuorten vai vanhojen lehmien maidon solupitoisuudesta.

Maitotuotoksen ja maidon solupitoisuuden välisten geneettisten korrelaatioiden keskiarvo oli ayrshirerodulla positiivinen ja friisiläisillä heikosti negatiivinen (taulukko 20). Fenotyyppisessä tarkastelussa todettu maidon solupitoisuuden ja maitotuotoksen välinen selvä negatiivinen yhteys ei siten näytä johtuvan perintötekijöistä.

Useimmat taulukossa 20 esitetyt geneettisten korrelaatioiden itseisarvot ovat kuitenkin lähellä nollaa ja keskivirheet niin suuria, ettei niiden perusteella toisaalta voida osoittaa hyvän maidonantakyvyn ja maidon korkean solupitoisuuden välillä myöskään vallitsevaa selvää positiivista geneettistä yhteyttä.

Ayrshirerotuisten lehmien maidon solupitoisuuden ja rasvapitoisuuden sekä solupitoisuuden ja valkuaispitoisuuden geneettiset korrelaatiot olivat negatiivisia, mutta friisiläisrotuisten lehmien vastaavat luvut positiivisia. Koska korrelaatioarvioiden keskivirheet ovat friisiläisillä selvästi suuremmat kuin ayrshirerodulla, voitaneen ayrshirerodun tuloksia pitää luotettavampina. Kanadalaistutkijat KENNEDY ym. (1982) arvioivat holstein-rotuisten lehmien vuorokausimaitonäytteitä tutkittuaan solupitoisuuden ja rasvapitoisuuden geneettiseksi korrelaatioksi -0.08 sekä solupitoisuuden ja valkuaispitoisuuden geneettiseksi korrelaatioksi 0.04 . Myös heidän laskeksiensa arvioiden keskivirheet olivat niin suuria, ettei varmasti voida päätellä, ovatko korrelaatiot nolasta poikkeavia.

Yhteenvedona voidaan geneettisten tunnuslukujen osalta todeta, että

1. Maidon solupitoisuus on jonkin verran eri tasoa eri roduilla.
2. Solupitoisuuden periytymisaste on niin suuri, että sonneilla voitaisiin tuottaa riittävän varmat jälkeläisarvostelut.
3. Vaikka maitotuotoksen ja solupitoisuuden fenotyyppinen yhteys on selvästi negatiivinen, lienee geneettinen korrelaatio heikosti positiivinen tai lähes nolla.

Siksi olisi lisätutkimuksin varmistettava, miten kiinteä on utaretulehduksen vastustuskyvyn ja maidon solupitoisuuden geneettinen yhteys.

5. YHTEENVETO

Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä tutkittiin vuosien 1981 ja 1982 rekistereistä satunnaisotannalla valittujen 50 118 lehmän aineiston perusteella. Tärkeimmät havainnot olivat seuraavat:

1. Maidon solupitoisuus oli välittömästi poikimisen jälkeen nelinkertainen normaalitasoon verrattuna ja laski normaalitasolle noin 15 päivän kuluessa poikimisesta.
2. Keskimääräinen solupitoisuus oli toista lypsykautta lypsävällä n. 50 % ja kolmatta lypsykautta lypsävällä n. 100 % korkeampi kuin ensikoilla.
3. Kiimalla ei ollut havaittavaa vaikutusta solupitoisuuteen.
4. Solupitoisuuden kohoaminen lypsykauden alkuvaiheessa lisäsi riskiä tulla poistetuksi.
5. Maidon solupitoisuuden kaksinkertaistuessa 305 päivän tuotos väheni keskimäärin 130 kg.
6. Lehmät, joiden maidon solupitoisuus oli yli 250 000 kpl/ml, tuottivat lypsykauden aikana 175 kg vähemmän maitoa kuin lehmät, joilla solupitoisuus ei ollut kohonnut.
7. Maidon rasvapitoisuus laski ja valkuaispitoisuus hie-man kohosi solupitoisuuden kasvaessa.
8. Vuoden aikana karjalle syötettyjen heinän, säilörehun ja väkirehun käyttömäärällä ei ollut havaittavaa vaikutusta karjan maidon keskimääräiseen solupitoisuuteen.

Yliruokinta saattaa kuitenkin johtaa maidon solupitoisuuden lisääntymiseen.

9. Solupitoisuus oli friisiläislehmillä korkeampi kuin ayrshirelehmillä.
10. Solupitoisuuden periytymisastearviot vaihtelivat ayrodun osalta välillä 0.09-0.18 ja friisiläisillä välillä 0.11-0.31.
11. Solupitoisuuden ja maitotuotoksen välinen geneettinen korrelaatio oli ayrshirerodulla keskimäärin 0.14 ja friisiläisrodulla -0.02.
12. Karjantarkkailun solulaskentatuloksista sonneille voitaisiin laskea luotettavat jälkeläisarvostelut. Arvostelujen hyväksikäyttötapa tulisi ratkaista vasta, kun utaretulehdussairastuvuuden ja maidon solupitoisuuden geneettisestä yhteydestä on käytettävissä nykyistä täsmällisempiä tietoja.

Liite I

Tarkkailulehmien vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuksien geometriset keskiarvot (1000 kpl/ml) poikimakerroittain lypsykauden eri vaiheissa vuonna 1982. Kaikkien näytteiden geometrinen keskiarvo oli 116 000 solua/ml. Näytteitä, joista tulokset on laskettu, oli yhteensä noin 1.5 milj. kpl (HANNULA 1983).

Päiviä poikimisesta	Poikimakerrota						
	1	2	3	4-5	6-7	8-9	> 9
15 - 40	59	77	105	150	198	235	299
41 - 50	52	74	107	150	200	250	265
51 - 60	52	77	106	148	202	260	290
61 - 70	53	78	110	153	206	250	281
71 - 100	56	82	112	156	211	268	330
101 - 130	59	89	120	164	219	279	327
131 - 160	63	98	130	172	228	287	344
161 - 190	67	110	144	189	245	296	337
191 - 210	71	120	159	202	252	314	340
211 - 220	72	124	162	209	262	311	347
221 - 230	74	130	171	215	265	314	340
231 - 240	76	132	171	215	260	299	321

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALI, A. K. A. & SHOOK, G. 1980. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J. Dairy Sci.* 66, 487-490.
- ANDERSSON, K. L., SMITH, A. R. SPAHAR, S. L., GUSTAFSSON, B. K., HIXON, J. E., WESTON, P. G., JASTER, E. H., SHANKS, R. D. & WHITMORE, H. L. 1983. Influence of the estrous cycle on selected biochemical and cytologic characteristics of milk of cows with subclinical mastitis. *Am. J. Vet. Res.* 44, 4: 677-680.
- ANON. 1975. Maa ja metsätalousministeriön päätös maitonäyteistä 4.6.1975/453.
- "- 1981. Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta tarkkailuvuonna 1980. Maatilahall. Tied. 399. 57 p. Helsinki.
- "- 1982 a. Maitotila. Ruokinta, talous ja tekniikka. "MAKA"-tutkimus. 129 p. Helsinki.
- "- 1982 b. Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta tarkkailuvuonna 1982. Maatilahall. Tied. 403. 57 p. Helsinki.
- "- 1983. Karjantarkkailun ohjesääntö ja sen soveltamisohjeet. Maatalouskeskusten Liitto. 102 p. Helsinki.
- ASHWORTH, U. S. FORSTER, T. & LUEDECKE, L. O. 1967. Relationship between California mastitis test reaction and Composition of milk from opposite quarters. *J. Dairy Sci.* 50, 1078-1082.
- BAKKEN, G. 1982. The relationships between environmental conditions and bovine udder diseases in Norwegian dairy herds. *Acta Agric. Scand.* 32, 23-31.
- "- , BJERKE-LARSEN, R. & GUDDING, R. 1982. Celleinhold i leverandør melk og kuprover i relation till subklinisk mastitt. XIV Nordiske Veterinaerkongres. Foredrag og rapporter. København. pp: 257-261.
- BLACKBURN, P. S. 1966. The variation in cell count of cow's milk throughout lactation and from one lactation to the next. *J. Dairy Res.* 33, 193-198.

- BLACKBURN, P. S. 1968. The cell count of cow's milk and micro-organisms cultured from the milk. *J. Dairy Res.* 35, 193-198.
- COWMAN, C. M. & LARSON, L. L. 1979. Relationship of the estrous cycle to the milk composition. *J. Dairy Sci.* 62, 546-550.
- DUYSINGS, M., HOOGHIEEMSTRA, L. J. & POLITIEK, R. D. 1979. Milk cell counts in first lactations of progeny groups of AI bulls. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgbiol.* 96, 48-55.
- DYRENDAHL, I. 1977. Mastitbekämpande genom avel. NKVet symp. Våksenåsen, Oslo. pp. 112-116.
- EMANUELSSON, U. & PERSSON, E. 1984. Studies on somatic cell counts in milk from Swedish dairy cows. I. Non-genetic causes of variation in monthly test-day results. *Acta Agric. Scand.* 34, 33-44.
- "- & PHILIPSSON, J. 1984. Studies on somatic cell counts in milk from Swedish dairy cows. II. Estimates of genetic parameters for monthly test-day results. *Acta Agric. Scand.* 34, 45-53.
- ERWIN, R. E. & RANDOLPH, H. E. 1975. Influence of mastitis properties of milk. XI. Fat globule membrane. *J. Dairy Sci.* 58, 9-12.
- FREUND, R. J. & LITTELL, R. C. 1981. SAS for Linear Models. A Guide to the ANOVA and GLM Procedures. 231 p. Cary, NC.
- FUNKE, H. 1982. Mastiternas dynamik. *Eläinlääkäripäivät*, Helsinki. Suom. Eläinlääkäriliiton luentokokoelma. pp. 159-172.
- "- , BROLUND, L. & STRANDBERG, P. 1981. Leverantörmjölkens cellhalt i relation till ett antal leverantör-mjölk- och kokontroll-parameter mm. *SHS Med.* 110. 129 p. Eskilstuna.
- GUIDRY, A. J., PAAPE, M. J. & PEARSON, R. E. 1975. Effects of estrus and exogenous estrogen on circulating neutrophils and milk somatic cell concentration, neutrophil phagocytosis and occurrence of clinical mastitis in cows. *Am. J. Vet. Res.* 36, 1555-1560.
- GUTHY, K. 1979. The significance of the somatic cell count of raw milk in relation to the quality of heat treated milk and milk products. *IDF Doc.* 114. pp. 5-8.

- HANNULA, E. 1983. Tarkkailulehmien vuorokausimaitonäytteiden solupitoisuuksien geometriset keskiarvot poikimakerroittain lypsykauden eri vaiheissa vuonna 1982. Maatalouden Laskenta-keskuksen tarkkailulaskennan parametrirekisteri. Vantaa.
- HONKANEN-BUZALSKI, T., KANGASNIEMI, R., ATROSHI, F. & SANDHOLM, M. 1981. Effect of Lactation Stage and Number on Milk Albumin (BSA) and Somatic Cell Count. Zbl. Vet. Med. A, 28,1-8.
- ISAKSSON, A. & HOLMBERG, O. 1971. Nomenklaturen vid bovina mastiter. Suom. Eläinlääk.Lehti. 77, 15-18.
- JØRGENSEN, J. C. & SCHAAP, P. 1982. Celletal i koprover. XIV Nordiske Veterinaerkongres. Foredrag og rapporter. København. p. 11.
- KENNEDY, B. W., SETHAR, M. S., TONG, A. K. W., MOXLEY, J. E. & BOWNEY, B. R. 1982 a. Environmental factors influencing Test-Day Somatic Cell Counts in Holsteins. J. Dairy Sci. 65, 275-280.
- 1982 b. Heritability of Somatic Cell Count and its relationship with milk yield and composition in Holsteins. J. Dairy Sci. 65, 843-847.
- KLASTRUP, O. & SMIDT-MADSEN, P. 1974. Nordiske rekommendationer vedrørende mastitisundersøkelser af kirtelprøver. Nord. Vet. Med. 26, 197-204.
- KOIRANEN, L. 1976. Utaretulehduksen yleisyys Suomessa. Suom. Eläinlääk.Lehti. 82, 64-72.
- 1978 a. Pohjoismainen yhteistyö mastiitin alalla. Suom. Eläinlääk.Lehti. 84, 145-154.
- 1978 b. Maidon soluluku ja sen merkitys. Karjatalous 54, 1: 32-33.
- LINDSTRÖM, U. B. 1983. Effects of Some Herd Factors and Traits of the Cow on Bakterial Scores and Cell Counts in Quarter Milk Samples. Acta Agric. Scand. 33, 389-394.
- , Kenttämies, H., Arstila, J. & tuovila, R. 1981. Usefulness of Cell Counts in Predicting Bovine Mastitis. Acta Agric. Scand. 31, 199-203.
- & SYVÄJÄRVI, J. 1978. Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle. Livest. Prod. Sci. 5, 29-44.

- LUHTALA, A. 1984. Maidonjalostuksen tuottajamaidolle asettamat vaatimukset. Maatal.tiet. päivät. Helsinki. pp. 124-133.
- MAERE, B. G., OTTERHOLM-MAERE, B., HYLDE, N. & HETLAND, A. 1982. Celletalsnivå før og etter klinisk mastit. XIV Nordiske Veterinaerkongres. Foredrag og rapporter. København. pp. 272-273.
- MILLER, R. H. EMANUELSSON, U., PEARSSON, E., BROLUND, L., PHILIPSSON, J. & FUNKE, H. 1983. Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and its composition. Acta Agric. Scand. 33, 209-223.
- NG-KWAI-HANG, K. F., HAYES, J. F., MOXLEY, J. E. & MONARDES, H. G. 1984. Variability of Test-Day Milk Production and Composition and Relation of Somatic Cell Counts with Yield and Compositional Changes of Bovine Milk. J. Dairy Sci. 22, 361-366.
- NIELSEN, S. M. KANSAGER, P. A., FRIMER, E. S., SCHMIDT MADSEN, P. & HORVATH, Z. 1982. Proteinniveaues indflydelse på malkekøernes produktion. II. Mastitis, reproduktion og frie fedtsyrer i mælk. Ber. fra Stat. Husdyrbruks Fors. No. 530. 39 p.
- NORDLUND, J. 1974. Lypsykarjan utaretulehdus. Karjantuote 57, 2: 6-11.
- PEARSON, J. & GREER, D. 1974. Relationship between somatic cell counts and bacterial infection of the udder. Vet. Rec. 95, 252-257.
- PHILIPSSON, J., EMANUELSSON, U. & PEARSSON, E. 1981. I. Utveckling av metoder för avelsvärdering för mastitresistens. II. Studier av avkommebedömningsmetod för mastitresistens samt av genetiska samband mellan mjölkavkastningsförmåga och mastit. Mastitseminariet 5 p. Uppsala.
- POSTLE, D., NATZKE, R. & EVERT, R. 1971. Relationship between leukocytes count in bulk milk and apparant quarter infections in dairy herds. J. Milk. Food. Technol. 34, 517-520 (Ref. BAKKEN ym. 1982).

- POUNDEN, W. D. & FRANK, N. A. 1961. Influence of forages on mastitis. J. Am. Vet. Med. Ass. 138, 146-150.
- RAUBERTAS, R. F. & SHOOK, G. E. 1982. Relationship between lactation measures of Somatic Cell Concentration and milk yield. J. Dairy Sci. 65, 419-425.
- Von REICHMUT, J., ZEIDLER, H., TOLLE, A. & HEESCHEN, W. 1970. Zum Einfluss subklinischer Mastitiden auf die Milchleistung des Rindes. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 83, 2: 26-30.
- ROBERTSON, A. 1959. The sampling variance of the correlation coefficient. Biometrics 15, 469-485.
- RØN, I. & SYRSTAD, O. 1980. Celletall i mjölkeprøver som grunnlag for laboratoriemessige mastittundersøkelse. Norsk Vet.Tidsskr. 92, 111-119.
- SAARINEN, K. 1982. Somaattisten solujen ja bakteerien merkitys tuottajamaidon ja maitovalmisteiden laadulle. Karjatalous 58, 5: 30-31, 54.
- SALO, M-L., TUORI, M. & KIISKINEN, T. 1982. Rehutaulukot ja ruokintanormit 70 p. Helsinki.
- SALONIEMI, H. 1980. Udder diseases in dairy cows - field observations on incidence, somatic and environmental factors, and control. J. Scient. Agr. Soc. Finl. 52, 85-184.
- SAS Institute Inc. 1982. SAS Users Guide: Basics, 1982 Ed. 923 p. Cary, NC.
- SCHALM, O. W., CARROLL, E. J. & JAIN, N. C. 1971. Bovine Mastitis. 360 p. Philadelphia.
- & LASMANIS, J. 1968. The leukocytes: Origin and function in mastitis. J. Am. Vet. Med. Ass. 153, 1688-1694.
- SCHULTZ, L. H. 1977. Somatic cells in milk -physiological aspects and relationship to amount and composition of milk. J. Food Prot. 40, 125-131. (Ref. MILLER ym. 1983).
- SHOOK, G. E., RUVUNA, F. & ALI, A. K. A. 1982. Genetic parameters for lactation average of somatic cell concentrations in milk. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Madrid. Vol. 8: 142-147.

- SOLBU, H. 1982. Disease recording in Norwegian dairy cattle. I. Disease incidences and non-genetic effects on mastitis, ketosis and milk fever. *Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol.* 100, 139-157.
- SWIGER, L. A., HARWEY, W. R., EWERSON, D. O. & GREGORY, K. E. 1964. The variance on intraclass correlation involving groups with one observation. *Biometrics* 20, 818-826.
- SYRSTAD, O. & RØN, I. 1979. Variation in Somatic Cell Counts of milk samples from individual cows. *Acta Vet. Scand.* 20, 555-561.
- SYVÄJÄRVI, J., HANNULA, E. & KOIRANEN, L. 1981. Karjantarkkailun utareterveysraportit. *Suom. Eläinlääk.Lehti* 87, 331-337.
- "- & HELLMAN, T. 1983. Lehmäkortin indeksit ja tuotostiedot. *Nautakarja* 13, 3: 26-28.
- "- , OJALA, M. & HELLMAN, T. 1983. Application of the direct sire comparison method to the Finnish dairy cattle population. *J. Scient. Agr. Soc. Finl.* 55
- WESTGARTH, D. 1975. Interpretation of herd bulk milk cell counts. *Proc. of Seminar on Mastitis Control. International Dairy Federation.* p. 110-115. (Ref. BAKKEN ym. 1982).

SARJASSA ILMESTYNYT VUODESTA 1980 LÄHTIEN:

40. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Lihakarjakokeiden tuloksia IV. 29 s.
41. JALOSTUSPÄIVÄ 9.4.1980. 43 s.
42. LAMMASPÄIVÄ 24.4.1980. 33 s.
43. SIRKKOMAA, S., 1980. Simulointitutkimus sukusiitoksen ja voimakkaan valinnan käytöstä munijakanojen jalostuksessa. Progradu-työ, 90 s.
44. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Eri rotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160, 180, 210 ja 250 kilon teuraspainossa. 13 s.
45. MAIJALA, K., 1981. Kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttäminen. 52 s.
46. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1981. Lihakarjakokeet vuosina 1960—1980. 30 s.
47. JÄLKEÄISARVOSTELUSEMINAARI 12.5.1981. 44 s.
48. MAIJALA, K., 1981. Jalostus ja lisääntyminen vaikuttavina tekijöinä lihanaudan tuotannossa. 20 s.
49. SYRJÄLÄ-QVIST, LIISA, BOMAN, MARJATTA & MOISIO, S., 1981. Lammastalouden rakenne ja merkitys elinkeinona Suomessa, 25 s.
50. LEUKKUNEN, ANU, 1982. Keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelu tyttären porsimistulosten perusteella. Liseniaattityö, 88 s.
51. LAURILA, TERHI, 1982. Kilpailutulosten käyttö ratsuhevosten suorituskyvyn mittaamisessa. Pro gradu-työ, 84 s.
52. LINDSTRÖM, U., 1982. Merkkigeenien ja -aineiden käyttöarvosta kotieläinjalostuksessa, 13 s.
53. LEUKKUNEN, ANU, 1982. Heikkolaatuisen rehun hyväksikäytön geneettinen edistäminen, 24 s.
54. OJALA, M., 1982. Eri kudoslajien kasvurytmi naudoilla, 22 s.
55. OJALA, M., 1982. Vanhempien tuotantotietojen ja eräiden ympäristötekijöiden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Laudaturtyö, 54 s.
56. OJALA, M., 1982. Kilpailutulosten käyttöarvosta ravihevosten jalostuksessa. Liseniaattityö, 16 s.
57. KENTTÄMIES, HILKKA, 1982. Naudanlihantuotantoon vaikuttavista geneettisistä tekijöistä ja ympäristötekijöistä sekä kasvun mittaamisesta kenttäkokeissa. Liseniaattityö, 104 s.
58. HUHTANEN, P., 1982. Suomenkarjan kokonaistaloudellisuus muihin rotuihin verrattuna. Laudaturtyö, 82 s.
59. KUOSMANEN, S., 1983. 305 pv:n maitotuotoksen ennustaminen osatuotostietojen perusteella. Pro gradu-työ, 100 s.
60. HEISKANEN, MINNA-LIISA, 1983. Hevosen keinosiemennys tuore- ja pakastespermalla. Pro gradu-työ, 63 s.
61. MARKKULA, MERJA, 1984. Kanojen yleiseen sairaudenvastustuskykyyn liittyviä tekijöitä, 24 s.

62. MÄNTYSAARI, E., 1984. Valintaindeksi jälkeläisarvosteltujen keinosiemennyssonnien kokonaisjalostusarvon kuvaajana. Pro gradu-työ, 86 s.
63. LAUKKANEN, HANNELE, 1984. Maidon sähkönjohtokykyyn vaikuttavat tekijät ja johtokyvyn käyttömahdollisuuksista utaretulehduksen vastustamisessa. Pro gradu-työ, 68 s.
64. SYVÄJÄRVI, J., 1984. Tutkimuksia maitorotuisten sonnien jälkeläisarvostelujen varmistamiseksi ja monipuolistamiseksi. Lisensiaattityö, 14 s. LIITE: Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu ja yhteys maidontuotantoon, 78 s.

ISBN 951-45-3515-4
ISSN 0356-1429
Helsinki 1985
Yliopistopaino