

RASVA- JA VALKUAIKAINEPITOISUUDEN SUHTEESTA SUOMALAIKISSA MAIDOSSA

MATTI HIETARANTA ja KALEVA NIEMELÄ

Yliopiston maitotalouslaitos, Helsinki.

Saapunut 10. 5. 1954

Maidon aineosista on rasva tietyssä erikoisasemassa. Tämä ilmenee ennen muuta maidon taloudellisessa arvostuksessa, joka tähän asti on yksipuolisesti perustunut maidon sisältämään rasvan määrään. Olosuhteissa, joissa maidon teknillinen jalostus tapahtuu pääasiassa voita valmistamalla, ja kuorittu maito käytetään eläinten ravitsemukseen, on tämä menettely täysin luonnollinen ja oikea. Meijerialoudesta on kuitenkin jo jonkin aikaa ollut selvästi nähtävissä yleinen tendenssi maidon valkuaisaineiden tarkempaan hyväksikäyttöön ja siksi myös saamaan valkuaisaineille parempi hinta kuin mitä kuoritusta maidosta rehuna saadaan. Juuston, maitojauheen, kaseinin ym. tuotteiden valmistuksen lisääntyminen ovat ennen kaikkea merkinä tästä kehityssuunnasta. Näiden tuotteiden valmistuksessa saavutettaviin taloudellisiin tuloksiin vaikuttaa varsin olennaisesti toisaalta maidon kokonaisvalkuaispitoisuus sekä erikseen myös maidon sisältämä kaseinin määrä.

Maidon rasva- ja valkuaisainepitoisuuden ja näiden suhteen tuntemisella on merkityksensä ensinnäkin maidon jalostusprosessien tarkkailussa, jossa pyritään raaka-aineen mahdollisimman tarkkaan hyväksikäyttöön. Ilman näitä perustietoja ei esimerkiksi juustonvalmistuksen tuotesaalislaskelmilla ja raaka-aineen käyttö-tarkkailulla ole todellista merkitystä. Johdonmukaisena seurauksena järkipäisistä valmistusprosessien tarkkailusta on, että olisi pyrittävä myös erittelemään eri karjojen maitojen vaikutus tuotteiden valmistukseen käytettävän maidon kokoomukseen ja siten saamaan selville eri maidonlähettäjiin osuus meijerin taloudellisiin tuloksiin mahdollisimman oikeudenmukaisesti. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että maidon tilityshintaa laskettaessa olisi esim. juustoa valmistavien meijereiden otettava huomioon myös maidon valkuaisainepitoisuus.

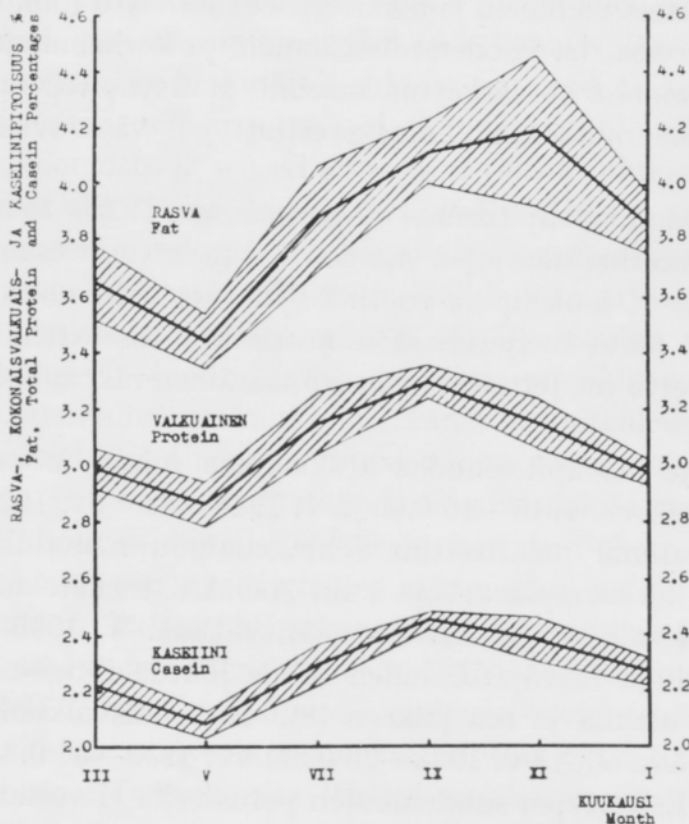
Aikaisemman käsityksen mukaan maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden välillä vallitsee siinä määrin kiinteä vuorosuhde, että rasvapitoisuuden muutoksista voidaan päätellä myös vastaava valkuaisaineiden määrä. Tätä käsitystä on sittemmin jou-

duttu varsin huomattavasti tarkistamaan ja on osoittautunut, että mitä pienempien tuotantoyksikköjen maitomääristä on kysymys, sitä vähäisemmäksi tämä vuoro-
suhde jää.

Käsillä olevassa tutkimuksessa esitetään eräitä koetuloksia niistä tutkimuk-
sista, joita yliopiston maitotalouslaitoksessa on maidon rasva- ja valkuaisainepitoi-
suuden suhteesta suoritettu. Näissä tutkimuksissa on myös kiinnitetty huomiota
maidon valkuaisainepitoisuuden rutiinimäärityksessä käytettävän formoolititrauk-
sen tarkkuuteen.

Suomalaisen maidon normaalin rasva-, valkuais- ja kaseiinipitoisuus

Viimeisin käytettävissä oleva meijereittemme sekamaidon kokoomusta koskeva
perusaineisto käsittää 10 eri puolilla maata sijaitsevan meijerin vastaanottaman
maidon pääaineosien analyysitulokset vv. 1945—46. Piirroksista 1 ilmenevät rasva-,
kokonaisvalkuais- ja kaseiinipitoisuudet on määritetty yliopiston maitotalouslai-
toksella ja ne ovat vuoden joka toisena kuukautena tehtyjen analyysien keskiarvoja.
Rasvapitoisuusmääritykset on suoritettu Gerberin tavalla, kokonaisvalkuais- ja
kaseiinipitoisuudet perustuvat Kjeldahl- ja A.O.A.C.-metodeilla tehtyihin määri-
tyksiin. Kun mainittujen meijereiden maidontuotantoalueiden yhteenlaskettu
lehmäluku oli n. 30.000 yksilöä, on tilastoa pidettävä hyvin luotettavana meijeri-



Piirros 1. Meijereiden sekamaidon rasva-, kokonaisval-
kuais- ja kaseiinipitoisuudet vv. 1945—46

Fig. 1. Fat, Total Protein and Casein Percentages of
Finnish Dairy Milk in 1945—46.

maidon rasva- ja valkuaispitoi-
nuksien kuvaajana. Maidon ras-
van ja valkuaisen prosenttiluvut
ovat vv. 1945—46 jälkeen ilmei-
sesti jonkin verran nousseet pa-
rantuneen ruokinnan ja jalostus-
työn vaikutuksesta. Piirroksista
1 nähdään rasva-, kokonaisval-
kuais- ja kaseiinipitoisuuksien
tavanomainen vuodenaikainen
vaihtelu. Varjostetulla alueella
on piirroksessa esitetty kunkin
aineosan vaihteluserjan hajonta
(*Standard deviation*) eri vuoden
aikoina. Rasvapitoisuus, joka
herkästi reagoi ruokinnan vaih-
teluihin, osoittaa suurinta hajon-
taa heinäkuussa ja marraskuus-
sa. Valkuaisen ja sen kaseiini-
komponentin hajonnat osoittavat
vastaavaa kausivaihtelua ja on
kaseiinin keskimääräinen hajonta
jonkin verran pienempi kuin
vastaava kokonaisvalkuaisen ha-

Taulukko 1. Suomalaisen maidon pääaineosat vv. 1922—48.

Table 1. The Main Constituents of Finnish Milk in 1922—48.

| Vuosi Year | Rasva % Fat | Kokonaisvalkuainen Total Protein % | Kaseiini Casein % | Kaseini: Rasva Casein: Fat | Valkuainen: Rasva Total Protein: Fat |
|---------------|----------------|--|-------------------------|-------------------------------------|---|
| 1922—23 | 3.64 | 3.12 | 2.56 | 0.70 | 0.86 |
| 1935—38 | 3.82 | 3.08 | 2.52 | 0.66 | 0.81 |
| 1945—46 | 3.84 | 3.07 | 2.29 | 0.60 | 0.80 |
| 1948 | 3.90 | 3.21 | 2.47 | 0.63 | 0.80 |

jonta. Rasvapitoisuuden hajonta on kaseiinin hajontaan verrattuna suurin heinäsyys-marraskuussa. Tämä asettaakin tiettyjä vaatimuksia mm. järkiperaiselle juustonvalmistustekniikalle.

Kun juustonvalmistuksemme näyttää jatkuvasti lisääntyvän sekä juustomäärien että lajivalikoiman suhteen, on mielenkiintoista verrata maidon rasva-, valkuais- ja kaseinipitoisuuden muutoksia viimeisinä vuosikymmeninä eräiden aikaisempien tutkimusten perusteella (8,12).

Taulukossa 1 esitetyt maidon analyysitulokset v. 1948 ovat keskiarvoja 200 karjan maidoista. Kun ko. maitonäytteet on otettu ja määritykset suoritettu touku-kuussa ja lokakuussa mainittuna vuonna, ts. vuoden alhaisimman ja korkeimman rasvapitoisuuden kausina, voitaneen aineistosta laskettua kaseiini- ja rasvapitoisuuden suhdetta pitää vertailukelpoisena muiden taulukossa esitettyjen vastaavien suhdelukujen kanssa.

Taulukosta 1 nähdään, että maidon rasvapitoisuus on noussut vv. 1922—1948 välisenä aikana 0.26 %. Maamme tarkkailukarjojen maidon keskirasvapitoisuus on vv. 1938—39 ja 1945—46 ollut 4.1 % molempina vuosina sekä tarkkailuvuonna 1952—53 (13) 4.3 %. Verrattaessa näitä meijerimaidon keskirasvaprosentteihin vastaavina aikoina voidaan olettaa, että meijerimaidon keskimääräinen rasvapitoisuus on nykyisin 4.05 %.

Taulukosta ilmenevä kaseiini- ja rasvapitoisuuden keskinäinen suhde on vv. 1922—23 ollut 0.70; vv. 1935—38 0.66; vv. 1945—46 0.60 ja v. 1948 0.63. Vv. 1922—23 suoritettussa tutkimuksessa kaseiini määritettiin Schlossmannin metodilla, mikä THOMÉN (10) mukaan antaa korkeampia arvoja kuin A.O.A.C.-menetelmä, jota on käytetty vv. 1945—46 ja 1948 aineistojen kaseinimäärityksissä. V. 1945—46 ilmenevä hyvin alhainen kaseiini- ja rasvapitoisuuden suhde johtuu ilmeisesti niukasta karjan ruokinnasta sodan aikana ja sen jälkeen (9). Kokonaisvalkuais- ja rasvapitoisuuden suhde on sen sijaan ollut vv. 1922—23 0.86; vv. 1935—38 0.81; vv. 1945—46 0.80 ja v. 1948 0.80. Esitettyjen suhdelukujen perusteella ei voitane tehdä ehdottoman varmoja päätelmiä maidon kaseiini- ja kokonaisvalkuaispitoisuuden muutoksista ko. ajanjaksona. Kokonaisvalkuaispitoisuuden ja rasvapitoisuuden väliset suhdeluvut kuitenkin osoittavat, että valkuaispitoisuuden nousu on ollut jonkin verran hitaampaa kuin mainittujen aineosien välinen suhdeluku olisi edel-

lyttänyt. Tämä on ymmärrettävää, koska karjanjalostuksessa on pyritty ennen kaikkea rasvantuotannon kohottamiseen.

Suomalaisen maidon kokoomusta koskevassa tutkimuksessaan VIRTANEN (12) on todennut sen valkuaispitoisuuden — 3.12 % — hyvin alhaiseksi keskieuropplaisiin maitoihin verrattuna. Saman suuntainen havainto tehdään, jos verrataan suomalaista maitoa naapurimaissamme Tanskassa, Ruotsissa ja Norjassa tuotettuun maitoon. Tämä selviää POIJÄRVEN ja LONGAN esittämistä valkuaisen ja rasvapitoisuuden suhdetta kuvaavista regressioyhtälöistä (6.3) ja naapurimaittemme vastaavista yhtälöistä:

$$p = 0.28 f + 2.07 \text{ (Poijärvi)}$$

$$p = 0.39 f + 1.53 \text{ (Lonka)}$$

$$p = 0.45 f + 1.60 \text{ (Andersen, Langmack) Tanska}$$

$$p = 0.26 f + 2.19 \text{ (Platon, Sjöström) Ruotsi}$$

$$p = 0.39 f + 1.66 \text{ (Støren, Døvle) Norja,}$$

joissa p = valkuaispitoisuus ja f = rasvapitoisuus.

Rasvapitoisuuden ja kokonaisvalkuaispitoisuuden korrelaatio

Maidon rasva- ja valkuaispitoisuus sekä niiden keskinäiset suhteet vaihtelevat huomattavasti eri maissa (5.2).

Piirroksesta 1, mikä kuvaa meijereiden sekamaidon pääaineosia, nähdään selvästi, että rasvapitoisuuden ja kokonaisvalkuaispitoisuuden samoin kuin rasvan ja kaseiininkin keskinäiset suhteet eri vuodenaikoina ovat erilaisia. Nämä havainnot viittaavat siihen, että laajatkin aineistot, joilla kuvataan maidon keskimääräistä kokoomusta ja sen eri ainesosien välisiä suhteita, ovat tarkoitustaan vastaavia vain niillä alueilla, joista näytteet ovat peräisin ja ainoastaan silloin, kun maidontuotantoon vaikuttavat tekijät eivät oleellisesti ole muuttuneet. Tästä huolimatta yleisten tunnuslukujen avulla ei ole mahdollista arvioida yksityisten lehmien maidon pääaineosien suhteellisia määriä (3, 5). Maidon rasva- ja kaseiinipitoisuuden välillä vallitsevia tunnuslukuja on viime aikoihin saakka pyritty käyttämään hyväksi maidonjalostustekniikassa. Tämä ei kuitenkaan aina ole ollut tuloksellista, koska mainittujen ainesosien riippuvaisuus toisistaan ei ole riittävän kiinteä.

Seuraavassa esitetään tutkimustuloksia rasvapitoisuuden ja kokonaisvalkuaispitoisuuden riippuvaisuudesta korrelaatiokerrointa hyväksi käyttäen. Tutkimuskohteina olivat meijereiden sekamaidot, eri karjojen maidot ja yksityisten lehmien maidot. Meijereiden sekamaitojen näytteet saatiin 10 meijeristä eri puolilta Suomea ja analysointi suoritettiin vv. 1945—46. Karjojen maitojen näytteet saatiin kahden Etelä-Suomessa sijaitsevan meijerin tuotantoalueelta v. 1948. Yksityisten lehmien maitojen analysointi suoritettiin Viikin koetilalla v. 1950 touko-, kesä- ja loka-kuussa. Toukokuusta lähtien maidon rasvapitoisuus nousee minimistään vuoden korkeimpaan arvoon, mikä on yleensä loka-marraskuussa. Rasvapitoisuudet määritettiin Gerberin tavalla ja kokonaisvalkuaispitoisuudet Kjeldahlin metodia käyttäen. Korrelaatiokertoimen lisäksi on kaikkien koesarjojen perusteella johdettu vastaavat regressioyhtälöt.

a. *Meijereiden sekamaidot*

$$r = +0.726 \pm 0.06; n = 72$$

$$p = 0.36 f + 1.69.$$

joissa r = korrelaatiokerroin

n = vaihteluserjan varianttiparien lukumäärä

p = valkuaispitoisuus ja f = rasvapitoisuus.

Kun perusaineiston rasvapitoisuuden hajonta on ollut erittäin suuri, kuten piirros 1 osoittaa, on regressiokertoimen alhainen arvo tällä perusteella ymmärrettävissä. Yhtälö muistuttaa lähinnä Størenin ja Døvlen aineiston perusteella laskettua regressiota:

$$p = 0.39 f + 1.66.$$

b. *Karjojen maidot*

$$r = 0.535 \pm 0.05; n = 172$$

$$p = 0.36 f + 1.72.$$

Koko vaihteluserjan rasvaprosenttien ja kokonaisvalkuaispitoisuuksien keskiarvot olivat 3.95 % ja 3.14 %. Kun aineisto jaettiin rasvapitoisuuden keskiarvon perusteella kahteen osaan, saatiin korrelaatiokertoimiksi seuraavat:

$$f < 3.95 \% ; r = + 0.580 \pm 0.04; n = 88$$

$$f > 3.95 \% ; r = + 0.475 \pm 0.08; n = 84.$$

Kertoimien arvoista ja vastaavista keskivirheistä havaitaan, että korkeissa rasvapitoisuusluokissa ($f > 3.95$ %) on erittäin pienet mahdollisuudet rasvapitoisuuden perusteella arvioida kunkin karjan maidon valkuaispitoisuutta. Alhaisten rasvapitoisuuksien alueella korrelaatio on huomattavasti kiinteämpi. BERGMANIN (1) vastaava korrelaatiokerroin oli $+0.41$ aineistosta, joka käsitti 100 eri karjan maitojen analyysit.

c. *Yksityisten lehmien maito*

$$r = +0.432 \pm 0.07; n = 122$$

$$p = 0.28 f + 2.20 .$$

Korrelaatiokertoimen arvo on suhteellisen alhainen ja regressiokertoimen osoittama rasvapitoisuuden keskimääräinen vaikutus maidon valkuaispitoisuuteen on tuntuvasti pienempi kuin meijerien sekamaitojen ja karjojen maitojen vastaavissa regressioissa. LONKA (3) on saanut vastaavan korrelaatiokertoimen arvoksi $+0.57 \pm 0.03$ aineiston perusteella, mikä käsitti analyysituloksia 54 lehmän maidoista.

Rasva- ja kokonaisvalkuaispitoisuuksien korrelaatiokertoimet osoittavat, että niiden välinen korrelaatio on sitä kiinteämpi mitä suurempia maitomääriä analysoidaan maitonäytteet edustavat. Korkeissa rasvapitoisuusluokissa rasva- ja valkuaispitoisuuksien korrelaatio on melko pieni.

Rasvapitoisuuden ja kaseiinipitoisuuden korrelaatio.

Määrältään suurimpana ja meijeriteknillisesti tärkeimpänä valkuaiskomponenttina kaseiinipitoisuuden riippuvaisuus rasvapitoisuudesta ansaitsee huomiota. Maidon kaseinistahan lasketaan esim. emmentaljuustoa valmistettaessa n. 88 % siirtyvän juustoon loppuosan jäädessä heraan (9).

Kaseiini määritettiin meijereiden sekamaidoista ja yksityisten lehmien maidoista A.O.A.C.-tavalla, karjojen maidoista sen sijaan suoritettiin kaseiinipitoisuuden määrittäminen WALKERIN formoolititrausmetodia käyttäen. Kaseinikertoimena käytettiin 0,7539, mikä SANDELININ (7) mukaan soveltuu suomalaisen maidon kaseiinipitoisuuden määrittämiseen. Korrelaatiokertoimet laskettiin saman aineiston perusteella kuin rasvan ja kokonaisvalkuaisen korrelaatiot.

a. *Meijereiden sekamaidot*

$$r = +0.735 \pm 0.05; n = 72$$

$$c = 0.33 f + 1.10 \quad (c = \text{kaseiinipitoisuus}).$$

Korrelaatio on käytännöllisesti katsoen sama kuin vastaava rasva- ja kokonaisvalkuaispitoisuuden korrelaatio.

b. *Karjojen maidot*

$$r = +0.590 \pm 0.03; n = 460$$

$$c = 0.33 f + 1.21.$$

Kun aineisto jaettiin keskirasvapitoisuuden 3.95 % perusteella kahteen osaan, saatiin seuraavat korrelaatiokertoimet:

$$f < 3.95 \% ; r = +0.745 \pm 0.03; n = 256$$

$$f > 3.95 \% ; r = +0.380 \pm 0.07; n = 204.$$

Keskirasvapitoisuutta 3.95 % vastaava kaseiinipitoisuuden keskiarvo oli 2.48 %.

Keskiarvon alapuolella olevissa rasvapitoisuusluokissa kaseiini seuraa melko kiinteästi rasvapitoisuuden muutoksia. Sen sijaan korkeampien rasvapitoisuuksien alueella on rasvapitoisuuden ja kaseiinipitoisuuden korrelaatio hyvin epävarma. Korrelaatiokerroin on huomattavasti pienempi kuin vastaavasti laskettu rasvan ja kokonaisvalkuaisen kerroin.

c. *Yksityisten lehmien maidot*

$$r = +0.277 \pm 0.09; n = 100$$

$$c = 0.18 f + 1.85.$$

Yksityisten lehmien maitojen rasva- ja kaseiinipitoisuuksien korrelaatio on erittäin pieni ja lisäksi on korrelaatiokerroin epävarma. Tämä johtuu ilmeisesti siitä, että maitonäytteet on otettu touko-, kesä- ja lokakuussa, jolloin sekä rasva- että kaseiinipitoisuuksien keskiarvot yleensä nousevat alhaisimmasta korkeimpaan arvoonsa. Sen lisäksi rasvapitoisuuden hajonta laidunkauden alkaessa on erittäin suuri.

Formoolititrauksen soveltuvuus kaseiinipitoisuuden määrittämiseen

Edellä esitetyt karjojen maitojen kaseiinipitoisuudet perustuvat määrityksiin, jotka on suoritettu WALKERIN formoolititrausmenetelmän avulla (10). Kolorimetri- nen formoolititraus soveltuukin toistaiseksi parhaiten käytännön olosuhteissa sekä kokonaisvalkuais- että kaseiinipitoisuuden määrittämiseen. THOMÉ (10) on tutki- nut menetelmän soveltuvuutta meijerien sekamaidon, karjojen maidon ja yksityis- ten lehmien maidon kaseiinipitoisuuden määrittämiseen lähinnä meijeritekniikassa vaadittavaa tarkkuutta silmälläpitäen. Eri karjojen maidon kaseiinipitoisuus voi- daan mainitun tutkimuksen mukaan määrittää $\pm 5\%$:n tarkkuudella. Yksityisten lehmien maidon kaseiinipitoisuuden määrittämistarkkuus on sen sijaan ollut huo- mattavasti pienempi nim. $\pm 11\%$ 95 %:ssa koko aineistosta. Formoolititraushan on puhtaasti empiirinen metodi, minkä avulla saatuja tuloksia voidaan verrata tarkoilla laboratoriomenetelmillä saatuihin tuloksiin. Esitetyt epätarkkuudet ka- seiinipitoisuuden ja myös kokonaisvalkuaispitoisuuden määrittämisessä johtuvat osittain puhtaista analyysiteknisistä virheistä ja osaksi itse metodiin sisältyvistä virhemahdollisuuksista (11). Teknisistä virhelähteistä ovat tärkeimmät titrauk- sen suoritusnopeus ja titrauksen päätekohdan toteaminen fenoliftaleiinin värin- muutoksen perusteella, edellyttäen, että kaikki mittaukset suoritetaan huolellisesti ja että käytetään tarkistettuja liuoksia. Metodiset virheet johtuvat maidon koko- naisvalkuaisen eri komponenttien erilaisista formoolititrausarvoista (11). THOMÉN mukaan kaseiinin formooliluku on 6.1 ja albumiinin 2.8. Mainitun tutkimuksen mukaan kokonaisvalkuaisen kaseiiniprosentti vaihtelee siten, että se on alhaisim- millaan heinäkuussa — 73.7 % — jonka jälkeen se nousee saavuttaen korkeimman arvonsa — 82.0 % — marraskuussa, jonka jälkeen se jälleen alenee heinäkuuhun saakka. On selvää, että kaseiinin ja muiden valkuaiskomponenttien keskinäisen suhdeluvun vaihdellessa sama vakiokerroin ei läheskään kaikissa tapauksissa johda oikeaan tulokseen.

Riittävän tarkka ja käytännöllinen menetelmä sekä kokonaisvalkuaisen että kaseiinin määrittämiseksi on välttämätön nykyaikaisessa meijeritaloudessa. On myös esitetty ajatus, että yksityisten lehmien maidon valkuaispitoisuus olisi syytä selvit- tää karjanjalostustyön tarpeita silmälläpitäen (4).

Suomalaisen maidon kaseiinipitoisuuden määrittämisessä formoolititrauksen avulla on SANDELIN (7) suositellut käytettäväksi ns. kaseiinikertoimena 0.7539. Kun edellämainittu ruotsalainen tutkimus viittaa siihen, että tällaisen vakiokerto- imen käyttö kaseiinin määrittämisessä ei anna riittävän tarkkoja eikä ainakaan tarkkuudeltaan yhdenmukaisia tuloksia, seuraavassa esitetään 2 vaihteluserjaa kar- jojen maitojen kaseiinikertoimista ja 3 vaihteluserjaa yksityisten lehmien maitojen kaseiinikertoimista. Kertoimen vaihteluahan voidaan pitää tämän metodin tark- kuuden mittana. Taulukossa 2 esitetyt kaseiinikertoimet on laskettu A.O.A.C.- tavalla määritettyjen kaseiinipitoisuuksien ja samoista maitonäytteistä saatujen formoolilukujen perusteella. Karjojen maitojen analyysit suoritettiin touko- ja lokakuussa 1948, yksityisten lehmien maidot analysoitiin v. 1950 taulukosta lähem- min ilmenevinä aikoina.

Taulukko 2. Karjojen maitojen ja yksityisten lehmien maitojen kaseiinikertoimien vaihtelu.

Table 2. The Variation of Conversion Factors in Milk Samples from Various Herds and in those from Individual Cows.

| Karjojen maidot <i>Milk from Various Herds</i> | | Yksityisten lehmien maidot <i>Milk from Individual Cows</i> | | |
|---|-------------|--|-------------------|-------------------|
| 9/5—30/5 | 24/10—31/10 | 11/5—20/5 | 8/6—20/6 | 13/10—24/10 |
| 0.73 | 0.74 | 0.66 | 0.75 | 0.75 |
| 0.73 | 0.72 | 0.80 | 0.81 | 0.84 |
| 0.80 | 0.74 | 0.67 | 0.81 | 0.78 |
| 0.72 | 0.74 | 0.64 | 0.85 | 0.74 |
| 0.74 | 0.76 | 0.90 | 0.77 | 0.74 |
| 0.75 | 0.75 | 0.79 | 0.88 | 0.84 |
| 0.73 | 0.75 | 0.84 | 0.83 | 0.76 |
| 0.74 | 0.79 | 0.82 | 0.80 | 0.75 |
| 0.77 | 0.74 | 0.74 | 0.75 | 0.84 |
| 0.73 | 0.75 | 0.69 | 0.77 | 0.79 |
| 0.74 | 0.74 | 0.76 | 0.81 | 0.73 |
| 0.73 | 0.78 | 0.75 | 0.86 | 0.76 |
| 0.69 | 0.75 | 0.74 | 0.75 | 0.75 |
| 0.74 | 0.74 | 0.76 | 0.83 | 0.82 |
| 0.74 | 0.72 | 0.64 | 0.75 | 0.68 |
| 0.74 | 0.75 | 0.66 | 0.86 | 0.72 |
| 0.73 | 0.77 | 0.78 | 0.78 | 0.75 |
| 0.73 | 0.74 | 0.77 | 0.71 | 0.77 |
| 0.70 | 0.77 | 0.66 | 0.85 | 0.77 |
| 0.80 | 0.76 | 0.75 | 0.75 | 0.73 |
| 0.74 | 0.75 | 0.73 | 0.80 | 0.78 |
| 0.75 | 0.73 | 0.74 | 0.75 | 0.78 |
| 0.74 | 0.76 | 0.75 | 0.81 | 0.82 |
| 0.73 | 0.74 | 0.74 | 0.88 | 0.79 |
| 0.72 | 0.74 | 0.78 | 0.79 | 0.79 |
| $m=0.73 \pm 0.02$ | | $m=0.74 \pm 0.06$ | 0.77 | 0.74 |
| $d_c=0.09^1)$ | | $d_c=0.24^1)$ | 0.76 | 0.73 |
| | | | 0.73 | 0.81 |
| | | | 0.76 | 0.67 |
| | | | 0.74 | 0.81 |
| | | | $m=0.79 \pm 0.05$ | $m=0.77 \pm 0.04$ |
| | | | $d_c=0.19^1)$ | $d_c=0.21^1)$ |

¹⁾ d_c = kaseiinipitoisuuden hajonta

Kaseiinikertoimien lisäksi taulukossa esitetään kunkin vaihtelusarjan keskiarvo (m) ja yksityisten varianttien keskipoikkeama sekä vastaavien A.O.A.C.-tavalla määritettyjen kaseiinipitoisuuksien hajonta (d_c).

Taulukosta 2 ilmenevien kaseiinikertoimien keskiarvoja tarkastettaessa havaitaan, että näiden koesarjojen perusteella kerroin 0.75 näyttää meijeriteknilliseltä kannalta soveltuvan käytettäväksi karjojen maitojen kaseiinipitoisuuden määrittämisessä. THOMÉN tutkimuksen (11) mukaan on kuitenkin kaseiinikertoimen arvo

normaalia korkeampi heinäkuun alusta lähtien syyskuun loppuun asti. Tämän ajan-
kohdan kaseinikertoimien tutkimiseksi ei perusaineisto ollut riittävä.

Yksityisten lehmien maidon kaseinikertoimet sitä vastoin osoittavat, että saman kertoimen käyttäminen kaikkina vuodenaikoina on hyvin kyseenalaista tyydyttävän tarkkoihin tuloksiin pääsemiseksi. Kertoimien keskiarvojen 0.79 ja 0.74 eroavaisuus on vastaaviin keskivirheisiin verrattuna niin suuri, että eroa on pidettävä merkityksellisenä.

Kunkin vaihtelusarjan yksityisten varianttien hajontaan on syytä kiinnittää erikoista huomiota. Kaseinikertoimien keskiarvojen jäljessä on esitetty niiden hajontaa kuvaavat keskipoikkeamien (*Standard deviation*) arvot. Karjojen maitojen kaseinipitoisuudet voidaan vaihtelusarjojen mukaan määrittää $\pm 5\%$:n tarkkuudella 95 %:ssa koko aineistosta. Tämä tarkkuus lieneekin riittävä useimpia käytännöllisiä tarkoituksia varten ja analyysiteknillisistä virhemahdollisuuksista johtuen suurempaan tarkkuuteen menetelmällä ei yleensä päästäkään. Vaihtelusarjojen, jotka koskevat yksityisten lehmien maitoja, hajonnat ovat edellisiä huomattavasti suuremmat. Niiden mukaan kaseinipitoisuus yksityisten lehmien maidoista suoritetaan seuraavalla tarkkuudella 95 %:ssa koko aineistosta:

- vaihtelusarjan 11/5—20/5 mukaan $\pm 16\%$:n tarkkuudella,
- vaihtelusarjan 8/6 —20/6 mukaan $\pm 13\%$:n tarkkuudella,
- vaihtelusarjan 13/10—24/10 mukaan $\pm 10\%$:n tarkkuudella.

Formoolititrusmetodin tarkkuus näyttää myös näiden koesarjojen perusteella olevan yhteydessä kaseinipitoisuuden hajontaan. Tulokset osoittavat myös, että menetelmä ei vakiokerrointa eri vuodenaikoina käytettäessä sovellu yksityisten lehmien maidon kaseinipitoisuuden määrittämiseen. Jos jätetään kertoimen huomattavasta vuodenaikaisesta vaihtelusta johtuva epätarkkuus huomioon ottamatta, on yksityisten kertoimien hajonta kuitenkin niin suuri, että menetelmän avulla saatuja yksityisten lehmien maidon kaseinipitoisuuksia ei voida pitää riittävän tarkkoina.

THOMÉN (10) mukaan maidon kaseinipitoisuus on määritettävissä paitsi edellä esitetyn suoran formoolititrusuksen, myös ns. differenssimetodin avulla, jolloin kaseiini saostetaan maidosta, jonka jälkeen heran formooliluku vähennetään maidon alkuperäisestä formooliluvusta. Tämän menetelmän tarkkuus on kuitenkin pienempi kuin edellä selostetun suoran formoolititrusuksen. Kun se lisäksi on hieman monimutkainen, on suoraa formoolititrusmetodia pidettävä toistaiseksi ainoana käytännöllisenä menetelmänä, jonka tarkkuuteen on kuitenkin syytä kiinnittää huomiota.

KIRJALLISUUTTA

- (1) BERGMAN, T., DANIELSSON, H. & JOOST, KR. 1950. Mjölakens betalning efter äggvitehalt. Mejeritekniska Meddelanden, 4, p. 73.
- (2) JANSEN, L. C. 1953. The Composition of Friesian Milk. II. Nederlands Melk-en Zuiveltijdschrift, 3, p. 199—203.
- (3) LONKA, T. 1947. Can the Relation between Fat and Protein in Milk be Changed by Selective Breeding. Maataloustiet. Aikakausk., 19, p. 8—13.
- (4) ——— 1952. Maidon rasvan ja valkuaisen keskinäisestä suhteesta. Ibid., 24, p. 176—181
- (5) PLATON, B. & SJÖSTRÖM, G. 1940. Den svenska mejerimjölakens sammansättning. Meddelande N:o 4 från Statens Mejeriförsök, p. 36—39.
- (6) POIJÄRVI, I. & LISTO, ELSA-MAIJA. 1930. Suomessa tuotetun lehmänmaidon kokoomuksesta ja lehmien siitä johtuvasta tuotantorehun tarpeesta. Valtion maatalouskoet. julk. 28, pp. 50.
- (7) SANDELIN, A. E. 1939. Maidon kaseiinipitoisuuden määrittäminen titroimalla. Karjantuote, 14, p. 387—392.
- (8) STORGÅRDS, T. 1946. Meijerimaidon kemiallinen kokoomus juustonvalmistusta silmälläpitäen. Ibid. 25—26, p. 599—604.
- (9) TAMMISTO, E. S. 1937. Emmentaljuustojen kattilamaidon rasvapitoisuudesta. Ibid., 13, p. 369.
- (10) THOMÉ, K. E. 1942. Bestämning av mjölakens kaseinhalt medelst formolitrering. Meddelande N:o 9 från Statens Mejeriförsök, p. 1—24.
- (11) — — 1946: Formolitreringen och dess användbarhet vid inställning av ystmjölakens fetthalt. Ibid., N:o 18, p. 150—166.
- (12) VIRTANEN, A. I. 1930. Die Zusammensetzung der Kuhmilch in Finnland. Milchwirtschaftliche Forschungen, 9, 0. 370.
- (13) Karjantarkkailutulokset tarkkailuvuonna 1952—53. Karjatalous, 23, 1953, p. 614—615.

SUMMARY:

INVESTIGATIONS INTO THE RELATION BETWEEN THE FAT AND PROTEIN CONTENTS OF FINNISH MILK

M. HIETARANTA & K. NIEMELÄ

Department of Dairy Science, University of Helsinki.

The present investigation deals with the determination of the relation between the fat and protein contents of Finnish milk as well as the possibility of estimating the casein content by the formol titration method described by Walker, modified by McDowall and Dolby.

The ratio of protein to fat in Finnish milk is lower than in the other Northern Countries. In the past 30 years the ratio of protein to fat in Finnish milk has been slightly reduced, apparently owing both to the feeding and to the influence of breeding, which have tended to increase the fat content. It is well known that in milk samples with a high fat content the protein content is proportionally lower than in milk with a fat content below the average.

The correlation between the fat and total protein contents both in bulk milk and in milk samples from various herds is, from a practical point of view, the same as the correlation between their fat and casein contents. The smaller the portion of milk involved, the more difficult it is to estimate its protein content from the fat percentage. The correlation between fat and protein contents in bulk milk is, again, much more stable than in milk from individual cows.

The correlation coefficient for the fat and protein contents in bulk milk is $+ 0.726 \pm 0.06$, the corresponding coefficient in milk from various herds is $+ 0.535 \pm 0.05$ and in milk samples from individual cows, $+ 0.432 \pm 0.07$. The respective correlation coefficients for the fat and casein contents are: $+ 0.735 \pm 0.05$; $+ 0.590 \pm 0.03$ and $+ 0.277 \pm 0.09$.

The casein percentages in milk samples from various herds and in those from individual cows have been determined by the formol titration method. For the calculation of the conversion factor between formol valne and true casein content, the latter has also been determined by the A.O.A.C. method, after which the conversion factor has been given as the ratio between the A.O.A.C. value and the formol valne. The accuracy of the various determinations with formol titration is indicated by the standard deviations (table 2). The standard deviations of the conversion factors indicate that the casein content of milk samples from various herds can be estimated with an accuracy of $\pm 5\%$. The accuracy of casein estimations in milk samples from individual cows is on the average $\pm 13\%$, which cannot be considered adequate even for practical purposes.

In addition, the conversion factors reveal seasonal fluctuations which are due to the proportional variations between casein and other protein components in various milk samples.