



Onderzoeken betreffende de correlatie tussen het vetgehalte van de melk en het lipoïdgehalte van het bloed

<https://hdl.handle.net/1874/300751>

et. gje. 192, 1931.

**ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE DE CORRE-
LATIE TUSSCHEN HET VETGEHALTE VAN DE
MELK EN HET LIPOÏDGEHALTE VAN HET BLOED**

P. ROODZANT

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

s.
ht

ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE DE CORRELATIE
TUSSCHEN HET VETGEHALTE VAN DE MELK EN HET
—— LIPOÏDGEHALTE VAN HET BLOED ——

**ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE DE CORRELATIE TUSSEN HET
VETGEHALTE VAN DE MELK EN HET LIPOÏDGEHALTE VAN HET BLOED**

PROEFSCHRIFT

**TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE VEEARTSENIJKUNDE**

**AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
DR. L. S. ORNSTEIN, HOOGLEERAAR IN DE FACUL-
TEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE, VOLGENS
BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT
TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT
DER VEEARTSENIJKUNDE TE VERDEDIGEN OP
WOENSDAG 9 DECEMBER 1931, DES NAMIDDAGS
TE 4 UUR DOOR**

PIETER ROODZANT

- GEBOREN TE DIRKSLAND -

1931

DRUKKERIJ Fa. SCHOTANUS & JENS, UTRECHT

**BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.**

Aan mijn aanstaande vrouw.

Bij het voltooien mijner academische studie is het mij een aangename plicht U, Hoogleeraren, Oud-Hoogleeraren en Docenten der Veeartsenijkundige faculteit van de Utrechtsche Universiteit mijn dank te betuigen voor het van U genoten onderwijs.

U Hooggeleerde KROON, Hooggeachte Promotor, ben ik zeer erkentelijk voor de wijze waarop U mij bij de keuze van dit onderwerp behulpzaam zijt geweest. Niet alleen heeft U mij in de gelegenheid gesteld mijn onderzoek aan Uw instituut te verrichten, maar ook mocht ik van U steeds veel belangstelling en steun in mijn werk ondervinden.

Hooggeleerde SJOLLEMA, steeds zal ik het apprecieeren, hoe U mij bij de moeilijkheden, welke zich vooral in het chemisch gedeelte van dit proefschrift voordeden, telkens weer geholpen heeft.

De vele wenken, welke ik van U ontvangen mocht, hebben mij voor menige teleurstelling behoed.

Ook U Zeergeleerde SEEKLES, ben ik hoogst dankbaar voor Uw belangrijke inlichtingen. De vele aanwijzigingen, welke U mij op het scheikundig gebied gegeven hebt, zal ik bij voortduring blijven waardeeren.

Zeergeleerde VAN DER PLANK, op dit oogenblik gedenk ik U in het bijzonder. Grooten dank ben ik U verschuldigd voor Uw hulp en Uw aansporingen bij het bewerken van dit proefschrift. Uw interesse voor dit onderwerp en Uw steun bij de aanvankelijk voorkomende complicaties, zijn mij steeds tot bemoediging geweest. Ook zal ik niet gemakkelijk den aangename tijd, welken ik met U op het laboratorium mocht samenwerken, vergeten. Uw veelzijdige onderzoekingen en Uw taaie volharding in Uw arbeid, hebben mij immer respect afgedwongen.

Tenslotte een woord van dank aan allen, die mij op eenigerlei wijze behulpzaam zijn geweest bij de bewerking van dit proefschrift.

HOOFDSTUK I.

INLEIDING.

Met de meerdere intensivering van het veeteeltbedrijf, is het streven, om de melkproductie der runderen op te voeren, steeds meer op den voorgrond getreden.

Bekend is, dat de hoeveelheid melk en melkvet, welke de koe produceert, afhankelijk is van in- en uitwendige factoren of van de erfelijke aanleg en het milieu.

Steeds hebben de veehouders de dieren goed trachten te voeren en te verplegen, om de uitwendige factoren zoo gunstig mogelijk te doen zijn.

Behalve die gunstige uitwendige factoren, moet ook de erfelijke aanleg der dieren goed zijn.

Om voortdurend gebruiksdieren te hebben met goede „inwendige” factoren, is het dus zeer wenschelijk fokdieren te kiezen die deze factoren bezitten. Zoowel van de stieren als van de koeien zouden wij gaarne het genotype kennen, om bij de teeltkeus de gewenschte ouders te kunnen selecteeren.

Eerst dan heeft een rund maximale waarde voor de fokkerij, als blijkt, dat de genen voor de goede melk- en melkvetproductie homozygoot aanwezig zijn.

Men heeft in den loop der jaren er veel studie van gemaakt om de inwendige factoren der fokdieren te leeren kennen.

De pogingen daartoe zijn in het begin dezer eeuw aangevangen, nadat in de plantenteelt gebleken was, hoe met be-

hulp van de nieuwere genetica, groote praktische resultaten te behalen waren.

Door verschillende onderzoekers is toen getracht een begin te maken met de analyse der factoren, welke de melk- en melkvetproductie beheerschen.

Tot dien tijd werd op hierna te noemen wijze getracht, de productie zoo nauwkeurig mogelijk te bepalen en werd als fokmethode toegepast: de beste dieren met elkander te paren.

De kwaliteit dezer dieren werd natuurlijk niet uitsluitend bepaald door de productie, doch er werd ook groote waarde, (en terecht nu nog) toegekend aan den lichaamsbouw en zekere raskenmerken.

De methoden om de erfelijke aanleg voor de melk- en melkvetproductie te leeren kennen, waren:

- a. de beoordeeling van het exterieur der dieren;
- b. de beoordeeling van enkele melkteekens;
- c. de contrôle op de melk- en de melkvetproductie;
- d. de bestudeering van de voorouders (afstamming);
- e. de bestudeering der nakomelingen (stamboom);
- f. de bestudeering van het bloed.

a. Beoordeeling van het exterieur.

Tot ongeveer een veertigtal jaren geleden was men overtuigd, dat er een zekere correlatie bestond tusschen de lichaamsbouw van een koe en haar melkproductie.

Bij de keuring van runderen werd dan ook de exterieurbeoordeeling uitsluitend toegepast. Tot op zekere hoogte gaat men nu nog op deze wijze te werk, hoewel de goede fokkers naast deze methode andere wijzen van selectie toepassen.

De kooper van gebruiksvet daarentegen, die op de markt zijn dieren koopt om zijn materiaal aan te vullen, heeft meestal geen andere gegevens tot zijn beschikking en moet geheel afgaan op den lichaamsbouw der dieren.

Hoewel deze methode van beoordeeling der dieren, een

betrekkelijk groote kans op fouten geeft, valt toch niet te ontkennen, dat de lichaamsbouw en vooral vorm en grootte der melkklieren in het meerendeel der gevallen een vrij goede aanwijzing geven, voor de *hoeveelheid* melk welke het dier produceeren zal. Omtrent het vetgehalte tasten wij dan echter volkomen in het duister.

Doch zelfs, al nemen wij een groote correlatie aan, tusschen melkhoeveelheid en exterieurkenmerken, dan weten wij nog niet of de gewenschte erfelijke factoren in homozygote toestand aanwezig zijn, m.a.w. uit de exterieurbeoordeeling is in geen geval op te maken, dat de bedoelde goede koe ook op al haar nakomelingen factoren voor goede melkproductie zal vererven.

Ook ondervindt men hier, evengoed als bij de nog te noemen methoden, de groote moeilijkheid van de beoordeeling van de mannelijke fokdieren.

b. Beoordeeling van enkele melkteekens.

Wij zouden hierbij kunnen spreken van een op de spits gedreven exterieurbeoordeeling.

Hoewel aannemelijk is, dat melkproductie en totale lichaamsbouw met elkaar in verband staan, voornamelijk bij volwassen en oudere dieren, waar het „melktype” een gevolg kan zijn van een hooge melkproductie (dus niet een correlatie in den zin der genetica), zou het samengaan van een goede melkproductie met een enkel zoogenaamd melkteeken kunnen wijzen op een biologische correlatie. Deze correlatie is echter in geen enkel geval aangetoond.

Van geen der zoogenaamde melkteekens als: melkspiegel, melkaderen en kuiltjes, de haarwervel van Sasse, de costaalhoek van Duerst e.a. kan men zeggen, dat zij, individueel beoordeeld, voldoende aanwijzingen geven voor het melk- en melkvetproductievermogen, terwijl zij bij de vererving ook meerdere malen geheel los zijn van de productiefactoren.

Hierbij zij ook weer opgemerkt, dat bij volwassen dieren de melkaderen bijvoorbeeld weer eenige aanwijzing geven voor het productievermogen, doch de dikte ervan kan ook weer een *gevolg* zijn van herhaalde goede lactaties.

c. Contrôle op melk- en melkvetproductie.

Teneinde in eerste instantie de productie individueel zoo nauwkeurig mogelijk te bepalen, heeft de melkcontrôle zich ontwikkeld. Hierbij wordt objectief bepaald en vastgelegd de hoeveelheid melk en de hoeveelheid botervet van een groot aantal koeien. Natuurlijk is dit de eenige juiste wijze, om nauwkeurig de productie van verschillende dieren te leeren kennen.

Volgens het laatste verschenen Landbouwverslag 1929 wordt in ons land, van bijna $\frac{1}{4}$ -millioen koeien de melkproductie gecontroleerd en bestaan er ongeveer 700 vereenigingen die zich met deze contrôle bezighouden.

Voor de wijze van beoordeelen in ons land verwijzen wij naar het desbetreffende rapport: H. M. Kroon, De contrôle op de productiekoeien in Nederland. 1930 (Congres te Luik.)

Wij kennen dus nu van een groot aantal dieren de melk- en melkvetopbrengst voldoende nauwkeurig, doch weten nog niet, in hoeverre die opbrengst afhankelijk is van een goede erfelijke aanleg of van milieu-invloeden.

Bovendien is nog niets bekend van de productie-aanleg der stieren.

Dat de voeding van zeer groote invloed is, blijkt wel uit de kolossale opbrengsten, welke enkele „speciaal” gevoerde dieren kunnen leveren.

In verschillende landen wordt op voorbeeld van Denemarken, behalve de melkopbrengsten, ook het voedsel der dieren door den controleur der vereeniging gecontroleerd, teneinde een overzicht te verkrijgen van die dieren welke het meest economisch produceeren.

Deze contrôle geeft echter betrekkelijk weinig zekerheid, daar de eigenaar in de tijdvakken tusschen opeenvolgende contrôles, nog wel extra voer kan verstrekken.

De oprichting der contrôlevereenigingen beteekende een groote stap vooruit, daar nu althans het phenotype der vrouwelijke dieren, wat de productie betreft, nauwkeurig wordt bepaald.

De melkstaten zijn dan ook te beschouwen als de beste bronnen waaruit materiaal geput kan worden voor de studie der erfelijkheid van productiefactoren.

d. Door de bestudeering van de afstamming (voorouders).

Door studie van de afstamming, onder gebruikmaking van de gegevens der contrôlevereenigingen, wordt nu getracht de productiewaarde van dieren, waarvan (nog) geen productiegegevens bekend zijn, te bepalen.

Hieronder vallen natuurlijk in eerste instantie, de mannelijke dieren en verder het jonge vee.

Zoolang echter een analyse der factoren niet is uitgewerkt, blijft de mogelijkheid, dat men onder nakomelingen van goede producenten een verkeerde keus doet, betrekkelijk groot.

Het bepalen van het genotype stuit echter op groote moeilijkheden, vooral omdat het experimenteren met runderen niet alleen technisch bezwaarlijk (beperkt aantal nakomelingen, de generaties volgen niet snel op elkaar), doch ook financieel ondoenlijk is.

Het zijn dan ook vooral indirecte methoden, welke werden toegepast om nader te bestudeeren hoe de productie-aanleg vererfd wordt.

De gegevens van contrôle-vereenigingen werden hiervoor bewerkt met behulp van variabiliteitsstatistische methoden, waarbij het vrijwel onoverkomelijke bezwaar werd ondervonden, om bij een groot aantal dieren alle factoren, behalve de

genen, gelijk te maken, om op die wijze de genotypen te kunnen vergelijken.

Wanneer men nagaat, dat uitgeschakeld moeten worden: de jaarsinvloeden, de verschillen in tijd van het begin der lactatie, het tijdvak van droogstaan, het moment der volgende bevruchting e. a., gezwezen nog van het feit, dat de voeding uniform moet zijn, blijkt wel hoe groot die moeilijkheden zijn.

Op grond van vele berekeningen bestaan dan ook wel enkele hypothesen, betreffende de overerving van productiefactoren, doch zekerheid hebben wij geenszins.

e. Bestudeering der nakomelingen.

Deze geeft (waar deze mogelijk is, dus alleen bij oudere dieren) een grootere mate van waarschijnlijkheid, vooral voor de beoordeeling van stieren is zij momenteel de practisch meest bruikbare.

f. Bestudeering van het bloed.

In de laatste 10 jaar hebben verschillende onderzoekers getracht uit de eigenschappen en bestanddeelen van het bloed gegevens te verkrijgen, die onze kennis van de inwendige factoren voor de melkproductie zouden verrijken.

Hierbij werd uitgegaan van de veronderstelde mogelijkheid, dat er een correlatie zou kunnen bestaan tusschen bedoelde eigenschappen en bestanddeelen eenerzijds, en melk- en melkvethoeveelheid anderzijds.

De bedoeling, al dan niet duidelijk vermeld, was weer het opsporen van een correlatie tusschen de laatst genoemde eigenschappen en de bloedbestanddeelen en wel in de hoop, dat een zuivere biologische correlatie zou bestaan, waardoor ook bij de stieren de productie-aanleg bepaald zou kunnen worden.

Dit zou in de rundveeteelt natuurlijk van groote beteekenis zijn, omdat wij hierdoor een prachtige aanvulling zouden

verkrijgen van de gegevens uit de afstamming en eventueel door de beoordeeling van de nakomelingen verkregen.

Zoo heeft men bestudeerd of er een correlatie bestaat tusschen:

1. haemoglobinegehalte en productievermogen;
2. aantal roode bloedlichaampjes en productievermogen;
3. oppervlakte en volume der roode bloedlichaampjes en het productievermogen;
4. de stollingstijd en het productievermogen;
5. gehalte aan droge stof en het productievermogen;
6. viscositeit en het productievermogen;
7. bloedalkaliteit en het productievermogen;
8. bezinkingssnelheid der roode bloedlichaampjes en het productievermogen;
9. de bloedkalkspiegel en het productievermogen.

Bij al deze methoden heeft men met invloeden als van soort- en rasverschillen, van het geslacht, van de leeftijd, van het lichaamsgewicht, van de drachtigheid, van de domesticatie, van de voeding en verpleging, van de luchtdruk en de luchtzuurstofspanning, van de temperatuur, van honger en dorst etc. rekening te houden.

Men krijgt anders vaak schommelingen, die veel grooter zijn dan de onderlinge verschillen in de resultaten van het onderzoek.

Al kon in sommige gevallen wel eenig verband aangetoond worden, in vele gevallen bleek dit daarentegen niet te bestaan, of in zoo geringe mate aanwezig te zijn, dat daaruit geen conclusies, wat het melk- en melkvetproductievermogen en de inwendige aanleg hiervoor betreft, te trekken waren.

Veelal bleken allerlei uitwendige omstandigheden grooten invloed uit te oefenen op de verkregen cijfers, zoodat geen dezer bloedonderzoekingsmethoden bruikbaar gebleken is voor de practijk.

Langs geen dezer wegen kunnen wij dus met zekerheid de genen voor melk- en melkvetproductie bij de koeien leeren kennen.

Omtrent de bij de mannelijke dieren aanwezige genen zijn wij nog slechter ingelicht.

Het is daarom wel te begrijpen, dat de mededeelingen van *Leroy* en *Marcq*, op het internationale Zoötechnisch congres te Luik in 1930, over het verband tusschen bloedvet en melkvetproductie zoo zeer de aandacht getrokken hebben.

Zij deelden mede, gevonden te hebben, dat er een hooge correlatie bestaat tusschen het bloedvet en het melkvet en poneerden de stelling, dat een hoog lipoïdgehalte van het bloed, een goede indicatie is voor de fokwaarde der runderen.

Wij laten hier in het kort, hun belangrijkste conclusies volgen en komen daar later uitvoeriger op terug:

a. Pour des sujets soumis à un régime alimentaire strictement défini, conforme aux indications des normes usuelles, des indices d'acides gras et lipémique élevés constituent une bonne preuve de la valeur d'élevage.

b. Dès à présent, il est permis de considérer les indices lipodiques sanguins, comme les seuls caractères beurriers qui méritent d'être pris en consideration.

Deze belangrijke conclusies gaven ons aanleiding, om ook bij de Nederlandsche runderen na te gaan, of het werkelijk mogelijk is, om uit het lipoïdgehalte van het bloed, betrouwbare gegevens te verkrijgen, betreffende het melkvetproductievermogen.

HOOFDSTUK II.

SAMENSTELLING VAN DE LIPOÏDEN EN DE METHODEN VAN ONDERZOEK.

Alvorens tot de beschrijving van de door ons toegepaste onderzoekingsmethoden over te gaan, willen wij eerst een overzicht geven van de lipoïden en de methoden om de lipoïden quantitatief te bepalen.

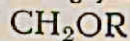
A. Samenstelling van de Lipoïden.

Volgens *Bang* zijn de lipoïden verbindingen, die in organische oplosmiddelen als aether, chloroform, alcohol en benzol oplosbaar zijn. Het zijn vetachtige stoffen. *Bang* maakt de volgende indeeling:

- a. vetten;
- b. cholesterine;
- c. phosphatiden;
- d. cerebrosiden;
- e. lipoïden van onbekende samenstelling.

a. Vetten of z.g. neutraalvetten.

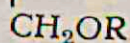
Dit zijn esters van glycerine met éénbasische vetzuren. Het zijn triglyceriden.



|

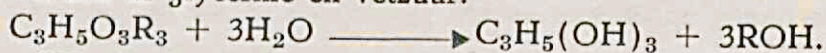


|



Het zijn meestal esters van palmitine — stearine — en oleïnezuur.

De neutraalvetten kunnen onder opname van H_2O gesplitst worden in glycerine en vetzuur:



Wordt deze splitsing door $NaOH$ veroorzaakt, dan ontstaan de zoogenaamde zeepen, d.z. de alcali-zouten der vetzuren.

b. Cholesterine.

Dit is een onverzadigde éénwaardige alcohol. De formule is $C_{27}H_{46}O$.

Het komt in alle se- en excreta voor. Ook in het geheele lichaam als cholesterine-esters.

Dit is cholesterine gebonden aan een vetzuur, gewoonlijk oleïne- of palmitinezuur.

c. Phosphatiden.

Deze worden ook wel lecithinen genoemd. Ze bestaan uit meerdere stoffen waarvan lecithine de voornaamste is.

Het zijn verbindingen van glycerine-phosphorzuur, dat aan zijn alcoholische hydroxylgroepen door bovengenoemde vetzuren veresterd is, en aan de phosphorzuurrest veresterd is door choline.

Tenslotte zijn ook nog bekend de:

d. Cerebrosiden en de

e. Lipoiden van onbekende samenstelling, welke wij, volledigheidshalve, even vermelden, maar voor onze onderzoekingen niet in aanmerking komen.

B. Methodiek.

Alvorens het eigenlijke onderzoek te beginnen, dienden wij eerst een goede methode te kiezen en te beheerschen. De

keuze was niet direct eenvoudig, gezien de vele methoden welke in de literatuur beschreven worden, en ook omdat vrijwel alle methoden van verschillende zijden becritiseerd werden.

Noemen wij de voornaamste welke wij in de literatuur gevonden hebben:

1. De methode van *Ivar Bang*;
2. " " " *Kumagawa-Suto*;
3. " " " *Leroy en Marcq*;
4. " " " *Bloor*;
5. " " " *Kobus*;
6. " " " *Stewart en White*;
7. " " " *Bing en Heckscher*;
8. " " " *Bonnier, Jorpes en Sköld*;
9. " " " welke wij gevolgd hebben bij de bepaling van de bloedlipoiden.

1. *Methode van Bang.*

Deze methode leek ons het meest aantrekkelijk om de betrekkelijke snelheid en een minimum aan benodigde extractiemiddelen.

In blaadjes van dik filtreerpapier, welke voor het gebruik geëxtraheerd werden in alcohol en petroleumaether, wordt nauwkeurig 0.1 c.c. bloed opgezogen. Na drogen worden deze blaadjes ieder afzonderlijk in een droge reageerbuis gebracht en wordt daarin zooveel petroleumaether gegoten, dat de blaadjes geheel door de vloeistof bedekt worden.

Deze extractie met petroleumaether is volgens *Bang* (naar *Pincussen*) in 20 minuten beëindigd; wij hebben meestal de blaadjes een nacht over in de petroleumaether laten verblijven.

Vervolgens worden de blaadjes uit de petroleumaether dan rechtstreeks ter extractie in 95% alcohol gebracht.

In de petroleumaether zijn nu neutraalvet en cholesterine

opgelost. Deze beide stoffen worden gezamenlijk bepaald door verzeeping van de oplossing, welke tevoren tot op een enkele c.c. is ingedampt. (Verzeeping met 1 c.c. 1% natronloog). Op een zandbad wordt daarna zoo lang verhit tot de reuk van het oplosmiddel is verdreven. Daarna wordt bepaald hoeveel chroomzuur noodig is om de genoemde lipoiden te oxydeeren.

1 c.c. chroomzuuroplossing (4.9083 Gr. Kaliumbichromaat en 10 c.c. sterk zwavelzuur, aangevuld met water tot 1 Liter) wordt toegevoegd en na bekoeling van het mengsel 5 c.c. zuiver geconcentreerd zwavelzuur. Nu laat men 15 minuten inwerken, waardoor het gele chroomzuur in groen chroomoxyde wordt omgezet. (Door *Bloor* wordt aangeraden om in goed gesloten flesschen op een water- of zandbad in een bepaalde, voor alle proeven denzelfden tijd, de oxydatie uit te voeren).

Mocht blijken, dat het mengsel geheel groen wordt, m.a.w. als al het chroomzuur is verbruikt, dan moet nog eens 1 c.c. chroomzuuroplossing toegevoegd worden; wordt ook dit chroomzuur geheel omgezet, dan herhaalt men de toevoeging en voegt telkens tevens 2 c.c. geconcentreerd zwavelzuur toe.

Nadat de reductie is beëindigd, wordt het overgebleven chroomzuur bepaald door titreeren met 1/10 N. thiosulfaat, nadat eerst het volume op ongeveer 125 c.c. is gebracht door toevoeging van gedestilleerd water en verder 20 druppels 5% KJ-oplossing zijn toegevoegd. Tegen het einde der titratie worden een paar druppels 1% zetmeel-oplossing bijgevoegd.

Door deeling met een bepaalden factor wordt nu gevonden hoeveel cholesterine plus neutraalvet aanwezig was.

Volgens de methode *Bang* worden deze beide stoffen (of groepen van stoffen) afzonderlijk bepaald door een volgende proef.

In de petroleumaether wordt de cholesterine neergeslagen met digitonine en in het petroleumaetherfiltraat wordt op de beschreven wijze het neutraalvet bepaald.

Door de alcoholextractie worden de cholesterine-esters en phosphatiden in oplossing verkregen en deze kunnen ook afzonderlijk worden bepaald.

Deze methode van *Bang* is o.a. becritiseerd door *Maas*, welke kritiek weer bestreden werd door verschillende auteurs, o.a. *van Leeuwen* in zijn proefschrift. (Leiden 1929.)

Dat de resultaten zoo uiteenlopend zijn is verklaarbaar, wanneer wij weten, dat pijnlijk nauwkeurig gewerkt moet worden, daar ieder stofje door chroomzuur geoxydeerd, de gevonden waarde te hoog doet worden. Bovendien is de oxydatie afhankelijk van tijd en temperatuur. Voor seriebepalingen in de practijk is deze methode o.i. niet erg geschikt.

Het was onze bedoeling in de petroleum-aetheroplossing neutraalvet plus cholesterine te bepalen. De cholesterine bepalen wij volgens de methode van *Grigaut*, waardoor dus ook het neutraalvet bekend is.

Herhaalde proeven gaven echter bijna regelmatig onbevredigende resultaten (niet kloppen van bepalingen van éénzelfde monster bloed) waarom wij afzagen van de toepassing van deze methode.

Pas na beëindigen onzer proeven kwamen wij door een artikel van *H. Staub* (Biochem. Zeitschr. Bd. 232, 1—3 Heft), tot de conclusie, dat een speciale apparatuur noodig is om regelmatig kloppende uitkomsten te verkrijgen.

2. Methode van *Kumagawa-Suto*.

Dit is één van de meerdere in den loop der jaren gepubliceerde macro-methodes, welke stand heeft gehouden, zij het ook in gewijzigden vorm.

Hier wordt 10 c.c. bloed overgoten met het vijfvoudige volumen alcohol (absoluut). Na 24 uur wordt in deze alcohol het vet gravimetrisch bepaald.

Volgens *Shimidzu* zou op deze manier het vet onvoldoende geëxtraheerd worden. Daarom ging hij er toe over om na de

koude extractie, nogmaals gedurende eenige uren te extraheeren met kokende absolute alcohol.

Vervolgens ging hij verzeepen met natronloog. De ontstane zeepen worden daarna weer door verdund zoutzuur ontleed.

De gevormde vetzuren worden dan geëxtraheerd met petroleumaether. Na verdamping van dit extractie-middel wordt gedroogd tot constant gewicht, en de hoeveelheid vetzuur afgewogen.

3. *Methode van Leroy en Marcq.*

Deze methode berust op een, door *Lemeland* gewijzigde methode van *Kumagawa-Suto*.

Men neemt 25 c.c. bloed en doet dit voorzichtig bij 50 c.c. alcohol van 95%.

Extractie: Het coagulum wat men dan krijgt wordt gefiltreerd. Men brengt deze filter dan in het toestel van *Kumagawa*, om daarna gedurende 8 uur te extraheeren.

Verzeeping: Daarna gaat men droogdampen en verzeepen met 25 c.c. van een 2-maal normale NaOH-oplossing. Vervolgens verhit men gedurende 2 uur en voegt men 40 c.c. normaal HCl toe; daarna 26.2 c.c. alcohol van 95% en 8.8 c.c. water.

Hierna extraheert men met petroleumaether waarin het onverzeepbare gedeelte (cholesterine) opgelost wordt.

In de resterende alcoholische oplossing wordt later het vetzuur bepaald.

Cholesterinebepaling: De petroleumaether wordt verdampt en het residu daarna opgelost in 10 c.c. absolute alcohol plus 1 c.c. alcoholische NaOH 0.1 N.

Damp, volgens voorschrift, weer droog en droog verder gedurende 1 uur in broedstoof bij 50° C. Het residu wordt opgelost in petroleumaether en gefiltreerd door een asbestfilter. Dan droogt men gedurende 1 uur bij 50° C. in de stoof en

weegt men daarna de hoeveelheid cholesterine af, die afkomstig is van 25 c.c. bloed.

Vetzuurbepaling: De alcoholische oplossing wordt tot de helft ingedampt.

Maak verder volgens het voorschrift zuur met HCl en extraheer met aether.

Men voegt bij de aether 10 c.c. absolute alcohol en dampt droog. Het residu wordt opgelost in 30—40 c.c. petroleum-aether en gefiltreerd door de filter van *Gooch*.

Men laat de petroleumaether verdampen, en na gedurende 1 uur in een broedstoom gedroogd te hebben bij 50° C., wordt afgewogen hoeveel mgr. vetzuur aanwezig is in 25 c.c. bloed.

Men bepaalt dus langs dezen weg:

- a. de cholesterine;
- b. het vetzuur.

Dit vetzuur is afkomstig niet alleen van de neutraalvetten, maar ook van de cholesterineësters en van de phosphatiden.

De heeren *Leroy* en *Marcq* spreken in hun publicaties steeds van totaal lipoid, waarmee zij dan bedoelen de cholesterine plus het vetzuur.

Dat dit niet juist is, behoeft geen betoog.

Ook deze methode is door ons herhaalde malen geprobeerd. Wij kregen echter zulke onbevredigende resultaten, dat wij ook deze methode spoedig hebben verlaten.

4. *Methode van Bloor.*

Dit is de nephelometrische methode.

Bloor extraheert 5 c.c. bloed met een kokend alcohol-aether-mengsel (3 alc. à 95% plus 1 deel aether).

Daarna gaat hij vetten verzeepen met sterke NaOH en giet hij deze alcoholische zeepoplossing in aangezuurd water.

Nu gaat *Bloor* dit alcoholische extract nephelometrisch

vergelijken met een standaard-oplossing van oleïne- en palmitinezuur.

Aan den graad van de troebeling van de te onderzoeken vloeistof, beoordeelt hij dan het gehalte aan gesuspenseerde stof.

Hij bepaalt dan de som van:

- a. vetzuren (afkomstig van vetachtige stoffen);
- b. cholesterine (waaronder begrepen is, het gedeelte van de cholesterine-esters).

De cholesterine bepaalt *Bloor* volgens *Grigaut*. Trekt men dit cholesterine-getal af van het getal dat nephelometrisch gevonden is, dan krijgt men het totaal aan vrij en gevonden vetzuur.

Na de kritiek van *Csonka*, die er op wees, dat cholesterine een veel hoogere nephelometrische waarde heeft dan de vetzuren, zoodat de aflezing van het totaal vetzuren steeds te hoog was, heeft *Bloor* zijn methode als volgt gewijzigd:

Na alcohol-aether-extractie, wordt met geconcentreerde natronloog verzeept. De cholesterine word hieruit met chlo-roform weggenomen. De zeepen welke wij dan overhouden, worden opgenomen in kokende alcohol. Men krijgt zoo alle vrije en gebonden vetzuren in den vorm van zeepen.

Dan gaat men nephelometrisch de vrije en gebonden vetzuren bepalen. Deze zijn dus afkomstig van:

- a. glyceriden;
- b. cholesterine-esters;
- c. phosphatiden.

5. *Methode van Mej. Kobus.*

Zij bepaalt het vet, door de oppervlakte te meten van de laag waarover de lipoïden zich op een watervlak uitbreiden. Deze laag is 1-molecule dik.

6. *Methode van Stewart en White.*

Bij deze methode wordt het vet verzeept met natronloog. Het overschot alcali wordt dan met zuur getitreerd, waaruit de hoeveelheid vet berekend wordt.

7. *Methode van Bing en Heckscher.*

Dit is ook een nephelometrische methode. Door een 1%-bariumchloride-oplossing toe te voegen aan de alcoholische vetoplossing ontstaat de nevel.

8. *Methode van Bonnier, Jorpes en Sköld.*

Men brengt 25 c.c. plasma in 75 c.c. aceton en filtreert dit. Het coagulum gaat men gedurende 24 uur extraheeren in Soxhlet-apparaat met 75% alcohol. De aceton en het alcoholische extract worden tenslotte bij elkaar gedaan en in vacuum ingedampt bij zoo laag mogelijke temperatuur.

Als alles verdampt is, wordt het residu opgelost in chloroform, gefiltreerd en aangevuld tot 100 c.c. met chloroform. In deze chloroform bepaalt men:

1. totaal lipoïden;
2. lecithine;
3. cholesterine.

1. *Totaal lipoïd.*

In een weegfleschje, dat gedroogd en gewogen is, wordt 10 c.c. van de chloroformoplossing gedaan en tot droog ingedampt in een elektrische oven bij 45° C. Na 24 uur is een constant gewicht bereikt.

2. *Lecithine.*

De lecithine wordt bepaald met de micromethode van Pregl, die gebaseerd is op het feit dat lecithine 3.95% phosphor bevat.

Men neemt weer 10 c.c. chloroformoplossing en doet dit in een verbrandingskroes van *Kjeldahl*. Na verdampen van de chloroform, voegt men 1 c.c. geconcentreerd H_2SO_4 toe en enkele druppels peroxyd. (merck).

Na eenige uren is de verassing compleet en bepaalt men de P volgens *Pregl*.

3. Cholesterine.

Volgens de methode van *Lifschütz* en *Theorell*.

Bij 1 volume van de chloroform voegt men 2 volumen azijnzuuranhydride en 0.25 volume van een mengsel van ijsazijn plus H_2SO_4 , waarna spectrophotometrisch de cholesterine bepaald wordt.

9. Methode, welke door ons gevolgd werd bij de bepaling van de bloedlipoiden.

In een fleschje met 0.9 gram citras natricus wordt 100 c.c. bloed opgevangen.

Na centrifugeeren neemt men hiervan 15 c.c. plasma en voegt dit druppelsgewijs in een bekersglasje, dat 45 c.c. aceton bevat.

Wij verhitten de aceton plus coagulum even tot koken op een waterbad.

Na afkoelen, filtreeren wij door een extractiehuls (van *Carl Schleicher & Schüll* No. 603. Hoogte 118 m.m., doorsnede 33 m.m.) en gaan dit coagulum gedurende 4 uur extraheeren met een alcohol-aether-mengsel op een waterbad. (3 deelen alcohol 95% en 1 deel aether).

Wij hingen deze huls met behulp van een netje boven de alcohol in de extractiekolf, waardoor het te extraheeren materiaal voortdurend in de kokende alcohol damp hangt.

Na de extractie wordt de gefiltreerde aceton bij de alcohol gevoegd en alles tot droog ingedampt. Het residu wordt opgelost in ongeveer 40 c.c. chloroform. Dit wordt gefiltreerd.

De filter wordt nagewasschen met chloroform en het fleschje met CHCl_3 aangevuld tot 50 c.c.

In deze chloroform gaan we nu achtereenvolgens bepalen:

- a. totaalvet;
- b. lecithine.

a. *Totaalvet.*

(Neutraalvet plus cholesterine plus cholesterine-esters plus lecithinen.) In een weegfleschje dat gedroogd is in een droogstoof en exicator en daarna gewogen is, wordt 10 c.c. van de chloroform-oplossing gepipetteerd. Deze wordt verdampt in een droogstoof bij 45°C .

Na 24 uur in de stoof gestaan te hebben, is een constant gewicht verkregen. Hieruit kan men dus de hoeveelheid totaal lipoid berekenen per 100 c.c. plasma.

b. *Lecithinen.*

Volgens principe van *Bell, Doisy* en *Briggs*. Dit is de Colorimetrische bepaling van het phosphorzuur uit de lecithinen.

Men neemt weer 10 c.c. van de chloroformoplossing, brengt dit in een platinakroes en dampst deze chloroform voorzichtig in op een warm zandbad.

Als de chloroform verdampt is, voegt men 200 mgr. Na_2CO_3 toe. Dit wordt in enkele druppels gedestilleerd water opgelost en voorzichtig opgekookt, tot al het water verdampt is.

Vervolgens wordt dan ongeveer 5 minuten gedestruerd in een electrische oven (rood tot wit gloeiend). Na afkoeling voegt men 7 druppels 50% zwavelzuur (p.a.) toe en kookt men de inhoud enkele minuten door.

Men lost het residu op, in enkele c.c. gedestilleerd water en filtreert dit. De kroes en filter nawasschen met aqua destillata en het fleschje aanvullen tot 50 c.c.

Hiervan nemen wij 4 c.c. en bepalen hierin de hoeveelheid P.
Voor de bepaling hebben wij de volgende reagentia noodig:

- a. Molybdeen-oplossing:
 1. Men lost daartoe 25 gram Ammonium-molybdaat op in 300 c.c. gedestilleerd water;
 2. 25 c.c. geconcentreerd H_2SO_4 (p.a.) wordt verdund met gedestilleerd water tot 200 c.c. Na afkoeling doet men dit laatste voorzichtig bij de eerste oplossing;
- b. Natriumsulfietoplossing. Men lost 20 gram Natriumsulfiet op in 80 c.c. water;
- c. Hydrochinon-oplossing. $\frac{1}{2}$ gram Hydrochinon (p.a.) wordt opgelost in 100 c.c. water. Voeg 1 druppel sterk H_2SO_4 toe.
- d. *Standaardoplossing.* (Bevat per 1 c.c. — 0.0125 mgr. P). Men lost hiertoe 0.4394 gram KH_2PO_4 op in 1 Liter water. Hiervan neemt men 25 c.c. en verdund dit tot 200 c.c. met water. Door enkele druppels chloroform toe te voegen, wordt de standaard houdbaar gemaakt.

Men neemt nu de bovengenoemde 4 c.c. van de te onderzoeken vloeistof en voegt hierbij 2 c.c. Molybdeenoplossing plus 1 c.c. Natriumsulfiet plus 1 c.c. Hydrochinon en vult dit aan met Aqua destillata tot 10 c.c.

Van de standaardoplossing neemt men resp. 1—2 en 3 c.c. en voegt hier ook aan toe 2 c.c. Molybdeenoplossing plus 1 c.c. Natriumsulfiet plus 1 c.c. Hydrochinon. Vul eveneens aan met aqua dest. tot 10 c.c.

De beide oplossingen worden na 24 uur staan colorimetrisch met elkaar vergeleken, of, men kan als men de oplossing even verwarmt, reeds na 10 minuten colorimetrisch aflezen.

N.B. De destructie werd door ons eerst uitgevoerd in een porceleinen schaal. Wij kregen dan echter een blauwkleuring

zoo intensief, dat de vloeistoffen colorimetrisch niet te vergelijken waren.

De platinakroes werd gereinigd, door eerst met 50% H_2SO_4 en daarna met aqua destillata uit te koken.

Aangezien lecithine 3.95% phosphor bevat, kunnen wij dus uit de gevonden waarde voor phosphor, het lecithinegehalte per 100 c.c. plasma berekenen.

Op lecithine komen wij in het laatste hoofdstuk nog terug.

Cholesterine-bepaling.

Volgens *Grigaut*, welke methode berust op de reactie van *Liebermann-Burchard*.

Van hetzelfde plasma, dat wij gebruiken voor de extractie neemt men: 2 c.c. Dit doet men in een scheitrechter met 13 c.c. alcoholische natronloog. (100 c.c. van 96% alcohol plus 57 c.c. water plus 7.5 c.c. NaOH van 10%).

Men schudt de loog plus plasma flink ter verzeeping en voegt hierna voorzichtig 15 c.c. aether toe.

Men zwenkt gedurende eenige tijd voorzichtig om en laat daarna staan tot de grenslaag heel duidelijk is. Dan wordt de onderste laag afgetapt.

De aether moet men wasschen met 20 c.c. aqua destillata. Dan voorzichtig omzwenken en 5 minuten laten staan. De onderste laag aftappen en de wassing nog eenmaal herhalen.

Na het water weer afgetapt te hebben, doet men de aether in een porceleinen schaalte. Men voegt er enkele korrels kwartszand als kooksteentjes bij. Vervolgens op het waterbad verdampen (zonder vlam) en als de aether verdampt is, steekt men de vlam aan en verwarmt men zoolang, tot enkele druppeltjes „vet” over zijn. Wanneer het zoover gekomen is, dan nog even opkoken met chloroform.

Men wast het schaalte dan 3 keer met chloroform uit en

doet deze chloroform in een verdeelde reageerbuis, waarna men met chloroform aanvult tot 5 c.c.

In een tweede buis doet men de standaardoplossing (0.06 gram zuivere cholesterine in 100 c.c. chloroform). Ook hiervan neemt men 5 c.c.

Bij beide voegt men 2 c.c. azijnzuuranhydride plus 0.1 c.c. sterk zwavelzuur (p.a.).

Na ongeveer 20 minuten kan men de beide groene vloeistoffen colorimetrisch met elkaar vergelijken.

5 c.c. standaardoplossing bevat 3 mgr. cholesterine. De 5 c.c. plasma-extract zijn afkomstig van 2 c.c. plasma. Hieruit is dus het aantal mgr. cholesterine per 100 c.c. plasma te berekenen.

Zoowel de totaal lipoïd als de cholesterine en lecithinebepalingen werden door ons steeds in duplo verricht.

HOOFDSTUK III.

RESULTATEN DER PROEVEN BETREFFENDE DEN INVLOED VAN VERSCHILLENDE OMSTAN- DIGHEDEN OP HET LIPOÏDGEHALTE VAN HET BLOED.

Wil het bloedonderzoek op lipoïden van eenige waarde zijn voor de beoordeeling der dieren, dan moet het lipoïdgehalte individueel uitermate constant zijn óf moet precies nagegaan worden in welke mate verschillende omstandigheden (voeding enz.) invloed uitoefenen op het lipoïdgehalte, om de later gevonden cijfers te kunnen corrigeeren.

Daarom zijn door mij bij de koeien van het Zoötechnisch instituut enkele oriënteerende proeven genomen, om eventuele schommelingen te bepalen.

Wij hebben achtereenvolgens nagegaan:

- a. het bloedvetgehalte in de loop van één dag;
- b. invloed van de voeding;
- c. invloed van het melken;
- d. invloed van de leeftijd;
- e. invloed van de drachtigheid;
- f. invloed van de stal- en weidetijd;
- g. verschil tusschen arterieel en veneus bloed;
- h. invloed van enkele pathologische omstandigheden.

a. *Het bloedvetgehalte in de loop van één dag.*

Vooraf zij opgemerkt, dat onze onderzoekingen dus alleen

het cholesterine- en het totaalvetgehalte van het bloed be-
treffen.

Ons allereerste werk is geweest om na te gaan, of het
bloedvetgehalte in den loop van één dag, bij normale dieren,
onder normale omstandigheden, op een constant niveau blijft.

Daarbij hebben wij de dieren om de 2 of 3 uur bloed afge-
tapt, en zoo de schommelingen in het lipoïdniveau kunnen
bepalen.

De hoeveelheden cholesterine en totaal lipoid zijn voor
100 c.c. plasma berekend.

Onze resultaten zijn in onderstaande tabel verwerkt:

Koe	Uur	Cholesterine mgr. per 100 cc. plasma	Totaal lipoid mgr. per 100 cc. plasma
I.	9	137	504
	11	140	533
	2	141	560
	4	145	470
II.	9	146	640
	11	152	570
	2	137	540
	4	137	530
III.	9	—	606
	11	140	585
	2	135	615
	4	137	540
IV.	9	153	693
	11	150	675
	2	155	706
	4	153	630

Wij zien dus, dat het cholesterinegehalte van het bloed
slechts geringe schommelingen vertoont, terwijl het totaal-
vetgehalte (neutr. vet, plus cholest., plus cholest. ester, plus
lecithinen) in den loop van een dag belangrijk verschilt.

Van de koeien III en IV hebben wij ook de nuchterwaarde bepaald, 's morgens om 6 uur.

We vonden:

Koe	Cholesterine mgr. per 100 cc. plasma	Totaal vet mgr. per 100 cc. plasma
III	135	555
IV	150	632

Uit de nuchterwaarde blijkt dus ook, dat het cholesterine-gehalte vrijwel constant blijft.

b. Invloed van de voeding.

Men dient hier wel in aanmerking te nemen, dat de voedselopname vanuit de maag, bij de herbivoren veel langzamer geschiedt, dan bij de carnivoren.

Het lijkt ons wel practisch, om eerst enkele gegevens over de invloed van de voeding, op het bloedlipoidgehalte, bij de carnivoren en de mensch mede te deelen.

Uit de vele literatuur, die over dit onderwerp bestaat, blijkt, dat de diverse onderzoekers meermalen tot verschillende conclusies komen.

Wij zullen de voornaamste vermelden:

I. Allereerst komt *Bloor* tot de conclusie, dat na vetvoeding:

- a. een vermeerdering van alle vrije vetzuren ontstaat en
- b. een geringe vermeerdering van cholesterine en lecithine.

De stijging is het sterkst 4 uur na de maaltijd.

II. *Leupold, Ernst* en *Bogendörfer* constateerden, dat bij een verhoogde vetvoeding gedurende 3 weken, een sterke stijging van het cholesterinegehalte optrad.

III. Ook *Bang* constateerde, dat door vetvoeding het cholesterinegehalte (de andere vetten sterk) iets naar boven ging.

IV. *Page*, *Posterneck* en *Burt* constateerden, dat na voeding van olijfolie:

- a. het totaal lipoïdgehalte sterk steeg;
- b. de phosphatiden — nu eens normaal bleven — dan weer iets hoger werden;
- c. cholesterine reeds in de eerste 3 uur sterk steeg.

V. Tenslotte publiceert *Bloor* nogmaals, dat bij kunstmatige vetvoeding:

- a. totaal vetzuren vermeerderen in plasma en bloedlichaampjes, maar meer in de lichaampjes;
- b. lecithine sterk vermeerdert in de bloedlichaampjes, maar weinig in plasma;
- c. cholesterine vrijwel constant blijft;
- d. er een nauwe betrekking bestaat tusschen totaal vetzuur en lecithine.

Bij de herbivoren heeft men niet zulke uitgebreide proeven genomen, als bij de zoo juist vermelde carnivoren en bij de mensch. Allereerst noemen wij hier de proeven van:

I. *Leroy* en *Marcq*.

- a. Beide onderzoekers hebben aangetoond, dat na langdurig vasten, het vetgehalte van het bloed slechts geringe wijzigingen ondergaat;
- b. verder toonden zij aan, dat het vetgehalte na de maaltijd slechts een zeer geringe stijging ondergaat, althans veel geringer dan bij de carnivoren. Zij verklaren dit als volgt:

Na 24 uur vasten zijn in de magen van de herkauwers nog een massa plantaardige stoffen in gisting. Deze stoffen worden door de inwerking van de talrijke microben geschikt ge-

maakt voor de opname in het bloed. Men zou de dieren meerdere dagen moeten laten vasten, wil men physiologisch zuiver, de postdigestieve toestand bestudeeren. Bovendien vertragen de vele maagzakken van het rund de passage naar de darmen. Het is dus te begrijpen, dat de opname van het vet in het bloed, bij de runderen, heel wat langzamer gaat dan bij de carnivoren.

II. *Sjollema* wijst er op, dat er in de pens door de inwerking van de microben uit eiwitten, vetten, zetmeel, en ruwvezel vetten gevormd kunnen worden. Suiker wordt in de pens vergist, waardoor vluchtige vetzuren ontstaan.

III. *Toman* wijst op de ruwvezelvertering onder inwerking van de micro-organismen.

Door die vergisting van de ruwvezel ontstaan er vetzuren, als boterzuur, valerianaanzuur etc., die de koe gebruikt voor vetvorming.

Uit dit overzicht, wat met nog meerdere literatuuropgaven aangevuld zou kunnen worden, blijkt dus wel voldoende, dat men nooit zoo snel of zoo zuiver de vetopname in het bloed, door sterke vetvoeding, kan nagaan als bij mensch of hond.

Leroy en *Marcq* geven het volgende tabelletje:

Koe	3 uur na den maaltijd	20 uur na den maaltijd
I.	328 mgr. vetzuur	288 mgr. vetzuur
II.	213 " "	240 " "
III.	212 " "	190 " "
IV.	200 " "	232 " "

Na 20 uur vasten zien wij dus vrijwel geen verschil in het bloedvetgehalte.

Leroy en *Marcq* hebben ook omgekeerd de dieren eerst

laten vasten, om daarna de invloed van een maaltijd te kunnen nagaan. In de volgende tabel zien wij, dat zij ook dan slechts een onbeduidende stijging van het bloedvetgehalte konden waarnemen:

Koe	Na 16 uur vasten	4 uur na den maaltijd
I.	196 mgr. vetzuur	208 mgr. vetzuur
II.	196 " "	200 " "
III.	202 " "	210 " "

Tenslotte geven *Leroy en Marcq* nog een tabel waarin zij de verschillende uitkomsten van de bloedvetbepaling aangeven, in den loop van één dag:

Koe	Uur van Bloed-aftappen:	Aantal uren sedert laatste maaltijd:	Vetzuur mgr. per 100 cc. plasma	Totaallipoid per 100 cc. plasma
I.	10	2	238	528
	13 uur 30	5 uur 30	240	542
	17	0	220	622
	20 uur 30	3 uur 30	218	608
	24	7	224	596
II.	10	2	158	324
	13 uur 30	5 uur 30	148	352
	17	0	170	428
	20 uur 30	3 uur 30	156	316
	24	7	144	320

Wij zien hier dus ook schommelingen zonder eenig systeem, zoodat wij hieruit geen conclusies kunnen trekken.

Onze eigen proeven zijn beperkt gebleven tot de bestudeering van de invloed, die het bijvoeren van speciale voedsels op het bloedvetgehalte uitoefent.

Wij hebben daartoe cocoskoeken uitgekozen, daar bekend

was, dat deze het melkvetgehalte kunnen verhoogen. Wij vermoedden, dat het bloedvetgehalte dus ook wel door de bijvoeding van cocoskoeken beïnvloed zou worden.

Daartoe hebben wij aan 3 koeien cocoskoeken bijgevoerd. De resultaten zijn in de volgende tabel verwerkt:

Koe	Datum	Aantal koeken per dag	Choles- terine in mgr.	Totaal vet in mgr.	Opmerkingen
I.	20 Mrt.	3	135	560	Op 20 Maart begonnen met 3 koeken per dag.
	24 Mrt.	3	140	568	
	26 Mrt.	3	150	551	Op 26 Maart begonnen met 1 koek per dag.
	31 Mrt.	1	126	493	Op 31 Maart opgehouden met bijvoeren.
	2 Apr.	0	134	453	
II.	20 Mrt.	3	150	630	Op 20 Maart begonnen met 3 koeken per dag.
	24 Mrt.	3	175	613	
	26 Mrt.	3	178	666	Op 26 Maart begonnen met 1 koek per dag.
	31 Mrt.	1	147	520	Op 31 Maart opgehouden met bijvoeren.
	2 Apr.	0	153	650	
III.	27 Mrt.	3	136	498	Op 27 Maart begonnen met 3 koeken per dag.
	31 Mrt.	3	138	475	
	2 Apr.	3	128	444	Op 2 April begonnen met 4 koeken per dag.
	8 Apr.	4	132	511	

Uit deze tabel blijkt dus, dat zelfs het bijvoeren van voedsel, waarvan speciaal bekend is, dat het de productie van melkvet verhoogt, wisselende uitkomsten geeft.

De uitwendige omstandigheden waren voor de 3 proefdieren volkomen dezelfde.

Koe I was 2 maanden drachtig en produceerde de meeste melk.

Koe II was 6 maanden drachtig en produceerde enkele Liters minder per dag.

Koe III was niet drachtig en gaf verreweg de kleinste hoeveelheid melk.

Leroy en Marcq constateerden door bijvoering van plantaardige oliën, een verhooging van de vetzuren in het bloed.

c. Invloed van het melken.

Leroy en Marcq konden eenigen tijd na het melken een verlaging van het gehalte aan vetzuren in het bloed constateeren.

Ook wij hebben opgemerkt dat $\frac{1}{2}$ uur na het melken het totaal lipoidgehalte van het bloed lager is dan voor dien tijd.

Het cholesterinegehalte wordt door het melken echter niet beïnvloed. Hier volgen enkele gegevens die door ons verkregen zijn:

Koe	Mgr. per 100 c.c. plasma Cholesterine		Mgr. per 100 c.c. plasma Totaal vet	
	voor	na	voor	na
	het melken		het melken	
I.	141	145	560	470
II.	137	137	540	530
III.	135	137	615	540
IV.	155	153	706	630

De cholesterine blijft dus constant. Totaal vet vertoont een duidelijke verlaging.

d. Invloed van den leeftijd.

De leeftijd der dieren heeft ook invloed op het lipoidgehalte van het bloed.

Leroy en Marcq hebben verder enkele bepalingen gedaan om de invloed van den leeftijd na te gaan. Zij komen tot de conclusie, dat het lipoidgehalte toeneemt met den leeftijd.

Ook meenen zij, dat op gelijken leeftijd, het bloedvetgehalte van stieren lager is, dan dat van koeien.

Onze cijfers zijn te gering in aantal om een duidelijke conclusie te trekken, doch wijzen wel degelijk in dezelfde richting:

Dier	Leeftijd	Cholesterine mgr. per 100 c.c. plasma	Totaal lipoid mgr. per 100 c.c. plasma
I.	2 dagen	59	311
II.	2 dagen	37.5	—
III.	1 jaar	125	514
IV.	1 jaar	111	493
V.	2 jaar	170	666

Volgens deze enkele bepalingen zouden we tot de conclusie komen, dat bij dieren van 1 jaar het bloedvetgehalte op het niveau der volwassen dieren gekomen is.

Beumer constateerde, dat bij zuigelingen in de loop der eerste weken, reeds een sterke cholesterineverhooging plaats heeft.

e. *Invloed van de drachtigheid.*

Sedert jaren is bij den mensch de zoogenaamde zwangerschapshyperlipaemie bekend.

a. In de eerste maanden is volgens *Grigaut* bij 58% der zwangere vrouwen een hypercholesterinaemie te constateren. In de 8. en 9. maand der graviditeit vonden zij dit in 95% der gevallen. In sommige gevallen werd ook een verhooging der neutrale vetten waargenomen;

b. *Kawachuchi* constateerde dat bij graviditeit de cholesterine zelfs tot het 3-voudige kan stijgen.

- c. *Palacios Costa* en *Falsia* constateerden, dat bij 30 gravide vrouwen, het cholesterinegehalte 30% verhoogd was. Zeven dagen na de partus was het weer normaal.

Wij zelf hebben ook enkele bepalingen gedaan bij drachtige koeien, voor en na de partus, waartoe wij in de gelegenheid gesteld waren door de medewerking van *Prof. v. d. Kaay*, waarvoor wij hem hier onzen hartelijken dank betuigen.

Koe	Datum	Mgr. per 100 c.c. plasma. Cholesterine		Mgr. per 100 c.c. plasma. Totaal vet		Bemerkingen
		voor	na	voor	na	
		de partus		de partus		
I.	18 Mrt. 24 Mrt.	134	130	520	460	22 Maart gekalfd
II.	23 Mrt. 28 Mrt.	121	110	440	420	25 Maart gekalfd
III.	8 Apr. 13 Apr.	104	89	448	415	10 April gekalfd
IV.	6 Apr. 13 Apr.	146	127	640	586	8 April gekalfd

Wij hebben dus reeds enkele dagen na de partus een verlaging van het cholesterine-gehalte kunnen constateeren.

Eveneens bleek ons, dat het totaal vetgehalte een duidelijke daling te zien gaf.

f. *Invloed van stal- en weidetijd.*

Over dit onderwerp hebben wij nog geen literatuur kunnen vinden.

Daar de voeding tijdens de staltijd nooit zoo volkomen is, als in de weide, kunnen wij ons voorstellen, dat de verandering van stal- op weidevoeding, ook wel invloed zou kunnen hebben op het gehalte aan bloedlipoiden.

Wij zagen aan het einde van den staltijd het cholesterinegehalte zeer sterk stijgen, waarvoor wij geen verklaring kunnen vinden. (Wij hebben daarom alle proeven nog eens overgedaan, de reagentia vernieuwd, en een nieuwe cholesterinestandaard gemaakt, doch verkregen dezelfde uitkomsten).

Toch bleven wij op stal de zeer hooge waarden vinden, welke in de eerste weken van den weidetijd even hoog bleven en dan iets gingen dalen.

Koe	Datum	Cholesterine		Totaal vet		Opmerkingen
		op stal	in de wei	op stal	in de wei	
Blaar	5 Mei	214		860		Alle koeien 5 Mei in de weide.
Blaar	8 Mei		211		755	
Blaar	15 Mei		208		622	
Rotterdammer	5 Mei	220		820		
Rotterdammer	8 Mei		208		788	
Rotterdammer	15 Mei		203		706	
Barnevelder	5 Mei	166		753		
Barnevelder	8 Mei		174		646	
Barnevelder	15 Mei		136		586	

Aangezien *Leroy* en *Marcq* hun proeven gedaan hebben in de wintermaanden, hebben zij van deze complicaties geen hinder gehad en dus niet in hun publicatie kunnen vermelden.

g. Arterieel of veneus bloed.

Prof. v. Oyen was zoo vriendelijk mij attent te maken op de mogelijkheid van verschillen in arterieel en veneus bloed. Uit de literatuur is daarover ook het een en ander bekend:

1. *Roger* en *Binet* hebben veel proeven gedaan om te zien, hoeveel vet door de verschillende organen gebruikt wordt. Dit deden zij door het arterieele bloed naar het orgaan, en het veneuse vanaf het orgaan te onderzoeken.

Het bleek hun, dat in de lever en longen vrij veel vet wordt vastgehouden.

Ook hebben zij het totaalvet bepaald in het arterieele bloed en het veneuse bloed direct uit het hart. Zij vonden een gemiddelde

voor veneus bloed van 0.468%

en voor arterieel bloed van 0.422%.

Een verschil dus van 0.046%.

2. *Meigs, Blatherwick* en *Cary* hebben het lipoïdphosphorus bepaald bij melkkoeien, in het bloed uit de melk-ader en uit de vena jugularis. Zij waren toen vooraf tot de conclusie gekomen, dat het lecithinen-gehalte in het arterieele bloed gelijk is aan dat van het jugularis bloed.

Ook wij hebben enkele bepalingen gedaan om uit te maken of het cholesterinegehalte van arterieel bloed verschilde met dat van het veneuse bloed.

Aangezien dergelijke proeven groote moeilijkheden met zich medebrengen, hebben wij ons tot enkele bepalingen bij het paard moeten beperken. Wij waren niet in de gelegenheid dit onderzoek bij runderen te verrichten.

Door de medewerking van *Prof. Hartog* werden wij in de gelegenheid gesteld, arterieel en veneus bloed te verkrijgen van paarden.

Voor die medewerking betuigen wij *Prof. Hartog* gaarne onzen hartelijken dank.

Ook hebben wij de cholesterinebepaling gedaan in konijnenbloed. Hier volgen onze resultaten:

Dier	Arterieel mgr. per 100 cc. plasma	Veneus mgr. per 100 cc. plasma
Paard	136	136
Paard	112	115
Konijn	50	48.25

Hoewel onze bepalingen slechts in een beperkt aantal zijn

uitgevoerd, meenen wij toch, dat deze erop wijzen, dat het cholesterine-gehalte in arterieel bloed niet belangrijk verschilt met dat van veneus bloed.

h. Invloed van enkele pathologische toestanden.

Hier zullen wij niet ver over uitweiden, daar ons dit verder zou brengen dan onze oorspronkelijke plannen waren. Wij bepalen ons tot enkele aanhalingen uit de literatuur.

a. Nephropathien.

1. *Tietz-Lothar* constateerden, dat bij geringe nephropathiën het gehalte aan cholesterine in het bloed verhoogd is en dat dit door de nieren uitgescheiden wordt.
2. Ook *Staziak* constateerde, dat bij nephritis, zelfs bij vetvrij voer, toch nog cholesterinaemie ontstaat.
3. *Bloor* vond een verhooging van het vetgehalte in het plasma en de bloedlichaampjes. Het lecithinegehalte was ook verhoogd, terwijl het cholesterinegehalte vrijwel constant bleef.

b. Leveraandoeningen.

Feigl vond bij icterus, de cholesterine sterk verhoogd. Ook was het neutraal vet te hoog.

Kawaguchi vond ook een geval van cholesterinaemie bij een pancreasaandoening, zonder dat de patient lijdende was aan diabetes.

Ook bij haemolytische icterus komt cholesterinaemie voor.

c. Infectieziekten.

Leupold, Ernst en *Bogendörfer* vonden bij alle infectieziekten een lager gehalte aan cholesterine. Dit zou voor een deel door de toxinen gebonden worden.

Ook *Kipp* constateerde deze verlaging. Bij pneumonie daalt eveneens het cholesterinegehalte.

d. *Bloedverlies.*

Cruzewska en *Roussel* constateerden bij paarden, welke veel bloed afgetapt werden, een sterke stijging van het cholesterinegehalte. Deze dient volgens de auteurs om de osmotische druk op peil te houden, daar door het bloedverlies veel proteïnen verloren zijn gegaan.

Ook *Bloor* gelukte het, om bij konijnen, door veel bloed af te tappen, lipaemie op te wekken.

Yayiro Horiuchi gelukte hetzelfde bij konijnen.

e. Tenslotte blijkt, dat het cholesterinegehalte in verband staat met veel *internsecerneerende klieren*.

1. wijzen *Kaufmann* en *Mühlbock* in dit verband op de cholesterinaemie, die ontstaat bij graviditeit en castratie.
2. wijst *Pfeiffer* op de bijnierfunctie. Hier zou cholesterine opgebouwd worden.
3. wijzen *Page*, *Posternack* en *Burt* op het pancreas. Bij insuline-injectie, dalen het lecithine- en het neutraalvetgehalte, terwijl dat van de cholesterine stijgt.
4. bespreken *Parkon* en *Derevice* en verder *Parkon* en *Werner* de invloed van de schildklier.

Bij „Basedow”sche ziekte daalt het cholesterinegehalte terwijl eveneens bij toedienen van schildklier- en bijschildklierpreparaten een laag cholesterinegehalte te constateeren is.

Ook *Leupold* heeft gewezen op de daling van het cholesterinegehalte door schildkliertoevoeging.

HOOFDSTUK IV.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK VAN BLOED VAN DIEREN UIT BEKENDE FOKCENTRA

Voor onze onderzoekingen hebben we steeds bloed genomen van gezonde dieren, welke onder voortdurende controle stonden van de fokverenigingen.

Wij hebben met opzet dieren onderzocht van fokcentra uit verschillende deelen van Nederland, namelijk uit de provincies Zeeland, Zuid-Holland, Utrecht en Friesland.

Door bemiddeling van de betreffende fokverenigingen werden wij in de gelegenheid gesteld geheele stallen te onderzoeken.

De veehouders, die zoo welwillend geweest zijn om hun dieren voor onze proefnemingen beschikbaar te stellen, be-
tuigen wij bij dezen onzen hartelijken dank.

Wij bepaalden het cholesterine- en het totaal lipoïdgehalte van het bloed, en vergeleken dit met het gemiddelde vetgehalte van de melk, hetwelk bij de dieren het laatste jaar door de controle verenigingen vastgesteld was.

Wij hebben achtereenvolgens onze uitkomsten in het geheel met elkaar vergeleken, om daaruit de correlatiecoëfficiënt te berekenen.

Ook zullen wij terloops nog even wijzen op de verschillende niveau's van het bloedlipoïdgehalte, welke wij in de diverse stallen konden onderscheiden.

In de volgende tabel zien wij onze uitkomsten van alle stallen.

Eigenaar	Koe	Graviteit	Leef-tijd jaren	Gemiddeld melkvet-gehalte in 0/0	Totale melk-opbrengst per jaar in K.G.	Totale vet-productie per jaar in K.G.	Cholesterine in mgr.	Totaal lipoid in mgr.
G. Benschop . .	I.	niet	6	2.59	—	—	157	542
	II.	"	7	3.60	—	—	193	575
O. Benschop . .	I.	6 mnd.	4	2.82	—	—	144	625
	II.	7 "	4	3.42	—	—	161	—
de V. Rotterdam .	982	niet	4	4.01	—	—	283	1048
	986	"	4	3.90	—	—	225	742
	998	3 mnd.	8	2.70	—	—	161	635
	910	niet	6	2.91	—	—	194	686
de R. Zuilen . . .	Olga 3	niet	12	3.65	3413	124	155	644
	Olga 4	"	7	3.92	4619	180	100	766
	Dorothea	"	7	2.88	4562	131	151	806
	Josina	"	7	3.16	3374	106	182	590
	Leonora	"	6	3.11	3626	115	187	610
den B. Dirksland .	I.	niet	5	3.88	4468	110	156	490
	II.	"	10	2.93	6129	178	221	733
	III.	2 mnd.	3	2.95	—	—	139	489
	IV.	2 "	3	3.10	—	—	170	627
S. Melissant . .	1	niet	5	4.03	2698	108	158	818
	2	7 mnd.	4	4.18	—	—	119	484
	3	niet	4	3.71	3464	128	272	693
	4	"	7	3.13	4227	132	136	587
	5	"	7	3.12	5469	170	250	893
W. Leeuwarden .	1	niet	—	4.40	—	—	194	—
	2	"	—	4.40	—	—	168	—
	3	"	—	3.95	—	—	153	—
	4	8 mnd.	—	3.70	—	—	98	—
	5	niet	—	3.70	—	—	210	—
	6	"	—	3.70	—	—	122	—
	7	"	—	3.65	—	—	97	—
	8	"	—	3.90	—	—	168	—
	9	"	—	4.15	—	—	193	—
	10	"	—	4. —	—	—	122	—
	11	"	—	3.90	—	—	172	—
	12	"	—	3.65	—	—	191	—
	13	"	—	3.70	—	—	229	—
	14	"	—	3.80	—	—	265	—
	15	"	—	3.80	—	—	264	—

Eigenaar	Koe	Graviteit	Leef-tijd jaren	Gemiddeld melkvet-gehalte in 0/0	Totale melk-opbrengst per jaar in K.G.	Totale vet-productie per jaar in K.G.	Cholesterine in mgr.	Totaal lipoid in mgr.
W. Leeuwarden .	16	niet	—	3.55	—	—	197	—
v. d. B. Jelsum . . .	1	1 mnd.	6	4.16	4871	198	302	784
	2	niet	6	4.55	4808	210	253	835
	3	"	4	3.59	4260	145	229	757
	4	1 mnd.	4	3.50	6042	200	243	766
	5	niet	5	3.47	5218	170	290	986
	6	"	5	3.56	4803	162	257	713
v. d. B. Jelsum . . .	1	niet	11	3.36	5993	190	340	884
	2	"	7	3.38	5939	190	239	710
	3	"	5	4.18	4218	168	228	666
	4	"	8	4.48	3411	146	237	680
A. Jelsum . . .	1	8 mnd.	12	4.74	3098	168	111	444
	2	2 mnd.	7	3.57	6011	200	144	484
	3	niet	5	3.51	4012	130	222	660
	4	2 mnd.	4	3.96	5382	200	152	510
S. Melissant . .	1	2 mnd.	8	3.30	5100	168	174	—
	2	2 "	4	3.41	4100	136	170	560
	3	1 mnd.	4	3.32	3400	113	250	710
	4	2 mnd.	6	3.46	4100	142	220	820
	5	niet	3	3.68	4300	158	194	726
	6	1 mnd.	4	3.71	3464	128	214	582
D. Utrecht	1	niet	3	3.21	3359	107	250	904
	2	"	3	3.48	3651	126	195	791
	3	"	3	3.53	3182	112	192	758
	4	"	3	3.09	4021	124	166	700
	5	"	3	3.20	2726	87	172	850
	6	"	3	3.34	3145	104	238	984
	7	"	7	3.22	5124	165	208	737
	8	"	7	2.67	5863	156	197	657
	9	"	7	2.88	5736	165	238	800
	10	"	8	3.06	4820	141	201	777
	11	"	8	2.92	4237	124	205	888
	12	"	9	2.61	4534	118	192	933
	13	"	8	2.96	6070	179	170	675
	14	"	10	3.27	6548	214	166	795
	15	"	6	2.70	—	—	197	806
	16	"	6	3.34	—	—	168	556
	17	"	7	3.15	—	—	156	706

Eigenaar	Koe	Graviteit	Leef-tijd jaren	Gemiddeld melkvet-gehalte in 0/0	Totale melk-opbrengst per jaar in K.G.	Totale vet-productie per jaar in K.G.	Cholesterine in mgr.	Totaal lipoid in mgr.
O. U. Maarssen . .	1	4 mnd.	8	3.35	4553	149	183	625
	2	1 mnd.	4	3.05	3240	99	174	615
	3	niet	7	3.61	5424	195	205	683
	4	"	4	4.01	4758	195	208	681
	5	1 mnd.	6	2.97	3296	98	156	468
	6	4 mnd.	6	3.40	2315	79	178	517
	7	niet	8	3.19	4953	158	182	483
	8	"	7	3.91	3454	134	170	477
	9	"	8	3.52	5481	193	202	582
	10	"	8	3.34	3408	114	191	523
	11	1 mnd.	8	2.89	4659	135	220	626
	12	niet	6	3.23	4301	139	208	666
	13	1 mnd.	3	2.98	4696	139	241	646
	14	niet	7	3.39	2509	85	197	660
	15	2 mnd.	6	3.56	3696	131	192	686
	16	1 mnd.	7	3.44	3965	136	132	571
	17	niet	4	3.39	1604	55	151	630
	18	"	4	3.70	2161	80	220	681
	19	2 mnd.	7	3.—	4160	125	182	572
	20	2 "	6	2.99	4692	140	187	602
	21	2 "	6	3.71	3425	126	200	571
	22	niet	7	3.30	3585	118	116	472
	23	4 mnd.	8	3.36	4619	155	166	715
	24	niet	4	3.34	4276	143	132	651
	25	"	6	3.44	4879	168	208	613
	26	"	9	3.19	3919	125	172	566
	27	"	9	2.90	4200	122	180	545
	28	3 mnd.	6	3.14	5043	158	127	398
	29	2 mnd.	7	3.01	5945	179	172	430
	30	niet	5	3.15	2434	77	147	410
	31	7 mnd.	7	3.44	3150	111	160	548
	32	niet	7	2.96	4266	126	281	911
	33	3 mnd.	5	3.49	3588	125	208	635
	34	niet	6	3.72	4169	155	234	766
	35	"	4	4.03	2331	94	236	884
	36	"	7	3.87	3373	131	192	620

Als wij deze tabellen nagaan, dan blijkt er wel uit, dat de dieren, wat hun lipoidgehalte betreft, stalsgewijze, op een verschillend niveau staan.

Zien we bijv. eens naar de dieren, van de stallen de R.

en Joh. van de B., dan valt ons direct op, dat de cholesterine-waarden bij de laatste stal behorende, aanmerkelijk hoger zijn, dan bij de stal „de R.”.

Dit is volgens ons te verklaren, door de krachtige voeding, welke de dieren kregen in den stal „van de B.”.

Ook worden de cijfers voor het gemiddelde vetgehalte hierdoor beïnvloed.

Wij zien namelijk, dat de dieren van de stal „van de B.” over de geheele lijn hogere cijfers voor het gemiddeld vetgehalte hebben dan de dieren van stal „de R.”.

Maar vergelijken wij aan de andere kant uit beide stallen enkele dieren welke voor het gemiddeld vetgehalte van de melk ongeveer even hoge cijfers hebben, dan blijkt toch dat het bloedlipoidgehalte van de koeien van den heer „v. d. B.” veel hoger is, dan dat van de koeien van den heer „de R.”.

Eigenaar	Koe	Vetgehalte in ‰	Cholesterine mgr. per 100 c.c. plasma	Totaal lipoid in mgr.
de R. . . .	Olga III	3.65	155	644
de R. . . .	Josine VI	3.16	182	590
J. v. d. B. . .	4	3.50	243	766
J. v. d. B. . .	5	3.47	290	986

Zonder meer is het dus erg bezwaarlijk, om de cijfers voor het vetgehalte van de melk, en die voor het lipoidgehalte van het bloed, van dieren uit diverse stallen met elkaar te vergelijken. Wij stuiten dan direct op de groote factor van de uiteenlopende voeding.

En daar deze factor tot gevolg heeft, dat men bij dieren met een laag melkvetgehalte, maar die krachtig gevoed worden, hogere cholesterine en totaal-lipoidwaarden krijgt, dan bij dieren met hoog melkvetgehalte en welke matig gevoed worden, zou men dus, door alle dieren uit verschillende stal-

len met elkaar te vergelijken, tot absoluut verkeerde conclusies komen.

Wij komen op deze moeilijkheid in het volgende hoofdstuk terug.

Het is alleen in dit hoofdstuk onze bedoeling, om eenvoudig uit te maken of de getallen voor het melkvetgehalte in verband staan met de daarbij behorende waarden voor het bloedlipoidgehalte.

Uit de getallen, die wij bij onze proeven verzameld hebben, zullen wij dus nagaan of er op eenigerlei wijze verband bestaat tusschen het melkvetgehalte en het bloedlipoidgehalte.

Wij zullen achtereenvolgens de correlatietabellen nagaan voor:

- a. Cholesterine — melkvetgehalte,
- b. Totaallipoïd — melkvetgehalte,
- c. Cholesterine — totale vetproductie per jaar,
- d. Totaallipoïd — totale vetproductie per jaar.

a. *Cholesterine — melkvetgehalte.*

Wij zien bij het beschouwen van de tabel op de volgende bladzijde, wel direct dat hier geen hoge correlatie bestaat en wij vonden bij berekening dan ook slechts een correlatiecoëfficiënt van 0.16 ± 0.092 .

Correlatietabel voor het cholesterinegehalte van het bloed en het vetgehalte van de melk.

	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	+5	mgr. cholesterine per 100 c.c. plasma.
2.50												3
-3				2	1							
2.75				3	3	2						14
-2		2		3	3	2		1				
3			3	5	5	3	2					18
-1												
3.25												
0	1	2	8	4	4	2	1	1			1	24
3.50												
+1	3	1	1	8	7	4	2					26
3.75												
+2				6	2	1	2					11
4												
+3	1	1	1	1	1	2		1	1			9
4.25												
+4				1	1	1						3
4.50												
+5	1						1					2
4.75												
vetgehalte v.d. melk in %												0
	6	9	27	25	18	12	8	3	1	1	1	110

Correlatie coëfficiënt $+0.16 \pm 0.092$

Stellen wij vervolgens de correlatietabel samen voor het totaal lipoidgehalte van het bloed (per 100 c.c. plasma) en het melkvetgehalte.

vetgehalte van de melk in %	mgr. totaal lipoid per c.c. plasma																		
	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000						
-5																			
-4																			
-3				1															
-2			2	1															
-1	3	1			4	3	1	2	1										
0		1	3	3	4	4	2	3	2	1									
+1		1			1	5	2	4											
+2		2	1		1		1	1											
+3		1				2		1	1	1									
+4						1													
+5	1									1									
5																			

Correlatie coefficient is $+0.02 \pm 0.104$

Reeds bij oppervlakkige beschouwing blijkt al dat ook hier geen hoge correlatie kan bestaan. Wij vonden hier een nog veel lagere correlatie-coëfficiënt. Deze was n.l. $+ 0.02 \pm 0.104$.

Leroy en Marcq vinden hiervoor daarentegen een correlatie-coëfficiënt van $+ 0.601 \pm 0.08$.

Hoewel dus de resultaten die wij verkregen hebben voor de correlatieberekening tusschen cholesterine- en melkvetgehalte eenerzijds, en voor totaal lipoïdgehalte en melkvetgehalte anderzijds, dus practisch negatief zijn, hebben wij toch alle moeite gedaan om na te gaan, of er misschien een correlatie zou kunnen bestaan tusschen de bloedlipoïden en de totale vetproductie per jaar.

Wij hebben daarom de totale vetproductie per jaar uitgerekend. Hier zij opgemerkt, dat met deze totaal vetproductie niet de totale boterproductie bedoeld wordt. Deze laatste bevat nog een zeker percentage aan zouten en watergehalte.

Die totale vetproductie hebben wij berekend met behulp van de melklijsten, die wij door middel van de Rijkszuivelconsulent te Utrecht in ons bezit hebben gekregen, waarvoor wij *Dr. Boekel* zeer erkentelijk zijn.

Hadden wij bijv. een koe die 4000 Liter melk per jaar gaf, met een gemiddeld vetgehalte van 3%, dan produceerde deze koe dus in dat jaar 120 K.G. zuiver melkvet.

Met deze getallen voor het totaal melkvet per jaar hebben wij nu de gevonden waarde voor het totaal lipoïdgehalte respectievelijk het cholesterinegehalte van het bloed vergeleken.

Maken wij nu een correlatietabel voor de totale vetproductie per jaar en het cholesterinegehalte van het bloed (per 100 cc. plasma).

Kg. vet per jaar gepro- duceerd	mg. choleste- rine per 100 cc. plasma															
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	81				
-3				1								1				
0.75																
-2			1	3	2	1	1					8				
1																
-1	1			5	6	1	1	2				16				
1.25																
0			3	4	6	8	3	1	1			26				
1.50																
+1	1	1	1	2	3	2	3	2	1			15				
1.75																
+2	1			2		4	1			1	1	10				
2																
+3			1	2			1	1				5				
2.25																
+4												0				
2.50												0				
+5																
2.75	3	6	19	17	16	10	6	2	1	1	1	81				

Correlatiecoëfficiënt is $+0.12 \pm 0.109$

Wij kunnen ook hier, lettende op de samenstelling van de tabel, reeds zonder de berekening van de correlatie coëfficiënt zien, dat er in dit geval ook geen hoge correlatie bestaat. Bij de berekening vonden wij hiervoor $+0.12 \pm 0.109$.

Stellen we tenslotte nog op de correlatietabel voor het totaal lipoidgehalte van het bloed en de totale vetproductie per jaar.

	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	
	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
						1							1
		1	1	1		1	2			2			8
			2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	16
					7	6	6	3	2		1		26
	2	1				1	2	4	1	1		1	14
		1			1		3	2	2	1			10
			1	1					1				5
													0
													0
	4	6	4	4	10	11	13	8	5	5	3	2	80
Kg. vet per jaar gepro- duceerd													

Correlatie coëfficiënt is $+0.07 \pm 0.11$

Ook hier kregen wij even als in de vorige tabellen een uiterst lage correlatie-coëfficiënt en wel van $+ 0.07 \pm 0.11$.

Uit onze onderzoeken blijkt dus, dat er hoegenaamd geen verband bestaat tusschen het melkvet en de bloedlipoïden.

Wij zouden tenslotte nog als laatste mogelijkheid kunnen denken aan een correlatie tusschen de melkhoeveelheid en de bloedlipoïden.

Reeds bij oppervlakkige beschouwing van onze uitkomsten in de voornoemde verzamelde tabellen, zien we dadelijk dat in deze richting niet aan eenige correlatie te denken valt.

HOOFDSTUK V.

BESPREKING DER VERKREGEN RESULTATEN EN VERGELIJKING MET DE UITKOMSTEN VAN LEROY EN MARCQ

In het vorige hoofdstuk hebben wij de correlatietabellen opgesteld en reeds terloops gewezen op de groote invloed welke de voeding heeft op het bloedlipoïdgehalte.

Om dus een juiste beoordeeling van het bloedlipoïdgehalte bij de verschillende koeien te verkrijgen, moeten wij er zoo-veel mogelijk voor zorgen bepalingen te doen bij dieren, die onder dezelfde omstandigheden gehouden worden.

Als wij onze correlatietabellen nagaan dan blijkt wel, dat wij hierin geen uitgesproken verband kunnen ontdekken tusschen het bloedlipoïdgehalte en het melkvetgehalte.

Nu zijn al deze tabellen, die wij opgesteld hebben, gebaseerd op de uitkomsten van de bepalingen bij dieren, waarvan de eene helft op stal en de andere helft in de weide gehouden werd.

In ons vorige hoofdstuk hebben wij gezien, dat bij de berekening van de correlatiecoëfficiënt voor alle uitkomsten tezamen, een negatieve uitkomst werd verkregen.

Wij hebben getracht de oorzaken op te sporen, waarom wij tot geheel andere resultaten gekomen zijn dan *Leroy* en *Marcq*.

Als 1ste oorzaak zou het rassenverschil in aanmerking kunnen komen.

Leroy en *Marcq* hebben n.l. aangetoond, dat het lipoïdgehalte van het bloed van de dieren der verschillende rassen, zeer sterk uiteen kon lopen.

Zoo vonden zij bijvoorbeeld, dat bij de *Yersey*-koeien het

bloedlipoïdgehalte veel hoger was, dan bij de dieren van het Hollandsche of Vlaamsche ras.

In de 2de plaats hebben zij er op gewezen, dat de voeding der dieren onderling niet te veel mag verschillen. Zij vonden dat de correlatie tusschen het bloedlipoïdgehalte en het vetgehalte van de melk uitsluitend bestaat bij dieren, die normaal en gelijk gevoed worden, dus bij dieren, die het gewone gebruikelijke voer krijgen, en waarbij geen abnormale hoeveelheden krachtvoer aan het rantsoen toegevoegd zijn.

Bij dergelijke dieren zou het lipoïdgehalte van het bloed, op een vast peil blijven en ons zodoende de gewenschte juiste aanwijzing voor het melk- en melkvetproductievermogen kunnen verschaffen.

Wat nu deze twee opmerkingen van *Leroy* en *Marcq* betreft, kunnen wij allereerst zeggen, dat wij niet in de gelegenheid geweest zijn om de genoemde verschillen van de rassen te constateeren. Wij hebben onze onderzoekingen slechts gedaan bij Nederlandsche koeien. De uiteenlopende uitkomsten welke wij vaak verkregen hebben, zijn volgens ons niet terug te brengen tot het rassenverschil, dat bij de Nederlandsche rassen overigens heel gering is.

Onze indruk is, dat het verschil in voeding een veel grotere rol speelt.

In het vorige hoofdstuk hebben wij reeds gewezen op de verschillende niveau's van het bloedlipoïdgehalte bij de dieren van verschillende stallen.

Wij hadden namelijk geconstateerd, dat een dier met een laag vetgehalte van de melk, maar dat krachtig gevoed wordt, een hoger lipoïdgehalte in het bloed kan hebben, dan een dier met een aanmerkelijk hoger vetgehalte in de melk, doch dat onder minder gunstige omstandigheden verkeert.

Om deze factor dus uit te schakelen, werden voor het maken der correlatietabellen telkens de gegevens genomen van dieren uit één bedrijf, die alle onder dezelfde omstandigheden verkeerden, die namelijk alle in de weide liepen.

Wel houdt men natuurlijk ook hier nog enkele moeilijkheden over, omdat het gras uit de eene weide nog veel verschillen kan met dat uit een andere weide, maar men krijgt toch bij benadering wel de meest gelijke condities, waaronder men de dieren te onderzoeken krijgt.

Wij hebben daarom nogmaals stalsgewijze correlatietabellen opgesteld voor:

- a. het cholesterine-gehalte van het bloed en het vetgehalte van de melk;
- b. het totaal lipoidgehalte van het bloed en het vetgehalte van de melk.

Uit deze tabellen is ons gebleken, dat er ook op deze manier slechts een uiterst lage correlatiecoëfficiënt te berekenen was, waarom wij dan ook van de publicatie dezer tabellen afzagen.

Wij zijn dus aan het einde van onze waarnemingen en na de opstelling van de correlatietabellen en de berekening van de correlatiecoëfficiënten tot de conclusie gekomen, dat er helaas niet het minste verband blijkt te bestaan tusschen het melkvetgehalte en het bloedlipoidgehalte.

Hoewel ook wij, in het begin van onze onderzoekingen bij enkele stallen wel eenig verband meenden te ontdekken, zoo is ons toch in den loop van het jaar, bij het vergelijken van steeds meer dieren en bij het verzamelen van steeds uitvoeriger materiaal gebleken, dat ook deze methode ons niets verder gebracht heeft.

Onze hoop, dat ook bij de Nederlandsche runderen, door een betrekkelijk eenvoudige manipulatie, namelijk het bloedvet bepalen, betrouwbare gegevens te verkrijgen zouden zijn betreffende het melk- en melkvetproductievermogen, is dan ook niet vervuld.

Bij de bespreking van de resultaten van de proeven van *Leroy* en *Marcq* merken wij allereerst op, dat zij bij al hun proeven spreken van het vetzuurgehalte en het totaal lipoidgehalte van het bloed.

Reeds eerder wezen wij er op, dat zij met de vetzuur-

bepaling niet alleen het vrije-, maar ook het gebonden vetzuur bepalen. Alles bij elkaar is het vetzuur dus afkomstig van:

- a. Neutraalvetten;
- b. Cholesterine-esters;
- c. Phosphatiden.

Verder bepalen zij, als wij hun methode goed begrepen hebben, het cholesterinegehalte en tellen zij de gevonden waarde voor de cholesterine eenvoudig op bij de waarde voor de vetzuren. Deze beide samen noemen zij het „totaal lipoïd”.

Daar het totaal lipoïd echter bestaat uit: a. neutraalvetten, b. cholesterine, c. cholesterine-esters, d. phosphatiden, behoeft het geen betoog dat de term „totaal lipoïd” van *Leroy* en *Marcq* geen aanspraak op die naam mag maken.

In de tweede plaats hebben *Leroy* en *Marcq* geconstateerd, dat het vetzuur bij een dier zeer constant blijft, terwijl zij er eveneens op wijzen, dat volgens *Terroine* de verhouding tusschen *cholesterine* en *vetzuur* het geheele leven constant blijft.

Ook al zou men een dier zeer veel vet voeren, dan zouden, zoowel het gehalte aan vetzuur als aan cholesterine hoger worden, maar dan zou de verhouding *cholesterine-vetzuur* toch constant blijven.

Daar *Leroy* en *Marcq* nu een vrij hoge correlatiecoëfficiënt gevonden hebben tusschen het melkvet en de hoeveelheid vetzuur in het bloed (0.558 ± 0.08) zou er dus volgens ons, gezien de constante verhouding *cholesterine/vetzuur* eigenlijk ook een correlatie van beteekenis moeten bestaan tusschen het cholesterinegehalte van het bloed en het melkvetgehalte.

Daar wij deze laatste niet hebben kunnen aantoonen, meenen wij, dat er ook dus geen correlatie kan bestaan tusschen het vetzuurgehalte van het bloed en het melkvetgehalte.

Verder bestaat er volgens *Leroy* en *Marcq* tusschen het totaal lipoïdgehalte van het bloed en het melkvetgehalte, een correlatiecoëfficiënt van 0.601 ± 0.08 .

Uit de tabellen in ons vorige hoofdstuk blijkt voldoende, dat er bij onze onderzoeken, van correlatie in dezen zin, geen sprake is.

Wij moeten dus ook deze conclusie van *Leroy* en *Marcq* sterk in twijfel trekken.

Allereerst is hun materiaal voor dergelijke conclusies te gering geweest en in de tweede plaats zijn wij de meening toegedaan, dat het gehalte aan vetzuren, dat zoo sterk veranderlijk is, geen aanwijzing kan geven omtrent het melk- en melkvetproductievermogen.

Hierbij dient te worden vermeld, dat volgens nog niet gepubliceerde onderzoeken van *Marcq*, ook hij sceptisch komt te staan tegenover zijn eerstgenoemde conclusies.

Uit de vele literatuur en onze eigen onderzoeken is ons toch gebleken, dat de neutraalvetten, dus ook de vetzuren, aan veel grooter schommelingen onderhevig zijn, dan de andere lipoiden in het bloed.

Reeds in hoofdstuk III hebben wij erop gewezen, dat onder invloed van de voeding het totaal aan vetzuren snel vermeerderd in het bloed, terwijl de cholesterine volgens de meeste onderzoekers, vrijwel constant blijft.

Vandaar dat de bepaling van cholesterine meer in het centrum van de belangstelling staat, dan de vetzuurbepaling.

Wij hebben echter reeds gezien, dat ook deze bepaling ons niet verder brengt.

Aangezien wij geen correlatie tusschen het bloedlipoid en het vetgehalte van de melk kunnen constateeren, leek het ons waardeloos om de lipoidbepalingen uit te breiden, ter bestudeering van de aanleg voor goede melk- en melkvetproductie der nakomelingen.

Leroy en *Marcq* hebben namelijk op dit gebied bijzonder interessante proeven verricht.

Zij kenden van 6 koeien het vetgehalte van de melk en het bloedlipoidgehalte.

Zij waren vervolgens in de gelegenheid om van deze koeien 6 vaarzen te onderzoeken, die vrijwel even oud waren en allen denzelfden vader hadden.

Ook hier bleek, dat de vaarzen, die afstamden van de moeders met hoog vetgehalte in de melk, het hoogste lipoïdgehalte van het bloed vertoonden.

Zij meenden dus, op deze wijze reeds op jeugdige leeftijd te kunnen voorspellen welke vaars melk zou geven met een hoog vetgehalte en welke met een laag vetgehalte.

Op dezelfde wijze constateerden zij, dat jonge stiertjes, welke van moeders waren met een hoog vetgehalte in de melk en een hoog lipoïdgehalte in het bloed, ook weer een hooger bloedlipoïdgehalte hadden, dan stiertjes van moeders met vet-arme melk en een laag lipoïdgehalte van het bloed.

Zij meenden reeds op jeugdigen leeftijd aldus te kunnen uitmaken, of de stieren de aanleg om hoog vetgehalte van de melk te doen overerven, bezaten.

Theoretisch is dit heel mooi, maar ook dit moeten wij ten sterkste betwijfelen, aangezien wij aangetoond hebben, dat het bloedlipoïdgehalte geen juiste aanduiding geeft of een koe een goede of slechte melk- en melkvetproducente is, laat staan of zij deze eigenschappen op haar nakomelingen zal overerven.

Wij vonden toch bij dieren, welke onder dezelfde condities leefden, dat er koeien met een laag melkvetgehalte zijn, die een hooger lipoïdgehalte van het bloed bezaten, dan koeien welke veel meer melkvet produceerden.

Daar wij met onze cholesterine- en totaal lipoïdbepalingen niets verder kwamen, zijn wij, nadat ons uit enkele publicaties gebleken was, in welk nauw verband lecithine staat met de vorming van het melkvet, overgegaan tot de bepaling van het *lipoïd phosphor in het bloed*.

Hieraan hebben wij ons laatste hoofdstuk gewijd.

HOOFDSTUK VI.

DE PHOSPHATIDEN

Bij de bestudeering van de literatuur betreffende de bloed-lipoiden, kregen wij enkele artikelen in handen, waarin gewezen werd op het feit, dat het melkvet gevormd zou worden uit de phosphatiden.

Bedoeld worden de artikelen van *Meigs*, *Blatherwick* en *Cary* en van *Sjollema*.

Wij meenden hierin een indicatie te vinden, dat er tusschen het lipoidphosphor en het melkvetgehalte een correlatie zou kunnen bestaan, zoodat wij aan het eind van onze onderzoekingen ook in deze richting gezocht hebben. Daarom bespreken wij vooraf de genoemde publicaties.

a. *Meigs*, *Blatherwick* en *Cary* hebben het bloed uit de vena jugularis vergeleken met het veneuse bloed dat uit de uier komt.

Zij stonden namelijk op het standpunt, dat het arterieele bloed en het bloed van de vena jugularis evenveel suiker, aminozuren en lipoidphosphor bevatte.

Uit hun proeven bleek, dat het bloed uit de vena subcutanea abdominis veel minder lipoidphosphor bevatte dan het bloed van de vena jugularis.

Hieruit concludeerden zij, dat het melkvet gevormd zou worden uit de bloedphosphatiden.

Het totaal organisch en anorganisch phosphor in het bloed

uit de melkader is even hoog als dat uit de vena jugularis.

Bij de vorming van het melkvet uit de lecithinen zou dan het P afgegeven worden als anorganische phosphor.

Het neutraalvet plus cholesterine blijft volgens de schrijvers in het veneuse bloed, dat de uier verlaat, even hoog als in het bloed van de vena jugularis.

De vermindering van phosphorlipoïd in de uiervene is niet bij droogstaande koeien aan te toonen.

Aan het einde van de lactatieperiode daalt het lipoïdphosphorgehalte van het bloed in de vena jugularis aanmerkelijk. Het blijft laag tijdens het droogstaan der dieren, en stijgt weer in de eerste weken na de partus.

Na 4 weken is het phosphatidegehalte op een constant peil gekomen, en blijft het vrijwel op ditzelfde niveau gedurende de geheele lactatieperiode. Dit peil is slechts in geringe mate afhankelijk van het rantsoen of de voedingswijze. (Journ. of biol. chem. Vol. 37. bladz. 46).

Wij zien wel bij sterke voeding een verhooging van het totaal phosphorgehalte in het bloed, maar dit komt bijna geheel op rekening van het anorganische phosphor.

De verhooging na de partus, in de eerste weken van de lactatie, moeten wij toeschrijven aan de neiging van de depôtvetten van het lichaam, om in bloedvet over te gaan.

De roode bloedlichaampjes nemen dan het vet op uit het plasma en veranderen het in lecithine.

Het grootste gedeelte van de lecithine blijft in de bloedlichaampjes en komt slechts voor een gering gedeelte weer in het plasma.

b. *Sjollema* wijst ook in zijn artikel over „Voeding en Melkproductie”, op de vorming van melkvet uit de phosphatiden (lecithine).

Door verhooging van vetvoeding, stijgt het phosphatidengehalte van het bloed, en zoo ook het melkvetgehalte.

De Phosphor of Ca-voeding hebben geen invloed op de

melkproductie, daar bij gebrek aan Ca en P deze stoffen toch aan de beenderen onttrokken worden.

Wij hebben van 3 koeien bloed genomen uit de vena jugularis en uit de vena subcutanea abdominis. Onze uitkomsten zijn in de volgende tabel opgesteld:

Koe	Vene	Lipoid-phosphor mgr. per 100 c.c. plasma	Cholesterine per 100 c.c. plasma	Melkpro- ductie per dag in L.	Vetgehalte der melk in %
I.	Vena jugu- laris. . . .	6	217	9.1	3.35
	vena subc. abd.. . . .	5.63	217		
II.	Vena jugu- laris. . . .	6.79	187	12.8	3.5
	vena subc. abd.. . . .	6.20	187		
III.	Vena jugu- laris. . . .	5.02	150	15	2.95
	vena subc. abd.. . . .	3.95	150		

Het bloed werd 's morgens ongeveer 10 uur afgetapt; dus ongeveer 3 uur na de maaltijd en na het melken.

Wij zien dus dat de lecithine in den uier wordt afgebroken en zodoende het gehalte veel lager wordt in het veneuse bloed, dat de uier verlaat.

Om na te gaan of het lipoïdphosphor-gehalte van het bloed, tijdens de loop van den dag min of meer constant blijft, hebben wij meerdere bloedmonsters van eenzelfde koe, op verschillende tijdstippen onderzocht.

Uur van den dag	Koe I. Lipoïdphosphor in mgr. per 100 c.c. plasma	Koe II. Lipoïdphosphor in mgr. per 100 c.c. plasma
9	4.88	3.47
12	5.03	3.32
3 (voor 't melken)	4.77	3.38
4 (na 't melken)	4.48	3.18

Wij zien dus, dat er in den loop van den dag een geringe schommeling bestaat, terwijl direct na het melken het lipoïdphosphorgehalte in het bloed van de vena jugularis het laagst is.

Wij moeten er dus bij onze onderzoekingen rekening mede houden, dat wij de verschillende dieren zooveel mogelijk onder gelijke conditiën onderzoeken, en niet direct na het melken bloed afnemen.

Daar wij eerst na al onze cholesterinebepalingen overgegaan zijn tot de bepaling van het lipoïdphosphor, zijn wij helaas gedwongen geweest, om onze onderzoekingen, na een beperkt aantal bepalingen af te sluiten.

In de volgende tabel zijn de cijfers te vinden betreffende een aantal runderen van een tweetal bedrijven in de provincie Utrecht.

Veertig dieren liepen alle in dezelfde weide, en de andere in een weide daarnaast. Steeds werd op hetzelfde uur van den dag bloed afgenomen.

Eigenaar	Koe	Leef- tijd jaren	Gravi- diteit	Vetgehalte melk in ‰	Lecithinephosphor in mgr. per 100 c.c. plasma
O. U. Maarssen . .	1	8	niet	3.19	4.72
	2	7	"	3.91	4.88
	3	8	"	3.52	5.05
	4	8	"	3.34	4.85
	5	8	1 mnd.	2.89	5.24
	6	6	niet	3.23	4.75
	7	3	1 mnd.	2.98	6.50-verworpen
	8	7	niet	3.39	5.70
	9	6	2 mnd.	3.56	5.62
	10	7	1 mnd.	3.44	4.02
	11	4	niet	3.39	4.50
	12	4	"	3.70	5.75
	13	7	2 mnd.	3.—	4.60
	14	6	2 "	2.99	5.75
	15	6	2 "	3.71	4.75
	16	7	niet	3.30	4.75
	17	8	4 mnd.	3.36	5.10
	18	4	niet	3.34	3.75
	19	6	"	3.44	4.85
	20	9	"	3.19	4.58
	21	9	"	2.90	4.70
	22	6	3 mnd.	3.14	2.80
	23	7	2 "	3.01	3.75
	24	5	niet	3.15	3.58
	25	7	7 mnd.	3.44	4.75
	26	7	niet	2.96	7.80-mond- en kl.z.
	27	5	3 mnd.	3.49	5.19 ziek, uier (kwar-
	28	6	niet	3.72	5.75 tier) vorig jaar
	29	4	"	4.03	7.50 3.50 ‰
	30	7	"	3.87	5.25
D. Zuilen . . .	1	8	"	2.96	3.60
	2	10	"	3.27	4.13
	3	6	"	2.70	3.06
	4	6	"	3.34	3.57
	5	7	"	3.15	3.75
O. U. Maarssen . .	1	8	4 mnd.	3.35	5.12
	2	4	1 "	3.05	3.75
	3	7	niet	3.61	6.45
	4	4	"	4.01	6.25
	5	6	1 mnd.	2.97	4.75
	6	6	4 "	3.40	5.38

Van deze uitkomsten hebben wij een correlatietabel samengesteld en hiervan de correlatiecoëfficiënt berekend voor het vetgehalte van de melk en het lipoïdphosphorgehalte van het bloed.

De beide koeien met aantekeningen in de tabel, verkeerden onder abnormale omstandigheden en hebben wij bij de berekening van de correlatiecoëfficiënt buiten beschouwing gelaten.

De eene koe, No. 26, heeft namelijk mond- en klauwzeer gehad en een ziek kwartier van den uier. Deze koe had het jaar daarvoor gemiddeld 3.50% melkvet.

De andere koe, No. 7, heeft geaborteerd. Daar zij slechts 3 jaar oud was, was er nog geen vorige melklijst bekend. We mogen dus veronderstellen, dat deze koe onder normale omstandigheden ook een hooger gemiddeld vetgehalte van de melk zou hebben.

mgr. lecithine-
phosphor per
100 cc. plasma

Correlatietabel voor het vetgehalte van de melk en het lipoïdphosphor-
gehalte van het bloed.

	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11	+12	
	2.50	2.75	3	3.25	3.50	3.75	4	4.25	4.50	4.75	5	5.25	5.50	5.75	6	6.25	6.50	6.75	7	7.25	7.50	7.75	8
-6			1																				1
-5										1													1
-4					1				1	1					1								4
-3						2			1														3
-2	1			1	1			2															5
-1					1	1	1		2														4
0					1				1	1	2		1										6
+1							1			2	1	1											5
+2											1		1										2
+3																1							1
+4										1				2									3
+5												1											1
+6									1														1
+7																	1						2
4																							1
39																							39

vetgehal-
te van de
melk in
%

Correlatie coëfficiënt is + 0.65 ± 0.093.

Uit onze berekeningen blijkt dus, dat er tusschen het lecithinephosphorgehalte van het bloed en het vetgehalte van de melk een correlatie bestaat en wel met een coëfficiënt van $+ 0.65 \pm 0.093$.

Aangezien onze lipoidphosphorbepalingen slechts bij ruim 40 koeien geschied zijn, verdient het aanbeveling om in deze richting verder te werken.

Door een onderzoek van vele dieren komt men waarschijnlijk tot nog betere resultaten, daar wij op ons kleine aantal nog te maken hadden met enkele abnormale gevallen, namelijk de reeds genoemde dieren met mond- en klauwzeer respectievelijk abortus-infectie.

Op grond van de zoeven genoemde publicaties, waarin aannemelijk gemaakt wordt dat het melkvet uit de phosphatiden gevormd zou worden, ligt het ook voor de hand, dat, indien er een correlatie tusschen melkvet en bloedlipoiden zal bestaan, dan toch zeker de lecithine voor een dergelijke correlatie wel het eerst in aanmerking zal komen.

Ten overvloede wijzen wij er nog op, dat al onze bepalingen in duplo geschied zijn.

Onze uitkomsten verschilden dan hoogstens 3%, waarvan wij dan telkens de gemiddelde uitkomst genoteerd hebben.

Hoewel onze onderzoekingen slechts 40 dieren betroffen, meenen wij toch, dat de gevonden correlatie, tusschen het lecithinephosphorgehalte van het bloed en het melkvet, ons een stap verder gebracht heeft om uit te maken of een dier de aanleg voor een goede melkvetproductie bezit.

De correlatiecoëfficiënt van 0.65 ± 0.093 is de hoogste, die tot nu toe gevonden is tusschen de één of andere anatomische of physiologische eigenschap van een koe en haar melk- en melkvetproductie.

Wij verkeerden bovendien in de gunstige positie, dat alle dieren van onze laatste onderzoekingen in dezelfde weide en onder dezelfde omstandigheden gehouden werden.

Wij meenen dan ook, dat een hoog lecithinephosphor- of lecithinegehalte van het bloed een goede aanwijzing is voor een goede fokwaarde der runderen.

Wij hopen daarom, dat er spoedig meerdere en uitgebreider onderzoekingen in deze richting gedaan zullen worden.

Het zou dan immers mogelijk zijn om door eenvoudig de jonge dieren op het lecithinegehalte van het bloed te onderzoeken, reeds op jeugdige leeftijd uit te maken of een kalf of pink in de toekomst een goede melkvetproducente zou worden.

Maar het grootste voordeel zou dan wel zijn, dat wij op deze wijze de fokwaarde der stieren zouden kunnen bepalen, wat tot op heden niet anders kon geschieden, dan door de beoordeeling van de nakomelingen, zoodat men van een stier eerst na jaren kon uitmaken, of hij de aanleg voor goede melkvetproductie op zijn nakomelingen kon vererven.

CONCLUSIES

Aan het einde van onze studie, over de correlatie tussen het melkvetgehalte en het bloedlipoïdgehalte bij dieren uit verschillende streken van ons land, kunnen wij onze bevindingen in het kort als volgt formuleren.

1. Door toevoeging van vethoudende stoffen aan het rantsoen zien wij het lipoïdgehalte van het bloed stijgen. Echter in veel langzamer tempo dan bij de mensch en de carnivoren.
2. Het lipoïdgehalte is afhankelijk van de leeftijd der dieren.
3. Er bestaat een zeer lage correlatie tussen het cholestérine-gehalte van het bloed en het vetgehalte van de melk (correlatiecoëfficiënt is 0.16 ± 0.092).
4. Er bestaat een zeer lage correlatie tussen het totaal lipoïdgehalte van het bloed en het vetgehalte van de melk (correlatiecoëfficiënt is 0.02 ± 0.104).
5. De fosphatiden moeten wij als de moederstof voor het melkvet beschouwen.
6. Er bestaat een vrij hoge correlatie tussen het lecithine-gehalte van het bloed en het vetgehalte van de melk (correlatiecoëfficiënt is 0.65 ± 0.093).

7. Wij meenen dat een hoog lecithinegehalte van het bloed, een goede aanduiding is voor de fokwaarde der dieren.
 8. Onze resultaten zijn niet in overeenstemming met die van *Leroy en Marcq*, neergelegd in het verslag van het Zoötechnisch congres te Luik 1930.
-

LIJST VAN DE GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- Adelsberg und Taubenhaus*: Blutdruck und Blutcholesterin. Bioch. Zeitschrift, Band 77. 1916.
- Ivor Bang*: Chemie und Biochemie der Lipoïde. 1911.
- Ivor Bang*: Ueber Lipaemie. Bioch. Zeitschrift, Band 90-91. 1918.
- Ivor Bang*: Ueber Cholesterinaemie. Bioch. Zeitschrift, Band 91. 1918.
- Ivor Bang*: Verfahren zur titrimetrischen Mikrobestimmung der Lipoidstoffe. Bioch. Zeitschrift, Band 91. 1918.
- Bauer*: Milchleistung usw. Zuchtungskunde, Band I, Heft 4. 1926.
- Baumann*: On the estimation of organic phosphorus. Journal of biol. chem. Vol. 59. 1924.
- Belin*: Bull. soc. chem. Biol., 1926, 8 - bladz. 1081.
- Bell and Doisy*: Estimation of phosphorus in blood. Journal of biol. chemie, Vol. 44. 1920.
- Benhamou et Gille*: Les variations de la cholesterinaemie. Compt. rend. de la Soc. de Biol., 1931, No. 26.
- Bernhard*: Cholesterol in Bloodserum. Journal of Biol. chem., Vol. 35. 1919. Vol. 36. 1919.
- Beumer*: Ueber Cholesterinebilanz. Zeitschr. f. d. ges. exp. med. Bd. 35. 1923.
- Bing und Heckscher*: Untersuchungen über Lipaemie. Bioch. Zeitschrift, Band 149. 1924.
- Bogert and Trail*: Studies in anorganic metabolism. Journ. of biol. chem. Vol. 54. 1923.
- Bonnier, Jorpes, Sköld*: A study of some blood components. Zeitschrift für Tierzuchtung, Bd. 13. 1929.
- Bloor*: Studies on blood fat. Journ. of biol. chemistry, Vol. 23. 1916.
- Bloor*: Cholesterol in blood. Journal of biol. chem. Vol. 24. 1916.
- Bloor*: Fat assimilation. Journal of biol. chem. Vol. 24. 1916.
- Bloor*: Bloodlipoids in diahetes. Journal of biol. chem. Vol. 26. 1916.
- Bloor and Mac Pherson*: Bloodlipoids in anaemia. Journal of biol. chem. Vol. 31. 1917.

- Bloor*: Bloodlipoids in nephritis. Journal of biol. chem. Vol. 31. 1917.
- Bloor*: Determination of phosphates in blood. Journ. of biol. chem. Vol. 36. 1929.
- Bloor*: Phosphates in blood. Journ. of biol. chem. Vol. 36. 1919.
- Bloor*: Bloodphosphates in Lipemia. Journal of biol. chem. Vol. 45. 1920.
- Bloor*: Lipemia. Journal of biol. chem. Vol. 49. 1921.
- Bloor*: Fatty acids of bloodplasma. Journal of biol. chem. Vol. 59. 1923.
- Bloor, Relkan and Allen*: Determination of fatty acids. Journal of biol. chem. Vol. 52. 1922.
- Briggs*: A modification of the Bell-Doisy phosphates method. Journal of biol. chem. Vol. 53. 1922.
- Cruzevska et Roussel*: Le cholesterol du serum de cheval. Compt. rend. de la Soc. de Biol. 1931, No. 13.
- Csonka*: Cholesterol in the blood. Journal of biol. chem. Vol. 24. 1916.
- Day and Bollinger*: On a simplified method. for cholest. The austral. Journ. of exp. biol. and med. Sciences, Vol. VII. 1930.
- Denis, von Meysenburg*: Note on a possible source or error in the Bell-Doisy method. Journal of biol. chem. Vol. 52. 1922.
- Denis and Minot*: Cholesterol in milk. Journ. of biol. chem. Vol. 36. 1919.
- Duerst*: Grundlagen der Rinderzucht, bladz. 490. 1931.
- Duerst*: Zuchtungskunde, Band II, Heft I. 1923.
- Ellenberger und Scheunert*: Lehrbuch der vergl. Physiol. der Haussäugtiere. 1925.
- Eckstein and Wile*: Lipoids in Xanthoma. Journal of biol. chem. Vol. 87. 1930.
- Eichholtz*: Ueber die Resorption von Lecithin. Bioch. Zeitschr. Band 144. 1924.
- Engeler*: Abschluss Verfahren in der Milch-Leistung. Zeitschr. f. Tierzucht, Band XII, Heft 2. 1928.
- Feigl*: Ueber das Vorkommen und Verteilung von Fetten. Bioch. Zeitschrift, Band 90. 1918.
- Feigl*: Verteilung von Fetten und Lipoiden. Bioch. Zeitschrift, Band 90. 1918.
- Fingerling*: Die Verwertung der Phosphor-verbindungen. Bioch. Zeitschrift, Band 37. 1912.
- Fingerling und Hecking*: Zur Frage der quantitativen Trennung der org. P.-verbind. Bioch. Zeitschrift, Band 37. 1912.
- Fleisch*: Die Genauigkeit der Bangschen Mikro methode. Bioch. Zeitschr. Band 177. 1926.
- Fleischman*: Lehrbuch der Chemie und Physiologie der Milch. Berlin 1926. 1920.

- Frog und Schmidt-Nielsen*: Die Fettsäureverteilung. Bioch. Zeitschrift, Band 127. 1922.
- Gärtner und Heidenreich*: Konstitution und Leistung, Züchtungskunde, Band 3, Heft 5. 1928.
- Geske*: Die Blutausrüstung Kühnarchive, Band 18. 1928.
- Götze*: Grundlagen und Aufgaben der Konstitution. Deutsche landwirtschaftl. Tierzucht No. 10. 1929.
- Götze*: Zeitschrift für Konstitutionslehre. IX. 1923.
- Gray*: Bloodcholesterol. Journal of biol. chem. Vol. 87. 1930.
- Grimmer*: Chemie und Physiologie der Milch. 1926. Berlin.
- Grumme*: Ueber die Möglichkeit den Fettgehalt zu steigern. Zeitschrift für experiment. Pathol. XIV. 1913.
- Grigaut*: Le cycle de la cholestérinémie. Paris 1913.
- Hecker*: Ueber Phosphor im stoffwechsel. Zeitsch. f. physiol. Chem. Band 129. 1923.
- Henning*: The lipoids of the blood in Tuberkulosis. Journal of biol. chem. Vol. 53. 1922.
- Hueck and Wacker*: Ueber die Beziehungen des Cholesterins. Bioch. Zeitschr. Band 100. 1919.
- Johansen*: Lipemia in haemorrhagic anemia. Journal of biol. chem. Vol. 88. 1930.
- Jordan and Jenter*: Agricult. exper. stat. Bull. 1897.
- Juler*: Beiträge zur Kenntnis der Afterzitzen des Rindes. Zeitschr. f. Tierzucht, Band X, Heft 3. 1927.
- Kahlenberg*: On some new color reactions of cholesterol. Journal of biol. chem. Vol. 52. 1922.
- Kaufmann und Mühlbock*: Funktion der Keimdrüse und Cholesterin usw. Klin. Wochenschrift, No. 15, 1931.
- Kawoguchi*: Einfluss von Lichtstrahlen auf gesamt Cholesterin. Bioch. Zeitschrift, Band 221. 1930.
- Kawoguchi*: Ueber das Verhalten des Gesamt Cholesterin. Bioch. Zeitschrift, Band 221. 1930.
- Kipp*: Variation in cholesterol in pneumonie. Journal of biol. chem. Vol. 44.
- Harold A. Kipp*: Pernicious Anemia, Journal of biol. chem. Vol. 43. 1920.
- Knudson*: Relationship cholesterol - cholesterolesters. Journal of biol. chem. Vol. 45. 1920.
- Kobus*: Bloedvet bij kinderen. Proefschrift, Leiden 1926.
- Krastelewsky*: Zur Methodik der kolorimetrischen Cholesterinbestimmung. Bioch. Zeitschr. Band 143. 1923.
- Kronacher, Böttger und Patow*. Der Rippenwinkel usw. Zeitschr. f. Tierzucht, Band XII, Heft 1. 1928.

- Kronacher*: Allgemeine Tierzucht IV. 1928.
- Kroon*: Waarde der Bloedlijnen. Tijdschr. v. Diergeneesk. Deel 50. 1923.
- Kroon*: De waarde der keuring op exterieur bij de beoordeeling der fokdieren. Tijdschr. v. Diergeneesk. Deel 50. 1923.
- Kroon*: Over den invloed van uitwendige factoren. Tijdschr. v. Diereneesk. Deel 46. 1919.
- Kroon*: De controle op de productie der koeien in Nederland. 1930.
- Kroon en v. d. Plank*: Eigenschapsanalyse bij het rund. Tijdschr. v. Diereneesk. Deel 50. 1923.
- Kumagawa und Suto*: Ein neues Verfahren usw. Bioch. Zeitschrift, Band 8. 1908.
- v. Leeuwen*: Onderzoekingen neutraal vetgehalte bij den mensch. Dissertatie, Leiden 1930.
- Lemeland*: Recherches chimiques. Bull. Soc. Biol. Vol. III. pag. 134.
- Leroy et Marcq*: Le taux butyreux sanguin etc. 1930.
- Letsche*: Aufarbeitung des Blutes usw. Abderhalden Abt. 4, Teil 3, Seite 613. 1923.
- Leupold*: Die Bedeutung des Cholesterins, Jena 1924.
- Leupold*: Bedeutung des Cholesterins Stoffwechsel. Centr. Blatt f. allgem. Pathol. und pathol. Anat. Bd. 33. 1923.
- Leupold und Bogendorfer*: Die Bedeutung des Cholesterins bei Infektionen. Centr. Blatt f. allgem. Pathol. Bd. 33. 1923.
- Löw*: Zur Methodik der Neutralfettbestimmung. Bioch. Zeitschr. Band 177. 1926.
- Lumière et Grange*: Influence du cholestérol. Compt. rend. de la soc. de Biol. 1931, No. 15.
- Johanna Maas*: Zur Kritik der mikrochemischen Fett- und Cholesterinbestimmung. Bioch. Zeitschr. Band 144. 1924.
- v. Malsburg*: Ueber Leistungsfaktor bei den Nutztieren. 15. Flugschrift der deutschen Ges. f. Züchtungsk. 1911.
- Mancke*: Cholesterinstoffwechsel. Bioch. Zeitschr. 231. 1931.
- Marti*: Studien über die Variation der Bluttrockensubstanz. Bern, 1924.
- Maynard, Harrison, McCay*: Changes in total fatty acids, phospho lipids-cholesterol during the lactation cycle. Grown of biol. chem. Vol. 92. 1931.
- Meigs, Blatherwick and Cary*: Phosphorus and Ca metabolism. Journal of biol. chem. Vol. 37. 1919.
- Merkulow*: Zur Morphologie des Lipoidstoffwechsels. Virchow's Arch. für pathol. Anat. Band 280, Heft 3. 1931.
- Milbradt*: Lipaemie-studien. Bioch. Zeitschrift, 223. 1930.
- Moleschott*: Lehre der Nahrungsmittel für das Volk. 1880.

- Mühlbock und Kaufmann*: Eine gravimetrisch Cholesterinbestimmung. Klin. Wochenschrift, No. 43. 1930.
- Myers and Wardell*: Estimation of cholesterol. Journal of biol. chem. Vol. 36. 1919.
- Neuschlosz*: Ueber den Lösungszustand des Cholesterins. Bioch. Zeitschrift, Band 225. 1930.
- Page, Posternack und Burt*: Einfluss des Insulins usw. Bioch. Zeitschr. Band 231. 1931.
- Page, Posternack und Burt*: Ueber Transport, Fette und Lipoide usw. Bioch. Zeitschrift, Band 223. 1930.
- Palacios Costa et Falsia*: La colessterina sanguina. Endocrinology. Vol. 14, No. 5. 1930.
- Parhon et Cahane*: Hyper cholestérinémie sérique. Compt. rend. hembd. de la soc. de Biol. 1930, No. 103.
- Parhon et Derevici*: Variations de la glycémies cholest. Compt. rend. de la Soc. de Biol. 1931, No. 17.
- Parhon et Werner*: Sur la teneur en cholestérol etc. Compt. rend. etc. 1931, No. 7.
- Pfeiffer*: Cholesterine im Strukturverbande. Bioch. Zeitschr. Band 230. 1931.
- Pfeiffer*: Ueber Cholesterine. Bioch. Zeitschr. Band 231. 1931.
- Pincussen*: Mikromethodik.
- v. d. Plank*: Onderzoek van bloed en endocrine organen uit zoötechnisch oogpunt. 1930.
- v. d. Plank*: Type van onze runderen. Tijdschr. v. Diergeneesk. Deel 54. 1927.
- v. d. Plank*: Bloedonderzoek in de Veeteelt. Tijdschr. v. Diergeneesk. Deel 54. 1927.
- Porcher et Maynard*: La graisse du sang et du lait. „Le Lait” Tome X. No. 97. 1930.
- Randles and Knudson*: Estimation of lecithin in blood. Journal of biol. chem. Vol. 53. 1922.
- Rappaport und Engelberg*: Mikromethod cholesterinbest. Klin. Wochenschrift, 1931. No. 15.
- Richardson*: Milchproduktionswerte. Zeitschr. f. Tierzüchtung, Band V, Heft 3. 1926.
- Richter*: Untersuchungen über das Rinderblut. Halle, 1924.
- Rievel*: Handbuch der Milchkunde. 1907.
- Lore and Rogers*: Fundamentals of Dairy Science. 1928.
- Rony and Ching*: Hormones and Fattransport. Endocrinology, Vol. 14, No. 5. 1930.

- Rothenberger, Nathan, Margor*: Ueber Cholesteringehalt. Centralbl. f. allgem. Pathol. usw. Bd. 33. 1923.
- Scheuermann*: Untersuchungen über Haemoglobin. Giessen, 1913.
- Schmitz und Koch*: Veränderungen des Blutphosphatide. Bioch. Zeitschrift, Band 223. 1930.
- Shimidzu, Yoshitaka*: Ein Betrag zur Kumagawa usw. Bioch. Zeitschrift, Band 28. 1910.
- Sinclair*: Influence of Growth on Phospholipids. Journ. of Biol. Chem. Vol. 88. 1930.
- Sjollem*: Korte schets der voederleer. Cultura 1913.
- Sjollem*: Voeding en Melkproductie. Cultura 1923.
- Sjollem*: De biochemisch belangrijke Org. P-verbindingen. 1915.
- Sjollem*: Ergebnisse und Probleme der modernen Ernährungslehre. 1922.
- Sjollem*: Ber. d. 5e Intern. Kongr. f. angew. Chemie. Berlin. 1903.
- Sjollem en v. d. Zande*: Synth. werking van de in de runderpens voorkomende bacteriën. Kon. Acad. v. Wetenschappen, No. 31. blz. 657.
- Stasiak*: Cholesterin usw. Bioch. Zeitschr. Bd. 144. 1924.
- Staub*: Ueber Mikromethode von Bang. Bioch. Zeitschr. Band 232. 1931.
- Stewart and White*: Estimation of fat in blood. Bioch. Journal, 1925, Vol. 19.
- Stockklausner*: Konstitutionsbegriff und Merkmale. Münchener tierärztl. Wochenschr. 1931, No. 40.
- Terroine*: La physiologie des substances grasses et lipoidiques. Annales des sciences natur. Ser. X, Tome III. 1920.
- Tietz-Lothar*: Verhalten der Cholesterine im Blut. Centralbl. f. allgem. Pathol. und path. Anat. Bd. 33. 1923.
- Thannhauser*: Ueber den Cholesterin-Stoffwechsel. Centralbl. f. allgem. Pathol. Band 33. 1923.
- Theorell*: Plasmalipoïde. Bioch. Zeitschrift, Band 223. 1930.
- Toman*: Ruwvezelvertering. Tijdschrift v. Dierengeneesk. Deel 57. 1930.
- Verkade und Coops*: Fettstoffwechsel. Bioch. Zeitschrift, 223. 1930.
- Warner and Edmond*: Bloodfat in Fowls. Journal of biol. chem. Vol. 31. 1917.
- Windaus*: Quantitative Bestimmung des Cholesterins. Hoppe-Seyler's, Zeitschrift, Bd. 65. 1910.
- Yayiro - Horiuchi*: Study in blood fat. Journal of biol. chem. Vol. 44. 1920.
-

U
19