

Bidrag til Kundskaben om Mælkens Æggehvidestoffer.

Af

John Sebelien.

Medens vort Kjendskab til Kaseinet i mange Henseender er ganske tilfredsstillende, have vi kun ganske ufuldstændige Oplysninger om Mælkens andre Æggehvidebestanddele. De mangelfulde Methoder til deres Fremstilling og Adskillelse samt det ufuldstændige Kjendskab til deres Egenskaber have ofte ført til Opstillingen af en Mængde nye Stoffer som selvstændige, native Mælkebestanddele, medens de i Virkeligheden enten kun ere ufuldstændig udfældte Rester af Kasein og Albumin, saaledes som Hammarsten¹⁾ har vist det for «Laktoproteinets» Vedkommende, eller ere Kunstprodukter, dannede under Paavirkning af kemiske Reagentier o. l., saaledes som de af Danilewsky og Radenhausen²⁾ anførte «Caseoalbumin- og Caseoprotalbin-stoffer». I den sidste Tid er Duclaux³⁾ gaaet til den anden Yderlighed, idet han ikke anerkjender Tilstedeværelsen af andre Æggehvidestoffer i Mælken end Kasein, hvoraf han antager tre Modifikationer: en fast, en opkvældet og en opløst, der kunne

¹⁾ Nordisk medicinsk Arkiv. 1876. Bd. VIII Nr. 10.

²⁾ Forschungen auf dem Gebiete d. Viehhaltung H. IX. 1880, samt Hammarsten i Zeitschr. für physiol. Chemie VII.

³⁾ Compt. rend. XCVIII. 1884.

skilles fra hinanden ved Filtrering gennem Filtrerpapir, resp. Lerceller, men som iøvrigt let kunne omdannes til hinanden indbyrdes.

Af det følgende vil fremgaa, at der i Mælken mindst findes 2 Æggehviteoffer, der ere væsentlig forskellige fra Kaseinet, selv om det ene af dem kun findes i en højst forsvindende Mængde.

Laktoglobulin.

I 1878 angav Engling¹⁾ ved Undersøgelsen af Raamælk af Tyrolerkøer, at naar først Kaseinet var fjernet med Løbe, blev der, ved i længere Tid at lede Kulsyre gennem den fortyndede Valle, udskilt et fnugget Bundfald, der opløste sig i en Opløsning af 5 % Kogsalt, og som han derfor betragter som Globulin. Senere har Hammarsten²⁾ udtalt den Formodning, at der i normal Mælk indeholdes et Globulin, [som kan udfældes med Magnesiumsulfat, efterat først alt Kasein er fuldstændig fjernet med Kogsalt. Da Spørgsmaalet efter de foreliggende temmelig utilstrækkelige Angivelser ikke kan betragtes som afgjort, har jeg, efter Prof. Hammarstens Opfordring, optaget det til nærmere Undersøgelse.

For at fjerne Kaseinet har jeg, foruden Mætning med Kogsalt i Substans, ogsaa anvendt Koagulation ved Hjælp af Løbe. I begge Tilfælde er det let at paavise Tilstedeværelsen af Globulinet; dog maa man iagttagte, at naar man foretager en Ostning af Mælken ved Løbe, faar man altid en lille Rest af udfældt Kasein (eller Ostemasse) i Vallen, hvilken maa bortskaffes for ikke at forstyrre Reaktionen.

Som Regel vil man holde sig til Fældningen med Kogsalt. Naar Mælken reagerer surt, neutraliseres (til amfoter Reaktion) nøjagtigt med Natron, og man mætter fuldstændigt ved under Omrøring at indbringe sædvanligt pulveriseret Bordsalt i Mælken.

¹⁾ Forschungen auf dem Gebiete d. Viehhaltung. H. 2. 1878. p. 96.

²⁾ Zeitschr. für physiolog. Chemie VII. 1883. p. 250.

Efter fuldstændig Mætning filtrerer man. Da Kaseinet maa antages at fældes fuldstændigt af Kogsalt, medens Globulinet kun fældes ufuldstændigt heraf, vil den sidste Substans altsaa kunne paa-vises i det erholdte Filtrat. Opvarmes dette, vil man konstant ved 35° C. erholde et fnugget Bundfald, der efter Udvaskning viser sig at bestaa hovedsagelig af fosforsur Kalk, men tillige af en ægghvideagtig Bestanddel, hvis Natur det ikke har været mig muligt at bestemme nærmere.

Naar man mætter Filtratet fra dette Bundfald med pulveriseret Magnesiumsulfat, opstaar altid et tydeligt fnugget Bundfald¹⁾. For at undersøge det saaledes udfældte Stof, samles dette paa Filtrum, befries ved Presning fra Moderlud, opløses atter i lidt Vand, og denne Opløsning fældes atter ved efter Filtrering at mættes med Magnesiumsulfat. Efter en saadan Rensning vil man i Reglen finde, at Stoffet er rent; det vil da af sin Opløsning kunne udfældes fuldstændigt ved Hjælp af Magnesiumsulfat, d. v. s. naar det paany fældes med det nævnte Salt, vil man ikke i Filtratet kunne opdage nogen Ægghvidesubstans ved de almindelige Reagenser.

Forat befries fra de medfølgende Rester af Magnesiumsulfat, opløses det to Gange bundfældede Stof i sin mindst mulige Mængde Vand, og underkastes Dialyse. Herved bliver Opløsningen mer eller mindre blakket, men klares atter fuldstændigt ved Tilsætning af lidt Kogsaltopløsning.

Ifølge disse Reaktioner synes det ganske sikkert, at det bemeldte Stof maa være et Globulin. — For at undersøge dets Natur nøjere, bestemte jeg dets Koagulationstemperatur i en Opløsning af 5—10% Kogsalt. Der indtraadte da altid en stærk Blakning ved ca. 72° C; Væsken blev fuldstændig mælkevid og uigjennemsigtig, men der indtraadte ikke nogen Koagulation før

¹⁾ En enkelt Gang erholdt jeg ved at gaa frem paa den angivne Maade intet Bundfald; dog ligger dette maaske nærmest i, at den anvendte Mælk (skummet Mælk) kan have været noget syrlig, [og ikke blev neutraliseret før Tilsætningen af Salt.

ved 74—76°. Koagulationens Indtræden kjendes tydeligt paa, at Bundfaldet da snart og let samler sig, medens Væsken bibeholder sit fuldstændig mælkede Udseende selv ved længere Tids Henstand, naar man afbryder Opvarmningen, inden Koagulationstemperaturen er naaet. Jeg har gjentaget disse Forsøg mange Gange med Præparater af forskjellig Fremstilling, men altid fundet Temperaturen indenfor det angivne Interval. — Den fundne Koagulationstemperatur stemmer gauske med hvad Hammarsten¹⁾ har fundet for Paraglobulinets Vedkommende. For at bevise Identiteten mellem disse to Stoffer vilde dog fordres Undersøgelsen af andre Egenskaber, navnlig af den optiske Drejnings-evne, der for Paraglobulinet er bestemt saavel af Hammarsten som af Frédéricq til ca. \div 47°. Imidlertid er det ikke lykkedes mig endnu at erholde saa store Mængder af Laktoglobulin (hvoraf man paa den angivne Methode kun vinder nogle faa mgr. pr. Liter Mælk), at jeg har kunnet anstille saadanne Forsøg. Af samme Grund har der naturligvis heller ikke kunnet være Tale om nogen Elementæranalyse af Stoffet.

Endnu fortjener dog følgende Forhold, som i det mindste tyder paa en overordentlig Analogi med Paraglobulinet, at omtales.

Opløsningen af det udsaltede Laktoglobulin giver nemlig ved Dialysen vel en Uklarhed, men ikke let noget tydeligt Bundfald. Heller ikke frembringer en forsigtig Tilsætning af yderst svag Eddikesyre noget kjendeligt Bundfald i den dialyserede blakkede Væske. Da nu baade Dialyse og svag Syre kun ere ufuldstændige Fældningsmidler for Globulinet, og dette kun er tilstede i yderst ringe Mængde, saa kunde man vel forklare Bundfaldenes Udebliven ad denne Vej. Imidlertid fremkomme de nævnte Bundfald tydeligt, naar man gaar en lignende Omvej, som Hammarsten gik ved Undersøgelsen af Paraglobulinet²⁾. I dette Øjemed mætter man Opløsningen af det med Magnesium-

¹⁾ Pflügers Archiv für Physiologie Bd. XVIII p. 64.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie VIII. p. 467.

sulfat en (eller to) Gange fældede Stof med Kogsalt i Substans, hvorved der fremkommer en ufuldstændig Fældning af Laktoglobulinet. Dialyserer man nu den vandige Opløsning af dette udpresede Bundfald, saa udskiller Globulinet sig i tydelige trevlede Fnug, der let opløse sig ved Tilsætning af lidt Kogsaltopløsning til en klar Væske. Denne bliver atter uklar ved stærkere Tilsætning af Vand, og Uklarheden forøges ved Tilsætning af et lille Spor af Eddikesyre. I den 10 % kogsaltholdige Opløsning af det saaledes behandlede Globulin indtraadte ved Opvarmning til 72° C. stærk Blakning og ved 74° C. udskiltes Bundfaldet i koaguleret Tilstand. — En anden Opløsning af det samme Stof mættedes med Kogsalt, hvorefter Filtratet fra det udskilte Bundfald samt Overskud af Salt gav yderligere Bundfald ved at mættes med Magnesiumsulfat. Globulinet bevarede altsaa sin Hovedegenskab: at fældes ufuldstændigt ved Kogsalt, fuldstændigt ved Magnesiumsulfat.

Hvad angaar Mængden af Laktoglobulin i Mælk, er det naturligvis ikke muligt endnu at anføre nogen kvantitativ Bestemmelse deraf. Da en Del af Globulinet fældes sammen med Kaseinet ved dets Udfældning med Kogsalt, vil den Mængde, der i Filtratet herfra kan udfældes med Magnesiumsulfat, kun være en lavere Grænse for den hele Mængde. Selv den Mængde, man kan indvinde ved den beskrevne Methode, ser jeg mig ikke i Stand til at angive nøjagtige Tal for; dog synes den at være noget vexlende, og navnlig at være noget større i Raamælk.

Det staar endnu tilbage at undersøge, hvorvidt det her som Laktoglobulin betegnede Stof muligvis kan være en udfældt Rest af urent Kasein. Det er nemlig tidligere paavist af Hammarsten¹⁾, at Kasein, som forurenes af visse Blodserumbestanddele (Lecithin?), antager flere af Globulinernes Egenskaber. I Betragtning af den Forbindelse, man i Reglen anser for bestaaende

¹⁾ Untersuchungen über die Faserstoffgerinnung. Nov. acta. reg. soc. sc. Ups. III ser. X vol.

mellem Blodet og Mælken, og den Identitet, man i Reglen antager mellem det i Blodet og det i Mælken værende Albumin, ligger det nær at gjøre den Bemærkning, at der rimeligvis ogsaa i Mælken findes saadanne Blodserumbestanddele, som kunne forurene en Del af Kaseinet, saaledes at dette viser sig med Globulinernes Egenskaber. En saadan Indvending bliver end yderligere naturlig, naar man erindrer, at Mælken virkelig ifølge Schmidt-Mülheim¹⁾ indeholder et paaviseligt Spor af Lecithin, og at dette Stof efter al Sandsynlighed er det virksomme ved den omtalte Forurening af Kaseinet.

Imidlertid maa det erindres, at et urent Kasein atter ved en enkelt Rensning antager sine oprindelige Egenskaber, og det er derfor meget lidt sandsynligt, at vort Laktoglobulin, som har været underkastet gjentagne Rensninger, endnu skulde indeholde saamegen Urenhed, at det kunde have nogen væsentlig Indflydelse.

Det er særligt med Hensyn til Opløselighedsforholdene, at det urene Kasein og Globulinet ligne hinanden; ligeledes mister Kaseinet i andre Henseender flere af sine væsentlige Egenskaber, f. Ex. sin Koagulationsevne for Løbe. Derimod foreligger der, mig bekjendt, intet om, hvorledes en kogsaltholdig Kaseinopløsning under saadanne Omstændigheder vil forholde sig i Varmen. Jeg undersøgte derfor, om en Kaseinopløsning kunde bringes til at koagulere ved Opvarmning paa den Maade og under saadanne Omstændigheder, som det er omtalt, at det som Laktoglobulin betragtede Stof gjorde.

I den Anledning opløstes rent Kasein (fremstillet efter Hammarstens Methode ved 3 Gange gjentagen Fældning med Eddikesyre) ved Hjælp af lidt Alkali i Vand til amfoter Reaktion, og blandedes med saamegen Kogsalt, at Opløsningen indeholdt 5—10 % Klornatrium.

Ved 5 % *NaCl* holdt Opløsningen sig fuldstændig klar lige

¹⁾ Pflügers Archiv XXX. p. 379.

til 100° , og taalte at koges uden at koagulere. — Ved 10% *NaCl* begyndte Væsken at opalisere ved ca. 75° C, blev meget stærkt mælklet ved ca. 82° , men kunde forresten opvarmes til 100° , uden at der indtraadte nogen Koagulation. Tvertimod klarede Væsken sig fuldstændigt, naar den toges ud af Vandbadet og afkøledes, medens der atter ved fornyet Opvarmning indtraadte en stærk Blakning, der fuldstændig saa ud som en fra Væskens Overflade begyndende Koagulation, der efterhaanden trængte længere og længere ned. Paa denne Maade kunde man gjentagne Gange, tilsyneladende uden Skade, vekselsvis blakke og klare Opløsningen, men en Koagulation indtraadte ikke. Derimod iagttoges ved dette Forsøg under Væskens Afsvaling og Klaring en hel Mængde tunge, gjennemsigtige, stivelsekornsagtige Legemer, der hurtigt sank ned gennem Væsken, for dog atter at forsvinde ved fuldstændig Afkøling.

Til Kontrol undersøgte, om urent Kasein forholdt sig paa samme Maade. Til den Ende anvendtes et Kasein, der var fremstillet ved at blande en Opløsning af rent Kasein med Blodserum, der ved Fortynding med 9 Vol. Vand og lidt Eddikesyre var saa godt som frit for Paraglobulin. Det ved Sammenblandingen fældede meget urene Kasein vaskedes flere Gange ved Dekantation, opløstes derpaa ved Hjælp af lidt Alkali i Vand og anvendtes til Koagulationsforsøg. Da det anvendte Serum ifølge den anførte Fremgangsmaade endnu indeholdt noget Paraglobulin (som kun fældes fuldstændigt ved Magnesiumsulfat), saa var det tænkeligt, at ogsaa det udfældte Kasein kunde indeholde et Spor af Globulin, saa at et positivt Resultat af Koagulationsforsøgene ikke vilde bevise, at Kaseinet er i Stand til at koagulere under disse Forhold.

Imidlertid viste det sig, at ved Opvarmning af en saadan Opløsning, som indeholdt dels 5%, dels 10% Kogsalt, indtraadte allerede ved forholdsvis lav Temperatur (40 — 50° C.) et grumset Udseende; den 10% kogsaltholdige Væske blev ved 65° C. meget stærkt blakket, men iøvrigt taalte begge Opløs-

ningerne at opvarmes til Koghede uden at koagulere. Ved Afkølingen indtraadte en Klaring af Væskerne, med Undtagelse af det grumsede Udseende, der viste sig at hidrøre fra et lignende kornet Bundfald som ved Forsøgene med rent Kasein, men det forsvandt ikke som hist ved videre Afkøling.

Disse Forhold frembyde ikke noget mærkværdigt, naar man tager i Betragtning, at saavel det anvendte Kogsalt, som især det urene Kasein indeholdt Kalk (og Fosforsyre). Ved Opvarming af en Opløsning af Kasein, som indeholder fosforsur Kalk, vil der altid ved en vis Temperatur (som ligger desto lavere, jo mere der findes af det nævnte Salt) indtræde en Blakning, undertiden endog (ved tilstrækkelig Mængde Kalksalt) et Bundfald af Kaseinkalkfosfat (Hammarsten), som ikke altid opløser sig igjen ved Afkøling.

Hvorvidt det i Mælken forekommende Globulin er et særligt Laktoglobulin eller det er identisk med Paraglobulin, er naturligvis ikke muligt at sige. Kun saa meget er sikkert, at i de undersøgte Egenskaber stemmer det fuldkomment med Paraglobulinet; men for at afgjøre dette Spørgsmaal vil det være nødvendigt, ogsaa at undersøge andre Egenskaber, navnlig Drejningsevnen for det polariserede Lys og den elementære Sammensætning, — noget, som jeg dog hidtil har været hindret i af Mangel paa Materiale.

Laktalbumin.

De Oplysninger, der foreligger i Literaturen om Albuminet i Mælken ere ganske tarvelige. Saavidt mig bekendt, indskrænker vor Kunskab til dette Stof sig til, at der efter Kaseinets Udfældning af Mælken (ved Eddikesyre, Løbe eller andre Midler) reterer i Vallen et Æggehvidestof, der fældes ved Ophedning til Kogning. Dette Stof, som ved sin Fældningsmaade er karakteriseret som henhørende til de egentlige Albuminer, har man, da der ikke var Grund til andet, betragtet som identisk med det i Blodet forekommende Serumalbumin.

Engling angiver saaledes i sin tidligere nævnte Afhandling¹⁾, at Albuminet saavel i Raamælk som i normal Mælk er identisk med Serumalbuminet og adskiller sig fra Ægalbuminet ved sit mindre Indhold af Svovl. I en senere Afhandling²⁾ meddeler han Analyser af Laktalbumin, som han har fremstillet ved direkte Koagulation af Vallen fra Ost, og angiver herved at have fundet en forskjellig S sammensætning i Laktalbuminet i Raamælk og i normal Mælk. Ligeledes have Musso og Menozzi³⁾ fremstillet koaguleret Albumin af Ostevalle og anføre dets elementære S sammensætning. Imidlertid maa det bemærkes, at man ved Koagulation af Valle, denne maa da være fremstillet ved frivillig Sammenløbning af Mælk eller ved Fældning med Syre eller med Løbe, ikke faar noget rent Produkt; thi dels vil Albuminet med-rive uudfældte Kaseinrester o. desl., dels vil det neppe kunne erholdes fedtfrit ved de Methoder, der ere anvendte ved de nævnte Arbejder.

Saalænge man ikke kan erholde Laktalbuminet anderledes end i koaguleret Tilstand, er det ikke skikket til Undersøgelse. Det gjaldt derfor om at fremstille det rent i opløselig Form, eller i al Fald isolere det saaledes, at dets Egenskaber kunde bestemmes. I dette Øjemed benyttede jeg særligt en Methode, der er antydet af Hammarsten⁴⁾ til at fremstille Serumalbuminet af Blod. Han fandt nemlig⁵⁾, at efterat alt Paraglobulin var fjernet af Blodserum ved Mætning med Magnesiumsulfat ved 30° C., kunde Serumalbuminet fældes af det med Salt mættede Filtrat med Eddikesyre ved almindelig Temperatur og derefter renses ved Dialyse efter Opløsning i Vand og Neutralisering.

Jeg mættede derfor enten Mælken direkte med Magnesium-

1) Forschungen auf dem Gebiete d. Viehhaltung. H. 2. 1878.

2) Jahresber. d. landwirthsch.-chem. Versuchsstation des Landes Vorarlberg in Tisis. 1882.

3) Forschungen auf dem Gebiete d. Viehhaltung. H. 3. 1878.

4) Zeitschr. f. physiol. Chemie VIII,

5) l. c. pg. 496.

sulfat, eller benyttede det Filtrat, jeg erholdt ved successivt at udfælde først Kaseinet med Kogsalt, derpaa Globulinet med Magnesiumsulfat, og den saaledes fuldstændig kasein- og globulinfri, med Salt mættede Væske fældedes da med Eddikesyre, hvorved der altid opstod et rigeligt Bundfald. Ifølge Hammarsten taaler en Serumalbuminopløsning indtil 1 % Eddikesyre uden at lide nogen Forandring¹⁾; jeg har i Reglen anvendt $\frac{1}{4}$ % Eddikesyre og opnaat en fuldstændig Fældning hermed. Ved Anvendelse af 0,075—0,20 % Syre fik jeg derimod altid i Filtratet en yderligere Fældning med mere Syre. Det synes, som om den til Bundfaldets Fremkaldelse og fuldstændige Udfældning nødvendige Syremængde afhænger noget af Opløsningens Styrke. Medens jeg nemlig ved at behandle almindelig sød Mælk paa den angivne Maade altid fik et (om end ufuldstændigt) Bundfald med 0,1 % Eddikesyre, saa maatte jeg ved et Forsøg med Raamælk tilsætte 0,20 % Eddikesyre, inden Bundfaldet begyndte at komme, og ved 0,25 % Syre var Bundfældningen endnu kun yderst ufuldstændig; efter Tilsætning af 0,5 % Syre fældedes derimod ikke mere. Iøvrigt viste der sig ikke nogen Forskjel paa Bundfaldets Egenskaber, hvad enten man, indenfor de angivne Grænser, benyttede mer eller mindre Syre til Fremstillingen.

Det udskilte Bundfald, som havde en geléagtig Konsistens, samledes paa Filtre, og efter tilstrækkelig Afdrypning pressesedes det mellem Filtrerpapir for at befries fra Moderlud. Det oplødtes derpaa tilligemed Filtret i Vand, neutraliseredes nøje med Natron, og den derved erholdte Opløsning viste ved efter Filtrering paany at mættes med Magnesiumsulfat kun sjældent noget Bundfald. Imidlertid foretoges stedse 1 à 2 Rensninger af Laktalbuminet ved at mætte den erholdte Opløsning med Magnesiumsulfat og derpaa fælde med $\frac{1}{4}$ % Eddikesyre som ovenfor. Ved denne 2den og 3dje Fældning viste det sig, at

¹⁾ Johansson har fundet, at man uden Fare endog kan gaa indtil 2 % Eddikesyre i den med Salt mættede Albuminopløsning. (Upsala läkareförenings förhandlingar XX. 1885. p. 101.)

$\frac{1}{4}$ % Syre altid var tilstrækkelig til fuldstændig Fældning. Til sidst opløstes Bundfaldet i et Minimum af Vand og underkastedes derpaa en kraftig Dialyse i de af Kühne anbefalede lukkede Sække af Pergamentpapir. Først dialyseredes imod Vandledningsvand, tilsidst imod destilleret Vand. Naar Væsken under Dialysen blev særdeles fortyndet, koncentreredes den ved 30—40° C. paa Urglas og underkastedes derpaa en fornyet Dialyse. Den saaledes erhholdte muligst saltfri Opløsning af Laktalbumin blev dels benyttet direkte til Undersøgelse, dels fældet med et stort Overskud af Alkohol (97° Tr.), hvorefter Bundfaldet filtreredes hurtigt og vaskedes først med stærk Alkohol, derpaa med Æther. Efter Presning, Finrivning og Tørring erhholdt man da Laktalbuminet som et fint hvidt Pulver, der ved omhyggeligt Arbejde viste sig at være fuldstændig opløseligt i Vand.

En Opløsning af rent Laktalbumin gav ikke Spor af Bundfald ved Mætning med Magnesiumsulfat 40° C., ikke heller med Natriumsulfat ved almindelig Temperatur, derimod vel, naar man mætter med dette Salt ved 30° C. Ammoniumsulfat i Substans fælder Stoffet ved almindelig Temperatur. Et Spor af Eddikesyre frembragte intet Bundfald i den saltfattige Opløsning ved almindelig Temperatur, derimod vel i Koghede.

Koagulationstemperaturen bestemtes saavel for den saavidt muligt saltfri Opløsning, saaledes som den erhholdtes ved Dialysen, som ogsaa for denne Opløsning efter Tilsætning af Kogsalt, hvorved det viste sig, at en Forøgelse i Saltmængden ogsaa forhøjede Koagulationstemperaturen. Den dialyserede Opløsning indeholdt 2—3 % Albumin og ca. 0,06 % Aske, og Koagulationen indtraadte i saa Fald ved 72° C., efterat Væsken allerede ved ca. 62—67° havde været stærkt opaliserende.

1. En Opløsning indeholdt 3,3 % Laktalbumin og 0,065 % Aske; den blev opaliserende ved 67° C., koagulerede ved 72° C. Efter Blanding med saa meget Kogsaltopløsning, at Blandingen indeholdt 0,5 %, indtraadte Opalescensen ved 70°, Koagulationen

ved 72° , og ved et Kogsaltindhold af 5 % indfandt Opalescensen sig først samtidig med Koagulationen ved 78° .

2. En anden Opløsning med 2,2% Laktalbumin og 0,015 % Aske deltes i to Portioner, som blandedes med saa meget Kogsalt, at de indeholdt resp. 2,5 og 5 % Kogsalt. Derved indfandt Opalescensen sig ved resp. 70 og 80° , og Koagulationen ved resp. 80 og 84° .

Alle disse Forhold stemme fuldstændig med, hvad Starke¹⁾ fandt for Serumalbuminets Vedkommende. Desio mere paa-faldende var det Resultat, jeg fik ved Bestemmelsen af Laktalbuminets specifikke Rotation. Der anvendtes hertil et Wild's Polariskop og Aflæsningerne skete for Natriumlys 5—10 Gange i hver af de tre Kvadranter (idet Apparatets fjerde Kvadrant viste sig at give unøjagtige Resultater).

	fast Stof i 10 cc.	heraf Glødnings- rest.	Rørets Længde.	Gjennemsnit af Aflæsningerne i hver af tre Kvadranter.			$[\alpha]_D$
a	0,220 gr.	0,0015 gr.	20 cm.	$\div 1^\circ,60$	$\div 1^\circ,56$	$\div 1^\circ,66$	$\div 36^\circ,6$
b	0,332 gr.	0,0065 gr.	20 cm.	$\div 2^\circ,40$	$\div 2^\circ,40$	$\div 2^\circ,40$	$\div 36^\circ,4$
c	0,423 gr.	0,012 gr.	10 cm.	$\div 1^\circ,57$	$\div 1^\circ,50$	$\div 1^\circ,48$	$\div 36^\circ,98$

a er et Laktalbumin fremstillet af Raamælk, b og c hidrøre fra normal Mælk. Ifølge de anstillede Forsøg skulde altsaa Drejningsevnen for Laktalbumin være ca. $\div 37^\circ$. Da Starke (l. c.) for Serumalbumin af forskjellig Afstamning fand $[\alpha]_D$ beliggende mellem $\div 60^\circ$ og $\div 64^\circ$, forbausede mit Resultat mig en Del. Den almindelig antagne Identitet af Serumalbumin og Laktalbumin syntes ikke at bekræftes herved. Vel kan man indvende, at det af mig undersøgte Laktalbumin stammer fra Komælk, medens det af Starke undersøgte Serumalbumin var fremstillet dels af Hydrocelevæske, dels af Ascitesvæske, dels af Hestblodserum, men derimod ikke af Oxebloodserum; og man kunde da tænke

¹⁾ Upsala läkareförenings förhandlingar XVI. p. 620

sig, at Serumalbuminet i Oxeblood og Hesteblood ikke er ganske identiske, navnlig da, ifølge Frédéricq¹⁾ Serumalbuminet i Hundeblood har en betydelig mindre Drejningsevne end i andre Bloodsorter. Imidlertid foreligger der ogsaa af Frédéricq²⁾ Bestemmelser af $[\alpha]_D$ for Serumalbuminet i Oxebloodserum, hvilken Størrelse han angiver som beliggende mellem $\div 55^\circ$ og $\div 56^\circ$. Selv om man nu antager, at Frédéricqs Præparater have været stærkt forurenede af Paraglobulin, hvad man ifølge den af ham benyttede Fremgangsmaade vel kan være berettiget til, saa følger dog deraf, at $[\alpha]_D$ for Serumalbuminet i Oxeblood maa nærme sig til $\div 60^\circ$, da Paraglobulinet med sin Drejningsevne af $\div 48^\circ$ kun kan forringe Drejningsevnen af Serumalbuminet.

En væsentligere Indvending vilde det derimod være, at Laktalbuminet muligvis ifølge Fremstillingsmetoden kunde tænkes at have undergaaet en Forandring ved de gjentagne Udfældninger med Syre. Skjøndt dette ikke er sandsynligt, eftersom Drejningsevnen netop forøges ved Dannelsen af Acidalbumin³⁾, og desuden Acidalbuminerne ikke ere opløselige i neutrale Saltopløsninger og følgelig vilde udfældes ved Væskens Mætning med Magnesiumsulfat, saa forekom det mig dog nødvendigt at anstille et Kontrollforsøg, saa meget mere som det af Starke fremstillede Serumalbumin var fremstillet uden Anvendelse af Syre.

Jeg fremstillede derfor et Laktalbumin analogt med Starkes Serumalbumin, hvorved enhver tænkelig Forandring ved Syre blev undgaaet. Efter Mælkens Bundfældning med Magnesiumsulfat, mættedes Filtratet ved 40°C . med fint pulveriseret Natriumsulfat. Det herved fremkomne Bundfald frafiltreredes ved 40°C . og opløstes i Vand, og denne Opløsning mættedes atter med Magnesiumsulfat og behandledes som ovenfor. Den vandige

¹⁾ Archive de biologie Vol. II. 1881.

²⁾ ib. Vol. I. 1880.

³⁾ Hoppe-Seyle: Handb. d. physiol.-chem. Analyse. 5. Aufl. p. 269.

Opløsning af det saaledes ved Natriumsulfat i Varmen fældede Laktalbumin dialyseredes skarpt, og viste sig derefter at have ganske samme Egenskaber, som om det var fremstillet ved Fældning med Syre af den mættede Saltopløsning.

Ved Koagulationstemperaturens Bestemmelse, fandtes for den

	saltfri Opl.	med 0,5 % <i>NaCl</i>	med 5 % <i>NaCl</i>
Opalesc.	62° C.	67°	80°
Koagul.	72°	77°	84°

Den samme Opløsning anvendtes til Bestemmelse af Drejningsevnen, med følgende Resultat:

fast Stof i 10 cc.	heraf Glødningsrest.	Rørets Længde.	Gjennemsnit af Aflæsningerne i hver af 3 Kvadranter.				$[\alpha]_D$
0,312 gr.	0,007 gr.	20 cm.	÷ 2° ₃₃	÷ 2° ₃₅	÷ 2° ₂₇	÷ 38° ₀	

hvilket vel maa anses for tilstrækkelig overensstemmende med de foranstaaende Bestemmelser til at vise, at Laktalbuminet ikke har undergaaet nogen Forandring ved Udfældningen med Syre.

For at kontrollere den Mulighed, at Laktalbuminets ringe Drejningsevne kunde tænkes hidrørende fra en Forurening med det højredrejende Mælkesukker, prøvedes den erhholdte Opløsning ved Kogning med Natron og en Draabe Kobbersulfat, men selv efter Henstand til den paafølgende Dag erholdes ikke Spor af Reduktion.

Til yderligere Sammenligning fremstillede jeg en ren Serumalbuminopløsning af Oxebloodserum paa samme Maade som Starke under udelukkende Anvendelse af Neutralsalt. Efter Saltenes Fjernelse ved Dialyse bestemtes Stoffets Drejningsevne (I). Den hertil benyttede Opløsning mættedes derefter med Magnesiumsulfat og fældedes da med 0,25 % Eddikesyre, hvorefter Bundfaldet frafiltreredes, pressedes, opløstes i Vand, neutraliseredes og befriedes for Salt ved Dialyse. Opløsningen undersøgte derefter i Polariskopet (II).

	fast Stof i 10 cc.	heraf Glødnings- rest.	Rørets Længde.	Gjennemsnit af Afæsningerne i hver af 3 Kvadranter.			$[\alpha]_D$
I.	0,207 gr.	0,003 gr.	10 cm.	$\div 1^\circ,28$	$\div 1^\circ,24$	$\div 1^\circ,28$	$\div 62^\circ,6$
II.	0,2345 gr.	0,0015 gr.	10 cm.	$\div 1^\circ,41$	$\div 1^\circ,40$	$\div 1^\circ,40$	$\div 60^\circ,1$

Der kan saaledes ingen Tvivl være om, at Laktalbuminet virkelig har en væsentlig mindre Drejningsevne end Serumalbuminet, og at dette altsaa ikke, lige saa lidt som de fleste andre af Blodets Bestanddele, træder uforandret over i Mælken, men i Mælkekjertlen lider en væsentlig Omdannelse.

Idet Duclaux betragter alle Mælken's Æggehvide-stoffer og navnlig Laktalbuminet som Modifikation af Kasein¹⁾, kun adskilende sig fra dette ved forskjellig Opløselighed og lignende fysiske Forhold, vil det være berettiget at sammenligne disse to Stoffer noget nærmere. Ifald Duclaux har Ret, maa den elementære Sammensætning være ens for Kasein og Laktalbumin. Det til Analyse anvendte Laktalbumin blev, for at befries for et muligt Indhold af Lecithin udkogt gjentagne Gange med varm Alkohol.

0,3545 gr. Substans efterlod 0,004 gr. Aske \div 1,13 % og gav 0,6745 gr. CO_2 , d. e. i den askefri Substans 52,19 % C. samt 0,2265 gr. H_2O , d. e. 7,18 % H.

0,337 gr. Substans gav 43,3 cc. N. ved $4^\circ,5$ C. og 750 mm., d. e. i askefrit Stof 15,77 % N.

1,135 gr. Substans gav 0,141 gr. $BaSO_4$, d. e. 1,71 % S. eller i askefri Substans 1,73 % S. samt 0,0075 gr. $Mg_2P_2O_7$, d. e. 0,18 % P.

Selv om man ikke vil tillægge det nogen væsentlig Betydning, saa kan det dog bemærkes, at Kulstofmængden i rent

¹⁾ I en Afhandling betitlet «Ueber die Eiweisskörper der Milch» i «Mittheilungen der amtlichen Lebensmittel-Untersuchungs Anstalt zu Wiesbaden 1883—84» kommer Pfeiffer til et lignende Resultat som Duclaux, idet han skjæler mellem et a-, b-, c- og d-Kasein, og henferer samtlige Mælken's Æggehvide-stoffer til en af disse Modifikationer. Hans Slutninger savne dog al videnskabelig Begrundelse og turde være tilstrækkelig modbeviste ved det foreliggende.

Kasein er i Middeltal 53 % og under ingen Omstændigheder gaar saa langt ned, som her er fundet for Laktalbuminet.

Større Interesse har derimod Bestemmelsen af Svovl og Fosfor. Disse Bestemmelser udførtes efter den af Hammarsten angivne Methode¹⁾ ved at destruere Stoffet med Salpetersyre, inddampe til Tørhed, tilsætte Overskud af kulsurt Natron og efter fornyet Indtørring fuldende Iltningen ved Ophedning under Tilsætning af lidt Salpeter. I den iltede Masse bestemtes Svovlsyren som svovlsur Baryt under Iagttagelse af alle Forsigtighedsregler, og i Filtratet herfra fældedes Overskud af Klorbaryum med Magnesiumsulfat, og i det ny Filtrat udskiltes Fosforsyren som fosforsur Magnesia-Ammoniak efter Væskens Overmætning med Ammon. Dette Bundfald opløstes atter i lidt Salpetersyre, fældedes med Molybdænvæske efter sædvanlige Regler, hvorpaa Fosforet endelig bestemtes som Magnesiasalt.

Da Kaseinets ringe Indhold af Svovl (0,7—0,8 %) maa anses hævet over enhver Tvivl²⁾, have vi her en væsentlig Forskjel mellem de to Mælkeæggehvidestoffer. Man kunde nu maaske indvende, at Laktalbuminets Indhold af Svovl er fundet for højt, da der ved Stoffets Præparation næsten udelukkende er anvendt Sulfater, som ikke atter ere blevne fuldstændig fjernede ved Dialysen. Hertil maa vi svare, at saavel ved det her omtalte Præparat, som ved flere andre Præparater blev (den stedse alkalisk reagerende) Aske undersøgt kvalitativt og viste da at indeholde kun et meget ringe Spor af Svovlsyre, men derimod overvejende Mængder af Kalk og Fosforsyre. Selv om vi imidlertid ville regne, at hele Askemængden kun bestod af svovlsur Magnesia, vilde dette bevirke, at Svovlmængden i Laktalbuminet vilde synke til 1,41 %, allsaa endnu omtrent dobbelt saa meget som i Kaseinet. — I et andet Præparat af noget mindre Renhed (med 2,6 % Aske) fik jeg af 0,757 gr. Substans 0,105 gr. Ba. SO_4 , d. e. beregnet paa askefri Substans 1,96 % S., eller naar al Asken regnes for svovlsur Magnesia 1,58 % S.

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie VII. p. 257 o. fr.

²⁾ cfr. Hammarsten i Zeitschr. f. physiol. Chemie X Bd.

Ved sit forholdsvis høje Indhold af Svovl slutter Laktalbuminet sig saavel til Serumalbuminet som til Ægalbuminet¹⁾, medens det skiller sig fra Kaseinet.

Det ringe Indhold af Fosfor tyder ligeledes paa en Forskjel fra Kaseinet, som indeholder 0,8 % P. De egentlige Albuminer (Serumalbumin og Ægalbumin) anses i Reglen for fosforfri. Det vil vel ogsaa være det rimeligste at betragte det i Laktalbuminet bestemte Fosfor som hidrørende fra en ringe Forurening med Fosfater. Paa Grund af Mælkens oprindelige Indhold af fosforsur Kalk og Vanskeligheden ved at fjerne disse Askebestanddele, som vi altid i kjendelig Mængde have kunnet paavise ved Stoffets Indaskning, sandsynliggjøres dette i høj Grad. Beregne vi hele Askemængden ved det nævnte rene Præparat som $Ca_3P_2O_8$, ville vi finde, at 1,3 % Aske, d. e. 13 mgr., skulle indeholde 2,6 mgr. P., medens Analysen gav 2,1 mgr. P. Dette stemmer med, at der i Asken kun kunde paavises et ringe Spor af Svovlsyre. — Det ligeledes omtalte mindre rene Præparat gav ved Analysen af 0,757 gr. Substans 0,005 gr. $Mg_2P_2O_7$ γ : 1,4 mgr. P. eller 0,16 % P. I dette Tilfælde vilde de 2,6 % γ : 20 mgr. Aske beregnede som $Ca_3P_2O_8$ forde 4 mgr. P., altsaa en Del mere end Analysen gav, stemmende med at i dette Fald var den kvalitative Reaktion paa Svovlsyre i Asken kjendelig stærkere end ovenfor.

Endnu skal kun bemærkes, at da samtlige kjendte fosforholdige Æggehvide-stoffer ere Nucleoalbuminer, vilde det være at vente, at ogsaa Laktalbuminet, saafremt det indeholdt Fosfor som væsentlig Bestanddel, maatte forholde sig som et Nucleoalbumin. Ved imidlertid at digerere en svag saltsur Opløsning af Laktalbumin med et stærkt pepsinholdigt Glycerinextrakt paa Hønsesmave i Løbet af et Døgn ved 40° C., viste der sig aldeles ingen Udskillelse af Nuclein.

Sammenlignes den foreliggende Elementæranalyse med de tidligere af Musso & Menozzi og af Engling, da finder man

¹⁾ Starke. l. c.

	Musso og Menozzi	Engling.		Sebelien.
		norm. Mælk.	Raamælk.	
C	53,74	54,25	54,68—53 3	52,19
H	5,95	7,19	7,16—7.5	7,18
N	15,52	14,76	15,43—15 2	15,77
S	1,55	1,33	1.18—1;1	1.73

en betydelig Forskjel. Desværre ser jeg mig ikke i Stand til at meddele mere end den ene fuldstændige Analyse (en Kvælstofbestemmelse efter Kjeldahls Methode paa et noget mindre rent Præparat gav 15,66 % N.), men Bestemmelserne ere udførte med den størst mulige Omhu, saa at Afvigelserne fra de tidligere Analyser neppe kan søges i analytiske Fejl. Hvorvidt de høje Tal for Kulstofmængden og de lave Tal for Kvælstof- og Svovlmængden i de ældre (indbyrdes ganske afvigende) Analyser foruden at hidrøre fra, at det af Vallen direkte koagulerede Albumin ikke er rent Laktalbumin, ogsaa maaske kan bero paa, at det koagulerede Albumin virkelig har en anden Sammensætning end det ukoagulerede, formaar jeg ikke endnu at udtale mig om.

De nævnte tre fremmede Analytikere have ved Bestemmelsen af Kulstof og Brint betjent sig af Forbrænding med Blykromat, medens jeg forbrændte med Kobberilte i Iltstrøm. Skulde der imidlertid herved være bleven dannet noget Svovlsyring, som var bleven tilbageholdt i Absorptionsrørene i mit Forsøg, saa maatte Afvigelsen for min Analyse netop gaa i modsat Retning.

Den mulige Forskjel i elementær Sammensætning mellem Laktalbuminet i Raamælk og i normal Mælk har jeg ikke undersøgt, da Præparaterne viste sig ens i optisk Henseende, men det hindrer naturligvis ikke, at en saadan Forskjel kan existere¹⁾.

Til Slutning maa jeg tillade mig at udtale min Tak til Hr. Prof. Hammarsten for den Liberalitet, hvormed han har stillet sit Laboratorium til min Raadighed, som overhovedet for den Velvillie, hvormed han har ledet mit Arbejde.

¹⁾ I Forbindelse hermed kan jeg anføre, at jeg i Kasein af Raamælk har fundet 15,7 % N., 0,73 % S. og 0,72 % P., altsaa ganske overensstemmende med Kasein i normal Mælk.