LV årg. 1946 N:o 1—2 LV vuosik.

FINSKA KEMISTSAMFUNDETS MEDDELANDEN

SUOMEN KEMISTISEURAN TIEDONANTOJA

INNEHÅLL:

SISÄLTÖ:

HELSINGFORS — HELSINKI
FINLAND — SUOMI

FINSKA KEMISTSAMFUNDETS MEDDELANDEN

SUOMEN KEMISTISEURAN TIEDONANTOJA

LV årg. 1946 N:o 1—2 LV vuosik.

INNEHÅLL:

SISÄLTÖ:

Finska Kemistsamfundet — Suomen Kemistiseura

Möte — Kokous.
13. II. 1946.

§ 1. Ordföranden, dr. C. W. Chydenius, tackade för det förtroende som visats honom genom att välja honom till ordförande.

§ 2. Till ny medlem invaldes med styrelsens enhälliga förord ing. Ruben von Konow föreslagen av dr. Nybergh och dr. Smedslund.

§ 3. Årsberättelsen, bokslutet och revisionsberättelsen föredrogos och godkändes varefter vederbörande beviljades ansvarsfrihet.

§ 4. Mag. R. Waller höll härefter ett föredrag om *»försök att regenerera motoroljor med inhemsk blekjord»*, vilket skall ingå i Meddelandena. I anledning av föredraget yttrade sig dr. Forsman och föredragaren.

§ 5. Dr. H. Tötterman höll härefter ett föredrag om *»areometermetoden för bestämning av kornstorleken hos jordarter bl. a. kaolin»*, vilket även införes i Meddelandena. I anledning av föredraget yttrade sig ing. Frosterus och föredragaren.

§ 6. Sekreteraren föredrog en tacksägelseskrivelse som samfundet fått mottaga av dr. Enkvist och i vilken han donerade det Alfthanpris för fjolåret, som tilldelats honom, till samfundet att enligt sekreterarens prövning användas för under 35 år gamla medlemmars utgifter i samband med deras verksamhet inom samfundet. Sekreteraren fick i uppdrag framföra samfundets tack till dr. Enkvist.

Möte — Kokous.

22. III. 1946.

§ 1. Ordföranden meddelade att ing. Olof Gustafsson, fil.mag. Ulla Listo och ing. Fjalar Remmer invalts till medlemmar av Kemiska Sällskapet i Åbo, som underställt valet samfundets godkännade. Med styrelsens enhälliga förord godkände samfundet invalet.

§ 2. Ordföranden meddelade att Suomalaisten Kemistien Seura inbjudit samfundets medlemmar att åhöra ett föredrag av Nobelpristagaren dr. Chain samt att samfundet och nyssnämnda förening tillsammans inbjudit Nobelpristagaren prof. G. de Hevesy att den 7 eller 8 maj hålla ett föredrag i Helsingfors.

§ 3. Prof. Torsten Storgårds höll härefter ett föredrag om *»kemiska problem på smörtillverkningens område»*, vilket skall ingå i Meddelandena. I anledning av föredraget yttrade sig dr. E. Ehrnrooth. Ordföranden framförde samfundets tack till föredragaren.

Möte — Kokous.

24. IV. 1946.

§ 1. Ordföranden meddelade att prof. de Hevesy, som av samfundet och Suomalaisten Kemistien Seura inbjudits att hålla föredrag i Helsingfors, kommer att hålla detta föredrag den 8 maj i Ständerhuset över ämnet »Några användningar av isotopindikatorer».

§ 2. Ordföranden meddelade att från Suomalaisten Teknikkojen Seura hade ingått ett tackkort i anledning av lyckönskningarna på föreningens 50 årsdag. Vidare hade samfundet fått mottaga en inbjudan att åhöra två föredrag av prof. R. Nilsson, Ultuna den 27 och 29 april i mikrobiologiska frågor. Prof. Nilsson håller föredragen på inbjudan av Suomalaisten Kemistien Seura och Suomen Maatalousteteellinen Seura.

§ 3. Beträffande vårexkursionen meddelade ordföranden att styrelsen givit sekreteraren i uppdrag att ordna denna om mö ligt i form av en med Tekniska Föreningen Avd. för kemi gemensam exkursion.

§ 4. Dr. B. Nybergh höll ett föredrag om *aktuella linjer för teknisk forskning*. I anledning av föredraget yttrade sig proff. Wahl, Buch och Östling samt föredragaren. Ordföranden framförde samfundets tack till föredragaren.

§ 5. Fil. mag. B. E. Lindewald höll ett föredrag om *den finska läkemedelsindustrins utvecklingsmöjligheter*. Föredraget kommer att ingå i Meddelandena. I anledning av föredraget yttrade sig dr. Nybergh. Ordföranden framförde samfundets tack till föredragaren.

Berättelse över Finska Kemistsamfundets verksamhet år 1945.

Avgiven vid mötet den 13 februari 1946.

Verksamheten under år 1945 har varit livlig, vilket bl. a. framgår av att icke mindre än tre utländska föredragare gästat samfundet ävensom av den omständigheten att medlemmarna talrikare än vanligt besökt mötena. Dessa ha i regel hållits i Ständerhuset utom mötet den 6 mars som var ett med Tekniska Föreningens avdelning för kemi gemensamt möte samt årsmötet, som då Ständerhuset på grund av krigsansvarighetsprocessen icke var disponibelt, hölls liksom marsmötet i Tekniska Föreningens lokal. Styrelsen uttalar sin tacksamhet för detta tillmötesgående från Tekniska Föreningens sida. Möten ha hållits under samtliga i stadgarna förutsatta månader, nämligen den 14 februari, den 6 mars, den 18 april, den 24 oktober, den 22 november och årsmötet den 17 december. Styrelsen har hållit 8 möten.

Programmen vid mötena ha upptagit följande 8 föredrag och meddelanden:

K. Buch: Keto-enol-jämvikten hos ditizon.
Bror Holmberg: Om granlignin.
H. Karström: En överblick av prof. A. I. Virtanens med årets Nobelpris belönade undersökningar.
G. Ljunggren: Några adsorptions- och katalysfenomen vid porösa ytor.
G. Rengman: Tullverkets kemiska huvudlaboratorium i Stockholm och några tullkemiska spörsmål.
L. Simons: Atomenergin och dess utnyttjande.
A. Sirén: Framställningen av torrelement.
A. Sundgren: Våra smörjoljeproblem.

Under sitt besök härstädes höll prof. Bror Holmberg vid ett av samfundet den 23 okt. anordnat föredragstillfälle i Universitetets kemiska auditorium, till vilket medlemmarna av Tekniska Föreningens Avdelning för kemi och Suomalaisten Kemistien Seura inbjudits, dessutom ett föredrag om »Waldens omlagring inom bärnstenssyregruppen». Utom prof. Holmberg har samfundet som inbjudna föredragare haft nöjet på mötet den 14 februari åhöra ett föredrag av chefen för Försvarsväsendets kemiska anstalt i Sverige, prof. G. Ljunggren samt av chefen för Tullverkets kemiska huvudlaboratorium i Stockholm, byrådirektör G. Rengman vid mötet den 18 april och till dessa möten ha medlemmarna av de två nyssnämnda föreningarna likaså varit inbjudna.

Vid mötena ha i medeltal 43 medlemmar varit närvarande mot 21 föregående år och i medeltal 29 under åren 1941—44. Laudaturstuderandena i kemi vid Helsingfors Universitet och kemisk-tekniska studerandena vid Tekniska Högskolan ha inbjudits till samfundets möten.

Av Meddelandena ha utkommit n:ris 3—4, 1944 och 1—2 1945 med ett sammanlagt sidoantal av 142.

Tidskriftsutbytet har skett efter samma linjer som tidigare, men på grund av krigsförhållandena ha postförbindelserna starkt beskurit denna verksamhet och först under detta år kan en förbättring emotses.

På årsmötet utdelades priset ur den Alfthanska fonden år dr. Terje Enkvist för hans uppsatser om organiska katalysatorer.

Samfundet har haft nöjet genom förmedling av sin medlem apotekare U. Nyberg mottaga en donation stor 50,000: — mk av byrådirektör Gunnar Rengman, Stockholm för befrämjande av den praktiska kemin. Efter samråd med donator har medlen utdelats i form av två stipendier à 25.000: — för doktorsarbeten i kemi och efter ansökan tillföllo de fil. mag. Jucca Fedosow och fil. mag. G. A. Holmberg.

Vårexkursionen företogs tillsamman med Tekniska Föreningens Avdelning för kemi till Finska Kabelfabriken. Vid Kemiska Sällskapets i Åbo 25-årsjubileum i mars representerades samfundet av sin ordförande. Av Geologiska Sällskapet har samfundets medlemmar varit inbjudna att åhöra föredrag av två rikssvenska föredragare.

Under året har en ny organisation, Suomen Kemistiliitto — Kemistförbundet i Finland, bildats för tillvaratagande av kemisternas ekonomiska och yrkesintressen och på initiativtagarnas önskan har samfundet informerat sina medlemmar om planerna på grundandet av organisationen ifråga.

I den kommitté som från finsk sida tillsatts för att behandla frågor i samband med grundandet av en gemensam nordisk tidskrift för kemi har samfundet till sina representanter utsett professorerna K. Buch och J. Palmén. Kommitténs övriga medlemmar äro prof. Artturi I. Virtanen, ordf., prof. N. J. Toivonen

och prof. E. Tommila samt som tillkallad sekreterare mag. Onni O. Ojala.

Bland frågor som styrelsen behandlat kan nämnas anskaffandet av kurslitteratur, men har den tyvärr nödgats konstatera att mycket litet kan göras för avhjälpandet av denna brist. Frågan om ett intimare samarbete med Tekniska Föreningens avdelning för kemi har diskuterats och bl. a. lett till avhållandet av gemensamma möten.

Föjlande nya medlemmar ha under året invalts: dipl. ing. Waldemar Jensen, Runar Lindström och O. Harva, fil. mag. G-A. Holmberg, agr. o. forst. dr. Th. Wegelius, dipl. ing. W. M. Casagrande, H. Göransson, K. B. Reims, E. R. Wirta, fil. kand. Max-Åke Lagerbohm, dipl. ing. K. E. Svanström, dipl. ing. T. Frejman samt fil. mag. Jucca Fedosow, summa 13.

Fyra av samfundets medlemmar ha avlidit nämligen dir. Albin Amberger, fil. mag. T. E. Hellström, apotekare John Hisinger och fil. dr. Gösta Hartwall, som under tidigare år livligt deltog i samfundets verksamhet och bl. a. under åren 1902—4 och 1908—10 fungerade som sekreterare och under åren 1906—17 som kassör. En medlem har avgått varför ökningen utgör 8 och totala medlemsantalet vid årets slut 303.

Styrelsen har haft följande sammansättning:

Ordförande: prof. L. Simons.

Viceordförande: fil. dr. Ch. Gustafsson.

Ledamöter: fil. dr. T. Enkvist, ing. R. Holmström, fil. dr. T. Smedslund, fil. mag. R. Waller samt fil. dr. B. Nybergh och prof. K. Buch ävensom

Sekreterare: fil. mag. Onni O. Ojala.

Redaktör: sekreteraren.

Arkivarie: ing. Anna Grönvik.

Kassör: fil. mag. C. Fogelberg.

Revisorer ha varit fil. dr. C. W. Chydenius och ing. S. Petander med fil. dr. W. Forsman som suppleant.

Kemiska Sällskapet i Åbo. — Turun Kemistiseura.

25. II. 1946.

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapets i Åbo möte den 25 febr. 1946 kl. 20 i Åbo Akademis Kemiska auditorium. Närvarande voro Sällskapets hedersledamot samt 13 medlemmar. Förhandlingarna leddes av viceordföranden, dipl. ing. Alve Ringvall.

§ 1. Ordföranden förklarade mötet öppnat och hälsade de närvarande välkomna, varvid han särskilt vände sig till Sällskapets hedersledamot prof. W. Wahl.

§ 2. Protokollet från föregående möte upplästes och justerades.

§ 3. Årsberättelsen för år 1945 upplästes. Av denna framgick att Sällskapet under året samlats till 6 möten. Sällskapets 25-årsjubileum firades i mars. Medlemsantalet uppgår för närvarande till 51.

§ 4. Revisionsberättelsen föredrogs och den avgående styrelsen beviljades tacksam ansvarsfrihet.

§ 5. Som representant i samarbetskommittén med Åbo Teknici valdes dipl. ing. Eric Rajalin.

§ 6. Dipl. ing. Olavi Harva höll därefter ett föredrag om *»Förutsättningar för vetenskapligt forskningsarbete»*. Föredragaren redogjorde först för de grundförutsättningar och specialförutsättningar, som äro nödvändiga för vetenskapsmannen. Därefter berördes yttre omständigheter såsom familjeförhållanden m. m. Till slut övergick föredragaren till vårt eget lands förhållanden och påpekade att Finland hamnat i slutet på de tabeller, som utvisa nationernas vetenskapliga begåvning. Den vetenskapliga forskningen understödes ej heller här på samma sätt som i utlandet. Den ytlighet som spritt sig bland den yngre akademiska ungdomen skapar icke en gynnsam jordmån för vetenskapligt arbete. Inflytelserika politiska och samhälleliga poster äro mera eftersträvansvärda än det av uppoffringar och försakelser fyllda vetenskapliga arbetet.

I anledning av föredraget yttrade sig prof. Ekwall, dipl. ing. Jensen samt prof. Wahl. Ordföranden frambar sällskapets tack till föredragshållaren.

In fidem
Runar Birck.

Möte — Kokous.

11. III. 1946.

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapets i Åbo möte den 11 mars 1946 kl. 20 i Åbo Akademis kemiska auditorium. Närvarande voro 19 medlemmar och 11 studerande. Förhandlingarna leddes av ordföranden, prof. Helge Aspelund.

§ 1. Ordföranden förklarade mötet öppnat och hälsade de närvarande välkomna.

§ 2. Protokollet från föregående möte upplästes och justerades.

§ 3. På förslag av prof. Ekwall och sekreteraren invaldes som ny medlem dipl. ing. Olof Gustafsson, Åbo.

§ 4. Prof. F. W. Klingstedt höll därefter ett föredrag: *»Om pappersförädling»*.

»Förädlingen kan närmast indelas i två grupper: en mekanisk och en kemisk. Föredragaren behandlade mera ingående den senare gruppen och berättade om metoder, som här komma till användning. Pappret kan behandlas med kemikalier på olika sätt: genom bestrykning av pappersytan med olika ämnen erhålles etikettpapper, fotografiskt och blåkopiepapper, konsttryck såsom imiterat läder, glanspapper och dylikt. Genom impregnering åter erhålles t. ex. karamellpapper. För att pappret skall bliva smidigt får det bl.a. gå genom ett glycerin- och sirapsbad, varefter det paraffineras.

Föredragaren demonstrerade de olika pappersprodukterna genom prover. Mycket intressant var de s. k. laminaterna. Pappersblad med impregneringsmedel, såsom olika konsthartser, sammanfogas och utsättas för högt tryck och hög temperatur. Genom att hartserna kondenseras bildas en mycket hård produkt, som kan användas t. o. m. till maskin- och rördelar.»

Ordföranden tackade föredragshållaren för det givande föredraget, som gav en god bild av de många problem vår pappersindustri för närvarande har att kämpa med för att trots materialbristen kunna hävda sig på marknaden.

In fidem
Runar Birck.

Möte — Kokous.

6. V. 1946.

Protokoll fört vid Kemiska Sällskapets i Åbo möte den 6 maj 1946 kl. 20 i Åbo Akademis kemiska auditorium. Mötet hölls gemensamt med Turun Kemistikerho. Förutom medlemmar hade studenter och intresserade talrikt infunnit sig.

§ 1. På grund av ordförandens frånvaro öppnades mötet av prof. Ekwall, som i ett litet anförande hälsade kvällens föredragare, nobelpristagaren G. de Hevesy hjärtligt välkommen.

§ 2. Prof. de Hevesy berättade därefter på ett utomordentligt fängslande sätt om, *huru man isynnerhet på det biologiska området med radioaktiva isotoper kan följa det levande livets ämnesomsättningsprocesser*. Så kan man t. ex. genom att införa radioaktiva natriumatomer i koksalt studera, huru länge det dröjer för en viss mängd koksalt att passera människokroppen. 10 min. efter intagandet kan det påvisas i urinen, men först efter 14—15 dagar har allt passerat. Genom att natriumatomerna för en tid stanna kvar i den »extracelluläre» vätskan i kroppen, kan även kroppens vätskemängd på detta sätt bestämmas.

Även i växterna kan livsprocesserna studeras. Roten prepareras med ett radioaktivt preparat och sedan lägges växten på en fotografisk plåt, som påverkas av den radioaktiva strålningen. Sålunda får man s. k. autoradiogram, som visa t. ex. vandringshastigheten av den upptagna näringen (vätskan) och var denna koncentreras. Sålunda kan man se att kärnorna i gröna tomater uppta stora mängder näring, medan de mogna frukternas kärnor uppta ytterst litet.

Vill man ha reda på var i en hönas kropp det lecitin (en fosfatid) bildas, som finns i äggulan, så injiceras radioaktivt fosfor i hönan. Efter några timmar undersökas de olika organen och då finner man att leverns halt av radioaktivt fosfor är störst och att lecitinet bildas där.

Föredraghållaren berättade även om framställningssättet för de radioaktiva isotoperna. I Stockholm framställes den radioaktiva fosforisotopen i cyklotron. Vid atombombsframställningen fås som biprodukt radioaktivt fosfor och denna metod kommer i framtiden att få den största betydelsen.

Med den radioaktiva indikatormetoden kan även patologiska fall studeras. Sålunda kan tyroxinbildningen i sköldkörteln följas och man kan se att hos strumasjuka finnes döda partier i mitten, varför sköldkörteln tillväxer för att kunna hålla i gång tyroxinproduktionen.

Prof. de Hevesy berättade även om problem på den oorganiska kemiens område, såväl kinetiska som analytiska, som kunna klarläggas genom den radioaktiva indikatormetoden.»

Prof. Ekwall tackade föredragshållaren för det synnerligen intressanta föredraget.

Efter mötet följde supé för professor och fru de Hevesy på Societetshuset.

In fidem
Runar Birck.

Kemiska problem på smörtillverkningens område.

Torsten Storgårds.

Föredrag vid Finska Kemistsamfundets möte den 22. 3. 1946.

Produktionen av mejerismör uppgick i vårt land före kriget till c:a 34 milj. kg. årligen. Av denna kvantitet exporterades c:a 17 milj. kg och resten avyttrades på hemmamarknaden. För närvarande tillverkas det endast c:a 15 milj. kg mejerismör årligen. Denna kvantitet är otillräcklig för tillfredsställande av ens en strängt reglementerad konsumtion av smör och härtill kommer att produktionen är synnerligen ojämnt fördelad på olika årstider. Under sommarhalvåret är produktionen relativt hög, under vintern däremot alldeles otillräcklig.

Då det före kriget närmast med tanke på vår export var av största vikt att vårt smör var av högsta kvalitet, har man under senare år varit angelägen om att hålla kvaliteten uppe på den grund, att en betydande del av sommarsmöret måste lagras för vinterns behov — annars kunde smörransonen inte hållas oförändrad året om. Speciellt är det av vikt att smörets hållbarhet är den bästa tänkbara.

För att smöret skall vid bedömning kunna hänföras till högsta klass fordras det, att smöret är jämnt till färgen, att lakedropparna äro jämnt och tillräckligt fint fördelade, att det inte är för vekt eller för hårt, utan har en smidig konsistens, att aromen är kraftig eller åtminstone fyllig och angenäm och att smaken är, som man säger, »ren» d. v. s. felfri. Ett hållbart smör borde bibehålla åtminstone i det närmaste sin friska arom och »rena» smak i synnerhet vid kylhuslagring under närmare ett års tid eller minst under en tid av 6 månader.

Då det gäller att uppfylla dessa högt ställda fordringar på ett verkligen gott smör, kommer smörberedaren att mer eller mindre medvetet vid tillverkning av smöret ställas för en mängd problem av såväl teknisk, bakteriologisk och inte minst kemisk karaktär. Hela smörtillverkningen är mer eller mindre tillämpad kemi.

1. *Smörfettets kemiska sammansättning — smörets struktur och konsistens.*

Före kriget, då konkurrensen mellan smör och margarin tidtals var jämförelsevis skarp, såg man här och där i butiker och på offentliga ställen reklamplakat, där det stod med stora bokstäver »smör är alltid smör, margarin är margarin». Härmed ville man poängtera smörets överlägsenhet.

Den främsta orsaken till att »smör är alltid smör» ligger onekligen däri, att smörfettets kemiska sammansättning alltid kommer att i väsentlig grad avvika från margarinfettets, oberoende av vilka fettblandningar som i sistnämnda fall användas.

Då annat naturfett består av vanligen endast några få fettarter, glycerider, är smörfettet en blandning av åtminstone ett hundratal, kanske flere hundratal glycerider, och — vad som viktigast är — med synnerligen olika smältpunkt. Smörfettet är en blandning av blandade triglycerider av åtminstone följande mättade fettsyror: smör-, kapron-, kapryl-, kaprin-, laurin-, myristin-, palmitin-, stearin- och arakinsyra samt de omättade olje- och linolsyrorna. Dessutom har mindre kvantiteter av såväl endel mättade som omättade fettsyror kunnat påvisas utgöra beståndsdelar i smörfettet[1]). Förekomsten av den omättade linolensyra däremot är osäker.

Smörfettets glycerider har den mest olika smältpunkt. Endel ha synnerligen låg, andra rätt hög smältpunkt, men vid mjölkningstemperatur och något därunder äro samtliga i smält tillstånd, d. v. s. glycerider med högre smältpunkt än 40° löser sig i de mera lättsmältande fettarterna.

Genom fraktionerad kristallisation kan man ur smörfettet isolera en svårkristalliserbar del s. k. s m ö r o l j a, som vid en temperatur under + 10° alltjämt håller sig flytande[2]) *(Storgårds)*. I denna fraktion är olje- och linolje- samt smör- och kapronsyrans glycerider anrikade. Detta framgår ur följande tabell (nr. 1).

Det är denna egenskap hos smörfettet — dess komplicerade sammansättning — som gör det möjligt att i hög grad påverka smörets hårdhet och konsistens rent beredningstekniskt, och härvidlag spelar denna s. k. smörolja en avgörande roll[3]).

Vid smörtillverkningsproceduren sker som känt en fasomkastning så tillvida, att grädden är av emulsionstypen »fett i vatten (mjölkserum)», medan de nybildade smörkornen och det färdigältade smöret är av emulsionstypen »vatten i fett»[4]). Denna uppfattning är, så underligt det än låter, inte alltför gammal. Ännu så sent som på 1920-talet höjdes det från auktoritativt håll röster för, att ingen fasomkastning skulle ske, utan att även smöret skulle hänföras till emulsionstypen »fett i vatten»[5]). Bästa bevis för orimligheten i detta påstående är

Tabell 1. Olika fettkonstanters förändring vid fraktionerad kristallisation av smörfett.

	I fraktion I fraction	*II fraktion* II fraction	*III fraktion* III fraction	*IV fraktion* IV fraction	*V fraktion* V fraction
	Kristalliseringstemp. — Solidifying temperature				
	27,5—24,8° C	20,0—22,4° C	15,0—18,5° C	12,0—12,5° C	9,2—10,0° C
Den kristalliserade fasens jodtal ..... Iodine number of solidified fat	31,7	32,1	31,6	32,9	36,4
Smörfettets jodtal ..... Iodine number of solidifying fat	32,3	34,8	35,1	36,1	37,0
Den okristalliserade fasens jodtal ..... Iodine number of unsolidified fat	34,8	35,1	36,1	37,0	40,2
Smörfettets Solidifying fat } *Reichert-Meissl'ska tal* — number ..	31,0	33,9	34,9	36,1	36,4
} *Polenskes tal* — number	2,3	2,5	2,85	2,7	2,8
Den kristalliserade fasens refraktometertal ..... Refractometer number of solidified fat	41,5				42,0
Smörfettets refrakt tal ..... Refractometer number of solidifying fat		41,8		41,3	42,0
Den okristalliserade fasens refrakt tal ..... Refractometer number of unsolidified fat			41,3	42,0	42,3

följande prov, det ena ett prov på 83 %:ig grädde, det andra på smör av samma grädde. Såväl fetthalt, vattenhalt som halten fettfri torrsubstans är i grädden och smöret exakt densamma. Smöret är tillverkat i det nya s. k. Alfa-aggregatet, där den 83 %:iga grädden genom kylning i en specialapparat på ett ögonblick omvandlas till smör.

Vår uppfattning om smörets fysikaliska struktur är för närvarande förty följande[2]). Den kontinuerliga fasen i smöret utgöres av ur mjölkens fettkulor vid gräddens kärning och smörets ältning utpressad smörolja. Som dispersa faser uppträda i smöret dels membranförsedda fettkulor, dels »fria» fettkristaller bildade av lättkristalliserbara glycerider, dels mjölkserumdroppar härstammande från grädden, dels vattendroppar från smörets sköljvatten och slutligen luftblåsor. (Bild 1.)

För smörets konsistens är mängden och arten, närmast den kemiska sammansättningen, på den kontinuerliga fasen i smöret eller alltså smöroljan av utslaggivande betydelse.

Beroende på utfodringen m. fl. faktorer varierar smörfettets sammansättning rätt avsevärt. Den sammanlagda halten av olje- och linoljesyra växlar sålunda mellan c:a 30 och 50 % av smörfettet (jodtalet mellan 25 och 45). Om sommaren är smörfettet på grund härav vekt under vinterutfodringsperioden åter hårt — och hos oss tidtals t. o. m. exceptionellt hårt och fast[3]).

Smörets konsistens undergår självfallet motsvarande förändringar. Lågt jodtal i smörfettet medför konsistensfel i smöret; det blir hårt, kort och sprött. Smidighet och bred-

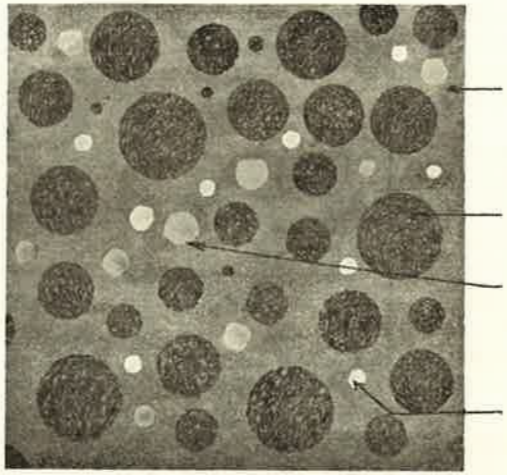


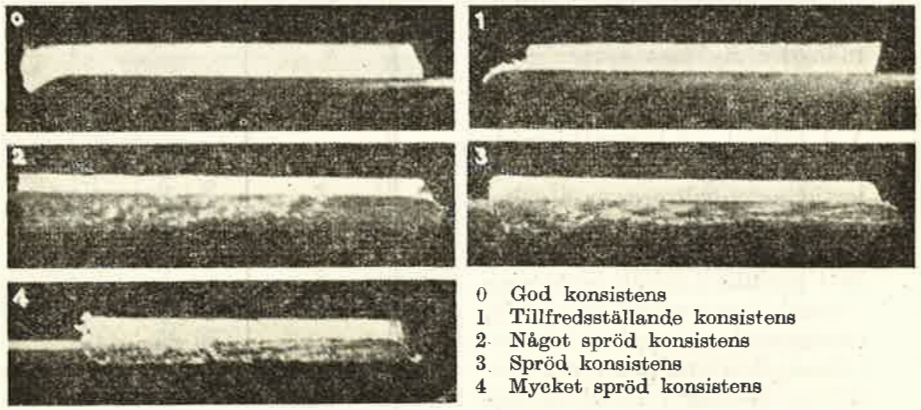
Bild 1.

barhet försämras på ett katastrofalt sätt och detta verkar självfallet reducerande på smörets kvalitet och handelsvärde.

Till följd av egenheterna i smörfettets kemiska sammansättning och med beaktande av smörets fysikaliska struktur ges det emellertid möjligheter att på ett avgörande sätt beredningstekniskt påverka smörets hårdhet och konsistens. Av ett för hårt smörfett kan man tillverka att relativt vekt smör med god konsistens och tvärtom. Det gäller endast att tillämpa en beredningsteknik, som i bestämd riktning påverkar smörfettets kristallisation och smöroljans, den kontinuerliga fasens, mängd, sammansättning och egenskaper. Det gäller med andra ord att få till stånd en fraktionerad kristallisation av smörfettet under de olika stadierna av tillverkningsproceduren. Sålunda kan det smör, som till följd av hårt smörfett till sin konsistens är kort, hårt, sprött eller smuligt, genom målmedveten inriktning av tillverkningstekniken i avsikt att åstadkomma en fraktionerad kristallisation av smörfettet — resulterande i en svårkristalliserbar smörolja, — bibringas en vekare och ofta tillräckligt smidig konsistens [2,3].

Detta framgår ur bild 2 som visar några smörprov tillverkade av ursprungligen samma grädde, men som genom olika behandling av grädde och smör i samband med tillverkningsproceduren uppvisa stor olikhet beträffande konsistensen[2]). Det inflytande tillverkningstekniken utövar på smörets struktur framgår även ur följande tabell, som uppvisar olikheten i tvenne smörprov vid olika temperatur tillverkade av ursprungligen samma råmaterial[3]). (Tabell 2.)

Vi se av det här anförda, att man genom att utnyttja smörfettets specifika egenskaper i avgörande grad kan påverka smörets struktur och härvid verka reglerande på smörkonsistensen.



0 God konsistens
1 Tillfredsställande konsistens
2 Något spröd konsistens
3 Spröd konsistens
4 Mycket spröd konsistens

Bild 2.

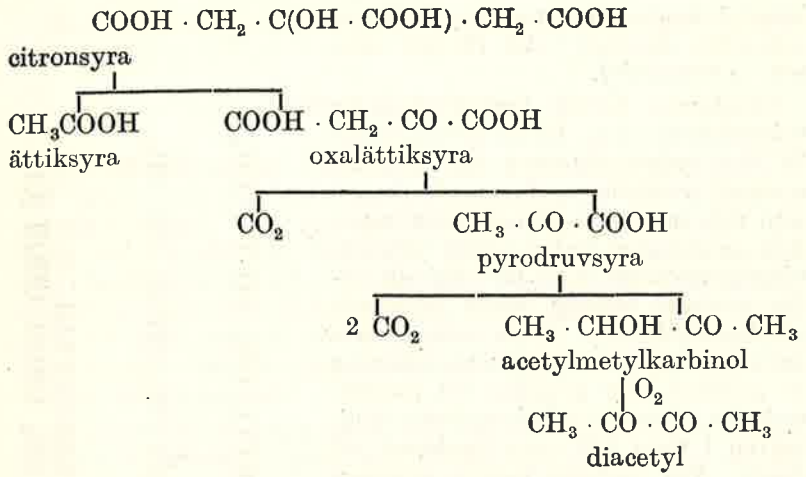
2. *Smörets arom.*

Smörfettet innehåller i sig själv mindre mängder olika aromämnen, som härröra från fodret eller upptas av fettet vid mjölkningen eller mjölkens behandling. Det avgjort viktigaste av smörets aromämnen och det, som ger den för ett gott smör typiska angenäma, aptitretande aromen är emellertid, som vi vet, en diketon, diacetyl[6]).

Diacetyl är ett resultat av arombakteriernas verksamhet. Före kärningen syras grädden med en blandkultur av mjölksyrebakterier, nämligen den vanliga gräddsyringsbakterien (Streptococcus cremoris) och arombakterier (Betacoccus cremoris). Den förstnämnda bildar vid förjäsning av mjölksockret praktiskt taget enbart mjölksyra och bibringar grädden ett pH-värde, som dels underlättar kärningen av grädden och dels möjliggör arombildningen. Arombakterierna åter sönderdela mjölksocker under bildning av, förutom mjölksyra, även rätt betydande mängder flyktiga syror, myrsyra och ättikssyra samt koldioxid, ävensom något alkohol. Vid tillräckligt lågt pH i grädden (under pH 5) förmå emellertid arombakterierna i substrat, som jämte socker innehålla citronsyra, såsom fallet är i grädde (i mjölk ingår som normal beståndsdel c:a 0,2 % citronsyra), ge upphov åt acetylmetylkarbinol, som vid oxidation övergår i diacetyl. Reaktionsschemat vore följande[7]) *(Storgårds):*

Tabell 2. Variationerna i smörets hårdhet vid olika temperatur.

Smörprov	Smörfettets jodtal	Smörets ältningstemperatur	Smörets hårdhet vid olika temperatur:					
			—8,5°	—2,0°	+5,5°	+9,9	+14,7°	+20,3°
N:o 6. Konsistensen, god	29,6	17,0	(5.800)	2.990	2.400	1.110	645	160
N:o 9. Konsistensen, dålig		11,8	(5.800)	2.880	1.700	1.065	640	160
Differens			(0)	110	700	45	5	0



För reaktionens normala förlopp syntes närvaron av Ca-joner vara nödvändig.

Nu är det emellertid troligt att även den pyrodruvsyra, som uppträder som mellanprodukt vid mjölksockrets förjäsning, genom arombakteriernas försorg och med tillhjälp av citronsyran i egenskap av väteacceptor kan giva upphov åt acetylmetylkarbinol. Senare undersökningar av *Virtanen, Kontio* och *Storgårds*[8] ha nämligen visat, att arombakterierna även i ren sockerlösning under tillsats av lämplig väteacceptor som t. ex. metylenblått eller kinon (i stället för citronsyra) ger upphov till ovannämnda aromämnen. Å andra sidan har det även senare framgått att arombakterierna av citronsyra utan närvaro av socker förmå bilda acetylmetylkarbinolets reduktionprodukt, butylenglykol[9]). Den teoretiska frågan om arombildningen får sålunda inte ännu anses fullt utredd. Samma gäller frågan om diacetyl direkt från pyrodruvsyra eller via acetylmetylkarbinol *(Beynum).*

Av de nämnda slutresultaten av arombakteriernas verksamhet är diacetyl det egentliga aromämnet. De övriga, acetylmetylkarbinol och butylenglykol, äro lukt- och smakfria föreningar. Däremot synas under de förhållanden, som äro rådande i grädde och smör, en reduktion av diacetyl till acetylmetylkarbinol och vidare till butylenglykol kunna ske — och tyvärr alltför lätt. Själva diacetylbildningen sker under smörtillverkningsproceduren närmast och huvudsakligen under gräddens kärning, då luft inpiskas i densamma. Förlängd kärningstid ökar i viss mån diacetylbildningen, men inte i den grad man skulle önska. Inte heller kärning i syre-atmosfär verkar under normala förhållanden trots riklig tillgång på asetylmetylkar-

binol i avgörande grad stegrande på mängden diacetyl i det färdiga smöret. *(Storgårds).*

Orsakerna härtill kunna vara av mångahanda slag. En av de viktigaste är den omständigheten att grädden normalt innehåller reducerande ämnen som dels motverka diacetylbildningen, dels småningom redan under tillverkningsproceduren, men framför allt under smörets lagring, verka sänkande på diacetylhalten. Dessa reducerande ämnen uppkomma lätt vid på bränning av mjölken eller grädden vid pastöriseringen. Dessutom kan smörets sköljvatten i vissa fall vara upphovet till dessa. Vid smörets lagring angripes diacetylen även synnerligen lätt och sönderdelas om smöret blivit infekterat med olika för detsamma främmande mikro-organismer[10]). (Fig 3.)

Den ökade kännedomen om smörets arom och själva arombildningen samt härpå inverkande faktorer ha — som naturligt är — givit nya vapen i händerna på smörtillverkarna, då det gäller att motarbeta uppkomsten av ett aromfattigt och till smaken menlöst smör.

Samtidigt ha dessa undersökningar givit nya uppslag för åstadkommande av en stegrad aromhalt i smöret på artificiell väg. Det har nämligen visat sig att man genom tillsats av t. ex. pyrodruvsyra till grädden kan förbättra aromen i grädden *(Virtanen).* Likaså inverkar en tillsats av nikotinsyra avsevärt stegrande på gräddens halt av acetylmetylkarbinol *(Virtanen* och *Kontio)*[11]).

En direkt aromatisering av smöret med diacetyl har däremot inte visat sig vara möjlig i praktiken. Hög diacetylhalt i smöret medför nämligen oxidation av fettet och ger upphov till talgsmak[12]).

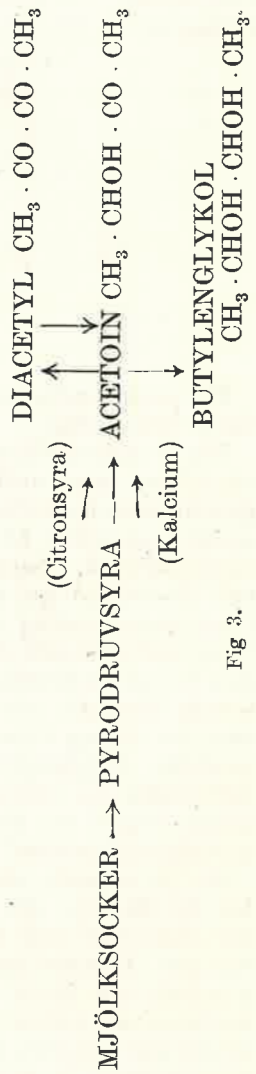


Fig 3.

Härmed kommer jag över till frågan angående smörets hållbarhet.

3. *Smörets hållbarhet.*

Vid tillverkning av syrat smör (smör av syrad grädde), vilket åtminstone hittills varit en nödvändighet med tanke på arombildningen, kommer det färdigberedda smörets pH att ligga vid c:a pH 4,5. Förutsatt att smöret saltas på vanligt sätt (salthalten 1—1,5 %) uppträder efter några veckors lagring svåra smakfel i smöret ss. oljig smak eller fisksmak. Dessa smakfel göra smöret, då de uppträda i sin värsta form, mer eller mindre oätbart eller i varje fall hänföras detta smör till lägsta kvalitetsklass.

Orsaken till att oljig smak och fisksmak uppträda i smöret redan efter kortare lagring har allmänt ansetts vara den, att det i smöret ingående lecitinet på rent kemisk väg — alltså utan mikro-organismernas medverkan — sönderdelas och härvid bildas av det i lecitinet ingående kolinet, trimetylamin[13]). Redan ytterst små mängder trimetylamin eller dess oxider skulle förorsaka fisksmak i smöret. Oljigheten ansågs åtminstone tidigare vara ett förstadium till fisksmak.

Dessa svåra smakfel var på 1920-talet synnerligen allmänna i det finska exportsmöret och reducerade dess handelsvärde avsevärt. Då det gällde att utreda orsakerna till detta fel, konstaterade prof. *Virtanen* vid Valios laboratorium — med beaktande av att smör tillverkat av osyrad grädde ytterst sällan vid lagring blev oljigt, — att dessa fel kunde motarbetas på ett synnerligen effektivt sätt genom att i samband med smörets saltning företaga en reglering av smörets pH. Smörsaltet tillsattes lämpliga mängder natriumkarbonat och dinatriumfosfat som reglerade smörets pH till mellan pH 6 och 7. Härvid erhölls ett smör, som åtminstone i det närmaste var i besittning av den för det syrade smöret typiska aromen och smaken, men som vid lagring praktisk taget aldrig blev oljigt eller behäftat med fisksmak. Inte heller talgsmak uppträder normalt i detta med specialsalt eller A. I. V.-salt, som det hos oss kallas, behandlade smör[13]).

Orsaken till att A. I. V.-saltet förhindrar uppkomsten av nämnda smörfel är enligt Virtanen den, att lecitinets sönderdelning i hög grad är beroende av mediets vätejonkoncentration och för ägglecitin uppger han minimum för sönderdelningen vara omkring pH 5—6; för smörlecitin antar kan nämnda minimum ligga över 6.

A. I. V.-saltet, som allmänt togs i användning vid våra andelsmejerier år 1926—27, har varit och är allt fortfarande av utom-

ordentligt stor betydelse för hela landets mejerihantering och mjölkhushållning.

På senaste tid har frågan om uppkomsten av oljig smak och fisksmak i smöret upptagits till förnyad granskning och diskuterats livligt i olika facktidskrifter. Härvid har det framkommit endel nya detaljer som eventuellt kan påräkna intresse.

Smörets pH-tal har nämligen visat sig på ett avgörande sätt inverka på samtliga i smöret under dess lagring försiggående oxidationsprocesser[14]). Sålunda skulle oljig smak närmast uppkomma som en följd av de genom lecitinets hydrolys frigjorda omättade fettsyrornas oxidation (*Hartmann*)[15]). Även själva fettets auto-oxidation befordras självfallet av lågt pH-tal. Denna omständighet är ägnad att ytterligare framhäva betydelsen av ett högt pH-tal i smöret, då även smörfettets oxidation härvid hämmas.

Det första resultatet vid fettets auto-oxidation är som känt bildningen av peroxider. Det är dubbelbindningarna i fettets omättade beståndsdelar som angripas. De reaktioner, som ge upphov till den oxidativa förstöringen av fett fordra medverkan av syre och vatten, men för att processen skall komma i gång måste fettet eller syret aktiveras. Aktiveringen kommer till stånd dels genom ljuskatalys och dels genom metallkatalys. Beträffande smör är den sistnämnda vanligast. Sedan oxidationen väl börjat fortsätter den som kedjereaktion vilken griper omkring sig allt mer och mer. Slutresultatet vid denna oxidation av fettet är som känt aldehydbildning.

Fettets benägenhet för oxidation kan på ett tidigt stadium påvisas genom bestämning av fettets s. k. peroxidtal. Detta av *Lea* föreslagna sätt att påvisa gryende oxidation i fett baserar sig på peroxidernas benägenhet att frigöra jod från jodider[16]). Med peroxidtal eller Leas tal avses den mängd ml 0,002 normal tiosulfatlösning, som åtgår att binda den jodmängd, som under bestämda försöksbetingelser genom peroxidernas försorg frigöres och räknat per 1 g fett.

Ett färskt och ofördärvat fett har alltså peroxidtalet 0. Men redan en gryende oxidation av fettet medför stegring av peroxidtalet långt förrän den minsta smakförändring inträder i smöret. Peroxidtalet är alltså, som naturligt är, ojämförligt mycket mera känsligt än t. ex. Kreiss reaktion — som baserar sig på förekomsten av epihydrinaldehyd — eller någon annan aldehydreaktion, för att inte tala om jodtalet, som påverkas märkbart först vid synnerligen långt framskriden oxidation av fettet.

Enligt undersökningar företagna bl. a. vid Universitetets institut för mjölkhushållning utgör peroxidtalet ett gott kriterium även på graden av den oljiga smaken och fisksmaken i smöret. Detta framgår ur följande tabell[17]):

Tabell 3.

Resultat vid smörets bedömning		Antal	Peroxid-
Poäng	Anmärkning	prov	tal
11,7	—	5	0,15
10,0—9,7	oljig tendens	4	0,34
8	oljig smak	2	0,80
7	» »	3	0,98
6	fisksmak	1	1,20

Ovananförda resultat visa, att oljigheten och fisksmaken stå i nära relation till oxidationsprocesserna i smöret. Peroxidtalet stiger till c:a 0,4 förrän tydlig smakförändring inträder. Det är ingalunda uteslutet, att oljigheten och även fisksmaken mera har att göra med oxidationen av själva fettet än med de eventuella förändringarna i lecitinet[18]). Detta har även senare bevisats (*Storgårds*[19]).

Genom att utföra peroxidbestämningar på smörfett ges det sålunda möjligheter att på ett synnerligen tidigt stadium och långt förrän smakfel yppa sig påvisa färska smörprovs olika disposition för oxidationsfel. Genom att därförinnan under någon tid belysa respektiva smörprov med kvartslampa för inledande av oxidationsprocesserna, kan man bilda sig en relativt säker uppfattning om smörets benägenhet för nämnda fel.

Oxidationsprocesserna i smöret synas fortskrida betydligt långsammare i ett smör med högt pH-tal. Detta framgår ur följande diagram, som visar peroxidtalets förändringar i tvenne smörprov med olika pH-tal (pH 4,5 och pH 6) och vilka bestrålats under 1—24 timmar med kvartslampa för påskyndande av oxidationen[14]). (Diagram 8.)

Smörproven PVS och AIV äro tillverkade av samma syrade grädde, men smörkornen uppdelades i tvenne portioner, av vilka den ena saltades med vanligt smörsalt (PVS), den andra med specialsalt (AIV). pH-talet var alltså för PVS- c:a 4,5 och för AIV-provet över 6.

Vi se av dessa kurvor, att oxidationsprocessen fortlöper avsevärt trögare i ett smör med högt pH. Kurvan för det specialsaltade smöret stiger betydligt långsammare, vilket visar, att den s. k. induktionstiden för detta smör är avsevärt längre. Antioxidantverkan kan förmärkas under betydligt längre tid, då den däremot i PVS-smöret upphör praktiskt taget redan efter bestrålning under c:a 10 timmar, efter vilken tid oxidationen synes framskrida utan hinder.

Ifrågavarande kurvor äro utmärkande för sommarsmör (högt jodtal). I vintersmör, där förekomsten av omättade glycerider är lägre (lågt jodtal), förlöper oxidationen under i övrigt likartade förhållanden betydligt långsammare. Den streckade kurvan visar peroxidtalets stegring vid bestrålning av specialsaltat vintersmör.

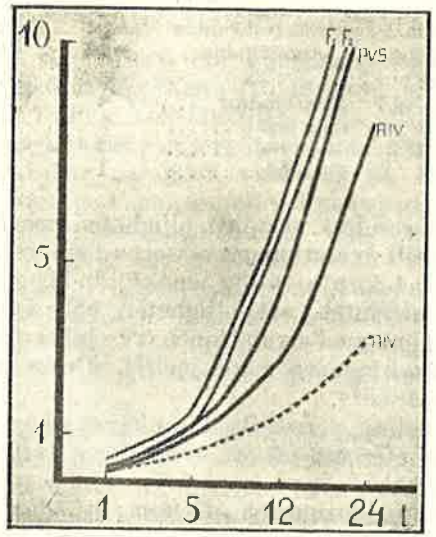


Diagram 1. Peroxidtalets förändring i olika med kvartslampa bestrålade smörprov.

Den hastighet med vilken oxidationsprocessen fortlöper i smöret är — förutom av pH-talet — även i hög grad beroende av förekomsten av antioxidanter i smöret. Normalt ingår i smöret ett flertal ämnen av antioxidativ natur. Enligt *Ritter* skulle det i smörserumet ingående lecitinet vara den effektivaste antioxidanten[20]). Dessutom har amerikanska undersökningar visat att äggviteämnena och dess sönderdelningsprodukter likaså besitta antioxidativ verkan. Samma är förhållandet med mjölksockret. Dessutom torde i smöret normalt förekomma ännu andra faktorer av antioxidativ karaktär, förutom att självfallet olika processer av mikrobiell natur ha samma inflytande[18]).

Ett begrepp om de i smöret förekommande antioxidativa faktorernas inverkan på oxidationsprocessens förlopp ger oss en jämförelse mellan senast nämnda kurvor och kurvorna F_1 och F_2. Sistnämnda visa stegringen av peroxidtalet vid belysning av det filtrerade smörfett, som erhållits vid nedsmältning av resp. PVS- och AIV-smöret, c:a två veckor gammalt. Bestrålningen av själva fettet har — då de antioxidativa ämnen åtminstone till största delen kvarblivit i smörserumet — fortgått snabbare än i motsvarande smörprov. Då fettet avskildes först efter det smöret förvarats två veckor, har det högre pH-talet i det specialsaltade smöret kommit att verka hämmande

även på oxidationen av det härav erhållna fettprovet. I PVS-smöret har oxidationen fått sin början redan under de två veckor smöret förvarades före utsmältningen av fettet.

Trots det att betingelserna för en oxidation i specialsaltat smör äro till ytterlighet begränsade, uppvisa specialsaltade smörprov från olika mejerier och från samma mejerier under olika tidpunkt rätt avvikande benägenhet för oxidation. Detta har självfallet att göra med variationerna i smörfettets sammansättning, men även på olikheterna i smörprovens antioxidativa egenskaper. Dessutom kan självfallet mängden av på oxidationsprocessen katalytiskt påskyndande beståndsdelar s. k. prooxidanter, framför allt smörets halt av t. ex. koppar och järn, i avgörande grad spela in.

Vissa i praktiken gjorda observationer talar för, att en »metallinfektion» även i specialsaltat smör vid lång förvaring ingalunda är utan betydelse för smörets hållbarhet, om också sänkningen i kvaliteten icke är lika framträdande som för smör med naturlig surhetsgrad[20]).

Vid Universitetens institut för mjölkhushållning ha vi utfört ett hundratal försökskärningar i glaskärna och i laboratorieformat, där vi tillsatt dels grädden dels sköljvattnet olika kvantiteter järn- (ferrosulfat, ferriklorid, ferripalmitat) och kopparsalter. Vid de kärningar grädden tillsatts någon av nämnda metaller, har det nykärnade smöret uppdelats i tvenne portioner, av vilka den ena lämnats osköljd, medan däremot den andra blivit sköljd. Såväl det osköljda som det sköljda smöret har sedan uppdelats i portioner, av vilka en lämnats osaltad (S:LÖS), en har saltats med vanligt smörsalt (PVS) och en med specialsalt (AIV). På detta sätt ha vi av samma råmaterial fått 6 olika smörsorter, som beträffande sköljning och saltning på ett bestämt sätt avvikit från varandra, men vilka alla tillverkats ur grädde med samma metallhalt.

Det skulle här föra för långt att i detalj ge en presentation av detta vidlyftiga material. Jag skall i det följande nöja mig med att endast i koncentrerad form lämna en resumé av dessa undersökningars viktigaste resultat. Härvid anges fettets oxidationsgrad för de olika smörsorterna med ungefär samma metallhalt med angivande av resp. fettprovs peroxidtal sådana de konstaterades vara efter förvaring av smöret i c:a 4 veckor vid ungefär 12—15° C temperatur: (Diagram 2.)

Diagram 2 illustrerar prov, där
Fe, Cu tillsatts grädden.

Smörets Fe-halt 15—20 mg per kg eller
» Cu- » 2—4 » » »

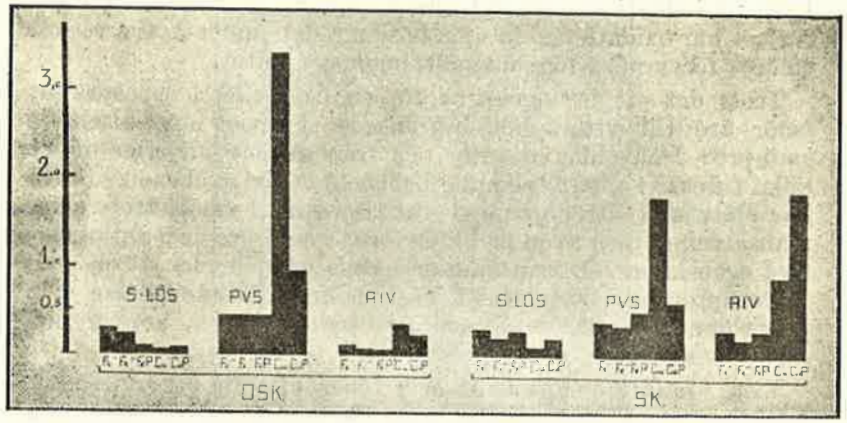


Diagram 2. Peroxidtalen för olika smör, som beretts ur grädde tillsatt med järn- och kopparsalter.

A. Osköljt smör:

1. Osaltat (S:LÖS).
2. Saltat med vanligt smörsalt (PVS).
3. » » specialsalt (AIV).

B. Sköljt smör:

1, 2 och 3 såsom ovan i A.

Av varje smörsort (betecknade med siffrorna 1, 2 eller 3) finnas prov med resp. oorganiskt ferro- och ferrisalt samt kopparsalt ävensom ferripalmitat och kopparpalmitat, som det närmare anges i diagrammet. Staplarnas höjd ange fettets peroxidtal efter fyra veckors lagring av smöret.

Ur diagrammet framgår beträffande det *osköljda* smöret:

att i det osaltade smöret (pH 4,5) och i det specialsaltade smöret (AIV; pH 6) oxidationen försiggår synnerligen långsamt jämfört med det vanligt saltade smöret (PVS);

att ferrosalterna äro mera aktiva katalysatorer än ferrisalterna och att såväl ferro- som ferrisalterna vid lägre pH (osaltade smöret) påskynda oxidationen mera än vid pH över 6;

att kopparsalterna däremot äro mera aktiva vid högt pH-värde (AIV) än vid lågt (osaltade smöret);

att kopparinfektion vid vanlig saltning (pH 4,5) är ödesdiger för det osköljda smörets kvalitet.

Beträffande det *sköljda* smöret jämfört med det osköljda kan annoteras,

att oxidationsprocesserna försiggå överhuvudtaget snabbare i sköljt smör än i osköljt beroende på nedsatt antioxidantverkan förorsakad av sköljningen.

Olikheterna äro minst mellan osaltat osköljt och osaltat sköljt.

Beträffande PVS-smöret är inverkan av sköljningen även mindre iögonfallande.

Sköljningen befordrar oxidationsprocesserna i det specialsaltade smöret i synnerhet vid kopparinfektion i ovan angiven grad i grädden. Fettlöslig kopparpalmitat verkar mera fördärvbringande i specialsaltat smör (pH 6) än i smör saltat med vanligt smörsalt (PVS; pH 4,5).

Vi se av det föregående att vi i peroxidtalet har ett tillförlitligt kemiskt uttryck för de i smöret försiggående oxidationsprocesserna och de härav uppkommande smakfelen oljigt, fisksmak och talgsmak.

Då det gäller att på ett objektivt sätt åter bedöma de smörfel som har *mikrobiella processer* att tacka för sin uppkomst är det inte lika lyckligt ställt. Det skulle dock i detta sammanhang föra för långt att närmare ingå på dessa problem.

Så mycket bör dock nämnas att nu, då smörets pH höjts från pH 4,5 till över pH 6 för motarbetande av oxidationsfelen, detta samtidigt i avsevärd grad ökat betingelserna för uppkomsten för bakteriologiska fel i smöret under lagringen, i det att reaktionen gjorts lämplig för endel förruttnelsebakteriers tillväxt och verksamhet. Denna fara var tidigare, till följd av smörets låga pH-värde nästan helt utesluten. Regleringen av smörets pH medför sålunda synnerligen höga hygieniska krav på smörtillverkningen. I annat fall riskeras trots allt smörets kvalitet, framför allt hållbarhet.

Senare undersökningar ha även visat att specialsaltets fördelaktiga inflytande på smörets hållbarhet beror framför allt på att den fortsatta bakterieverksamheten i smör med pH över 6 verkar sänkande på smörets redoxpotential (*Storgårds*)[18]. *Hietaranta* har vid Universitetets institut för mjölkhushållning nyligen lyckats utarbeta en tillförlitlig metod för mätning av smörets redoxpotential och härvid har det visat sig att redoxpotentialen är vanligen under 0 eller i varje fall mycket låg i specialsaltat smör, då den däremot i smör som vid lagring blir oljigt eller får fisksmak uppgår till + 200—300 millivolt[22]. Resultaten av dessa teoretiska undersökningar ha i hög grad ökat våra möjligheter att i framtiden genom omläggning av tillverkningstekniken kunna producera ett smör av ännu bättre kvalitet och framför allt hållbarhet än vad det hittills i praktiken varit fallet.

Litteratur.

1. *Hilditch & Longenecker:* Ref. *Bömer, A. & Grossfeld, J.*, Handbuch der Lebensmittelchemie IV. Berlin 1939.
2. *Storgårds, T.*, Tutkimuksia suomalaisen voin kiinteysvirheistä III. Valtion maitotalouskoelaitoksen julkaisuja n:o. 3, 1938.

3. *Storgårds, T.*, Tutkimuksia suomalaisen voin kiinteysvirheistä I. ja II. Valtion maitotalouskoelaitoksen julkaisuja n:o 1 ja 2 1934 1935.
4. —»— Tutkimuksia kerman kirnuuntumisesta. Valtion maitotalouskoelaitoksen tiedonantoja n:o 3, 1936.
5. *Rahn, O.* und *Sharp, P.*, Physik der Milchwirtschaft. Berlin 1928.
6. *Schmalfuss u. Barthmeyer*, Biochem. Z. *216* 330. 1929.
7. *Storgårds T.*, Tutkimuksia voin aromiaineiden muodostumisesta. Biokemiallisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. Meijeritieteellinen aikakauskirja n:o 1940.
8. *Virtanen, A. I., Kontio, P., Storgårds, T.*, Die Aromabildung bei der Rahmsäuerung Biochem. Z. *307* 215, 1941.
9. *Bång, F.*, Diacetylbildning med tillhjälp av väte-acceptor. Sv. Mejeritidn. *37* 256. 1945.
10. *Storgårds, T.*, Hur tillverkas ett aromrikt smör. Särtryck ur Lantmannabladet 1943 nr. 50.
11. *Virtanen, A. I., Kontio, P.*, Ein neuer Weg zur Erhöhung der Aroma der Butter. Suomen Kemistilehti B XIV, 1941.
12. *King, N.*, Über die Einwirkung des Diacetyls auf das Butterfett. Milchw. Forsch. *12*. 172, 1931.
13. *Virtanen, A. I.*, Syyt voin pilaantumiseen ja näiden syiden poistaminen. Meijeritiet. aikakauskirja *VII*. 32 1945.
14. *Storgårds, T.*, Oxidationsfelen i smör. Sv. Mejeritidn. *38* nr. 41 o. 42, 1945.
15. *Hartmann, S.*, Experimentella Studier over de oxydative Virkninger i Smør og Maelk. 41. Beretning fra Statens Forsøgsmejeri. Hillerød 1944.
16. *Lea, C. H.*, Ref. Handbuch der Lebensmittelchemie IV. Band, S. 284. Berlin 1939.
17. *Storgårds, T.*, Voin peroksiidiluku. Karjantuote n:o 16, 1944.
18. —»— Voissa tapahtuvat rasvan hapettumisilmiöt ja siihen vaikuttavat tekijät. Karjantuote n:o 15, 1946.
19. —»— Mistä aiheutuvat voivirheet öljyinen ja kalan maku? Karjantuote n:o 24,1946.
20. *Ritter, W. u. Nussbaumer*, Ths., Die Oxydation des Butterfettes. Schw. Milchz. Nr. 11 u. 12 1939.
21. *Storgårds, T.*, Rauta ja kuparipitoisuuden vaikutuksesta voin kestävyyteen. Karjantuote n:o 1—2 1945.
22. *Hietaranta, Matti:* The Oxidation-reduktion Potential in Butter and the Oxidation of Butterfat. Suomen Kemistilehti B *19*, n:o 12, s. 125, 1946.

Om den finska läkemedelsindustrins utvecklingsmöjligheter.

B. E. Lindewald.

Föredrag hållet vid Finska Kemistsamfundets möte den 24 april 1946.

Ursprungligen har läkemedelstillverkningen varit direkt knuten till själva läkekonsten, varvid forna tiders läkare själva beredde den medicin, som de ordinerat. Utvecklingen har dock på detta område, liksom på andra områden efter hand givit upphov till en arbetsfördelning, så att läkarna nuförtiden huvudsakligen sysselsätter sig med läkemedelsordination, medan beredningen av mediciner överflyttats till apoteken.

Redan under slutet av medeltiden började man upprätta apotek med läkemedelstillverkning som självständig uppgift, varvid de sålunda ej hade något att göra med sjukdomsbehandlingen, utan endast skötte beredning och expedition av den medicin, som läkarna ordinerade. Under en lång tid var härvid det område, som den medicinska vetenskapen hade att hålla sig till, begränsat till dels mineralriket och dels och huvudsakligen växtriket, så att arbetet vid läkemedelstillverkningen mest bestod i att insamla och torka droger, att finfördela dem och att extrahera innehållet för att därav framställa mixturer och piller.

Vid sidan av denna beredning av bestämda råvaror uppstod på apoteken småningom också i viss mån en kemisk verksamhet och åtskilliga av de grundläggande upptäckterna i kemi har gjorts på apotek. En egentlig fabrikation uppstod emellertid först då man upptäckte, att man på rent kemisk väg kunde framställa läkemedel, som hade samma medicinska egenskaper som de därintills använda drogerna. Samtidigt som man isolerade drogernas verksamma beståndsdelar började man sålunda syntetiskt framställa samma ämnen eller ämnen, som hade liknande verkan. Härvid kom den experimentella farmakologin att spela en betydelsefull roll och det var genom djurförsök, som man kunde konstatera att endel ämnen, som man framställde, hade en verkan, som påminde om drogernas, medan andra ämnen uppvisade medicinska egenskaper, som man

tidigare överhuvudtaget ej känt till. Som exempel på de senare nämnda ämnena kan nämnas acetylsalicylsyran och de många febernedsättande ämnen, som framkommit som produktionsresultat ur den allsidiga tjärkemiska industrin.

Under 1900-talet framskred utveckligen med raska steg. Ehrlichs systematiska försök med olika läkemedel mot konstgjord syfilis på apor, varvid det ena ämnet efter det andra grundligt prövades, kröntes 1909 med upptäckten av salvarsan. Det första världskriget frambragte en mängd nya sårbehandlingsmedel och sera mot sårinfektioner. Tiden efter 1920 har präglats av tillkomsten av en mängd nya syntetiska läkemedel, men de senaste årtiondena kan dock kanske främst betecknas som ersättningsterapins epok, varvid man genom hormon- och vitaminterapi kunnat bekämpa bristsjukdomarna. I början på 20-talet fann man insulinet, som blev ett mäktigt vapen i händerna på läkarna i kampen mot den fruktade sockersjukan, och kort därpå följde upptäckten av leverns inverkan på anemi och sexualhormonernas införande i terapin. Också vitaminforskningens stora upptäckter har skett under den senaste epoken i läkemedelsframställningens historia. Det är under denna tid, som deras existens med full säkerhet har fastslagits, deras betydelse har klarlagts och de har framställts i allt renare form.

I Finland startades den första läkemedelsfabriken 1897 av Albin Koponen i Nurmijärvi. Den har dock endast fört ett begränsat antal preparat i marknaden, av vilka det viktigaste är dess medel mot binnikemask, vilket läkemedel utvinnes genom eterextraktion av inhemska ormbunksrötter. 1911 startades så Medica och 1917 Orion. Dessa två fabriker ha utvecklats till landets ledande. Sedermera har Star i Tammerfors och ett dotterbolag till Astra i Sverige tillkommit.

Av de inhemska läkemedelsfabrikernas olika verksamhetsformer faller en rätt stor del på den s. k. förpackningen, varmed i vidsträcktare bemärkelse avses att fabriken bereder inköpta läkemedel i den slutliga form, vari de intagas av patienterna. Framställningen av tabletter och ampuller har sålunda speciellt under kriget, då den utländska konkurrensen varit mindre kännbar, visat en kraftig ökning, så att man numera torde kunna säga att de inhemska fabrikerna dominerar marknaden i fråga om dylika s. k. specialiteter. Åtminstone så länge de nuvarande valutasvårigheterna gör sig gällande, får man väl också räkna med att oförpackade läkemedel, som ställer sig billigare, kommer att inköpas för att av den inhemska industrin beredas i den önskade formen. Denna gren av fabrikernas verksamhet kan förövrigt betecknas som relativt lättskött. Fabriken rör sig härvid på ekonomiskt sett fast mark då en förkalkyl vid självkostnadsberäkningen för nya preparat ställer sig ganska

enkel. En ytterligare utveckling av fabrikationen medför ej heller större svårigheter, då härför endast behöves standardapparatur.

En annan verksamhetsgren, som även upptager en markant plats på fabrikernas program, är den farmaceutiska, varvid i fabriksmässig skala beredes läkemedel, som även tillverkas av apoteken. Hit hör t. ex. beredning av extrakter och tinkturer, vanligen genom utdragning med sprithaltiga lösningar ur växtdroger, som till stor del importerats från utlandet. — I detta sammanhang kan frågan om en inhemsk medicinalväxtodling förtjäna ett omnämnande. På försorg av olika organisationer och genom privata initiativ har endel utredningar och försöksodlingar presterats, som visar att ett flertal viktiga medicinalväxter går att odla i Finland såsom Atropa belladonna, varur erhålles atropin, Digitalis purpurea och den kanske ännu viktigare Digitalis lanata, som levererar viktiga hjärtmediciner, Thymus vulgaris, som användes t. ex. i timjansaft, Valeriana officinalis, vars rötter användes för att bereda lugnande medel, och Papaver somniferum, som är utgångsmaterial vid beredning av opium och morfin. Någon mera vidsträckt odling har dock tillsvidare ej fåtts till stånd och enligt industristatistiken importerades år 1938—1941 råvaror och halvfabrikat av drog för 49,5 milj. mark medan inhemsk drog användes för c. 300.000 mk. Här förefaller det sålunda att finnas vissa möjligheter för inhemsk företagsamhet.

Till den farmaceutiska produktionen hör även endel enklare läkemedelskompositioner såsom hostmixturer, järnvin och salvor, som förpackas på tuber. Om denna farmaceutiska produktion kan sägas att härvid liksom vid inpaketeringen självkostnadsberäkningarna är lätta att utföra och att produktionen utgör en ekonomiskt stabil del av fabrikens verksamhet. I viss mån utgör den dock också ett delikat gränsområde, där fabrikerna kommit att konkurrera med sina kunder, apotekarna.

Så skulle vi då komma till den del av läkemedelsfabrikernas verksamhet, som måhända kan räkna på det största intresset hos de närvarande, nämligen läkemedelssynteserna. Det vore härvid kanske mest tilltalande att spekulera över vilka synteser, som kan utföras av inhemska råvaror och i vilken mån vi sålunda kunde göra oss självförsörjande. För den som är intresserad av att studera problemet på denna bas finnes det endel litteratur tillgänglig såsom Nykänens utredning: Lääkeaineiden valmistusmahdollisuuksistamme, som utgivits i Kemian Keskusliittos publikationsserie och giver belägg för att en stor del av våra viktigare läkemedel kan framställas av egna råvaror. Tyvärr giver dock en sådan översikt ej någon reell bild av våra utvecklingsmöjligheter under normala tider. Då kon-

sumtionen av de flesta läkemedel hos oss är ganska liten är det problematiskt om byggandet av en fabrik med dess specialapparatur för tillverkning av ett enda preparat kan göras ekonomiskt lönande i konkurrens med den utländska storindustrin. För att få en bild av det aktuella läget har det därför förefallit ändamålsenligare att genom en del typiska exempel försöka giva en uppfattning om huru långt man kommit på den syntetiska framställningens område i Finland och att komplettera bilden med erfarenheter, som gjorts speciellt i Sverige, som kan anses hava ungefär liknande möjligheter, som vi har. Den stora mångfalden av syntetiska läkemedel gör dock att bilden ej inom ramen för detta föredrag kan göras fullständig.

Av febernedsättande medel är acetylsalicylsyran eller aspirinet, som det ofta kallas, det mest använda och den årliga omsättningen i Finland kan beräknas till c. 38 ton, medan omsättningen av natriumsalicylat är c. 20 ton. Acetylsalicylsyran framställes ur benzol, som erhålles som biprodukt vid gasverken, över fenol och natriumsalicylat, som acetyleras till acetylsalicylsyra. I Sverige har under senare år en fabriksmässig tillverkning av acetylsalicylsyra påbörjats. De problem, som man härvid haft att kämpa med, giver en god bild av svårigheterna för ett litet land att upptaga tillverkningen av ett vanligare läkemedel. Sverige kan med sin årliga acetylsalicylsyrekonsumtion av c. 200 ton betraktas som det land, där förbrukningen per människa är högst i världen. Långt före det senaste kriget hade den stora svenska medicinfabriken Astra försökt upptaga en fabrikation, men på grund av svår utländsk konkurrens åter nedlagt denna. Under krigstiden, då tillförseln stoppades, blev frågan om en inhemsk acetylsalicyretillverkning åter aktuell. Det visade sig emellertid att ingen industri var villig att åtaga sig en dylik produktion och först efter det att svenska staten ställt garanti för pris och avsättning kunde Nobels krutfabrik i Bofors förmås att upptaga tillverkningen. Den planerade kapaciteten på 200 ton årligen har man dock ej tillsvidare lyckats uppnå, och då staten garanterar ett pris, som på relativt kort sikt möjliggör för fabriken att amortera anläggningskostnaderna, så innebär detta att de svenska konsumenterna får erlägga ett högt pris för sina acetylsalicylsyrepreparat.

Bland sömnmedel intager barbitursyrederivaten en dominerande plats. Barbitursyresyntesen går exempelvis enligt schemat ättiksyra-monoklorättiksyra-cyanättiksyra-malonsyra och malonsyreester, som därefter kondenseras med karbamid. Prisen på de vanligaste barbitursyrederivaten såsom veronal (dietylbarbitursyra) och medinal, som är dess natriumsalt, samt luminal (fenyletylbarbitursyra) har av de utländska industrierna pressats, så att en inhemsk konkurrens ej förefaller

ekonomiskt genomförbar. Ett försök av Astra i Sverige att upptaga en dylik fabrikation torde även ha utfallit mindre tillfredsställande. Däremot har marknadspriset på ett par mindre allmänna barbitursyror, nämligen diallylbarbitursyra och allyletylbarbitursyra varit avsevärt mycket högre, varför Medica sedan flera år kunnat tillverka dessa. — Luminal och dess natriumsalt konsumeras årligen här c. 1.800 kg och veronal och medinal c. 1.000 kg.

Bland allmänt verkande bedövningsmedel tillverkas råeter av Statens krutfabrik, varefter en rening för farmaceutiskt bruk sker på läkemedelsfabrikerna. Bland lokala bedövningsmedel syntetiseras anästesin (p-aminobenzoesyreetylester) i Sverige. Syntesen kan lämpligen ske ur toluol över p-nitrotoluol—p-nitrobenzoesyra och p-aminobenzoesyre, som förestras. Anästesinförbrukningen är i Finland per år c. 200 kg.

Morfinet och dess derivat hör till de viktigaste smärtstillande medlen. Det utgör som känt ett av de relativt få viktigare läkemedel, där en syntetisk tillverkning ej kunnat konkurrera med ur drog, och i detta fall alltså ur opium, utvunnet. I Finland tillverkas också morfin ur tillsvidare utländskt opium eller ur råmorfin, som erhållits från Ungern. Bland de viktiga morfinderivat, som tillverkas här kan nämnas: kodein (metylmorfin), dionin (etylmorfinhydroklorid) och heroin (diacetylmorfin).

Bland stimulantia är kamfern det hos oss allmännast använda. Det kan framställas syntetiskt ur pinen i terpentinolja och under förra världskriget framställdes även något kamfer i Finland för farmaceutiskt bruk. Ett viktigare hjärtstimulerande medel är dock nikotinsyredietylamid, som framställes av Medica. Syntesen sker lämpligen ur nikotin, som vid oxidation ger nikotinsyra. Ett annat verksamt hjärtstimulans är pentametylentetrazol, som t. ex. tillverkas i Danmark. Ett före kriget mycket uppskattat läkemedel speciellt vid den smärtsamma hjärtsjukdomen angina pectoris var erytroltetranitrat. Detta preparat har ej kunnat erhållas på senare tid, men har det lyckats Medica att efter svenskt mönster syntetisera ett ämne med liknande verkan, nämligen pentaerytrittetranitrat.

Under slutet av 30-talet blev ett nytt läkemedel rätt mycket reklamerat som antitrötthetsmedel. Mest bekant torde det här ha blivit under namn av pervitin (l-fenyl-2-metylaminopropan). Det har en verkan, som påminner om adrenalinets, men med längre verksamhetstid, och även den kemiska konstitutionen är närbesläktad med adrenalinets. Medica framställer ett läkemedel i denna serie som skiljer sig från pervitinet genom att en metylgrupp saknas.

En diuretiskt verkande viktig läkemedelsgrupp utgöres av purinderivaten koffein, teobromin och teofyllin. En syntetisk

framställning av dessa läkemedel kan ej här tänkas göras ekonomiskt lönande. Ett större intresse har kanske då metoden att ur skalen av kakaobönor, som erhålles som biprodukt från chokladfabriker, utvinna teobromin (3-7-trimetylxantin) och ur teobrominet genom metylering framställa koffein (1-3-7-trimetylxantin). På detta sätt framställes en stor del av koffeinet i världsmarknaden och också i Sverige har man under krigsåren härigenom i någon mån kunnat täcka sitt koffeinbehov. Koffein användes i Finland årligen c. 5.800 kg och teobromin c. 3.500 kg.

Sedan Nobelpristagaren Domagk år 1935 upptäckte sulfonamidernas eller rättare sagt sulfanilamidernas effekt på streptokocker, har denna läkemedelsgrupp dominerat bland kemoterapeutiska läkemedel. Sulfanilamidsyntesen går över benzolanilin-acetanilid-p-acetaminbenzolsulfoklorid och motsvarande amid, varur genom förtvålning erhålles sulfanilamid. En tillverkning på basen av inhemska råvaror är sålunda möjlig och i Sverige har också en helt imponerande industri fåtts till stånd, som utöver landets egna behov även möjliggjort en export, varav bl. a. Finland profiterat. Försöker man emellertid bedöma våra möjligheter till en motsvarande verksamhet, känner man sig tveksam. Svårigheterna vid sulfanilamidtillverkning ligger dock delvis på ett annat plan än vid den tidigare omnämnda acetylsalicylsyreframställningen. Härvid tillkommer nämligen en ny faktor. En fabrik som upptager framställningen av sulfanilamidpreparat på sitt program, kan ej för närvarande räkna med att få ägna sig åt syntesen av ett enda läkemedel, utan måste ständigt vara beredd att lägga om sin produktion till förmån för nya effektivare och mindre toxiska preparat. Sålunda betraktas det effektivaste i Finland för närvarande använda sulfapreparatet, sulfatiazol (sulfaninylaminotiazol) i utlandet närmast som ett passerat utvecklingsstadium och har fått giva plats för nyare derivat. Man får en uppfattning om den oerhörda produktivitet, som utvecklas på detta område, av amerikanska siffror, som utvisar att där framställts 5.500 olika sulfapreparat medan produktionen år 1943 uppskattades till 4.500 ton. Som jämförelse kan nämnas att den årliga förbrukningen i Finland rör sig kring 10 ton.

Under krigsåren har man i de anglosaxiska länderna börjat framställa penicillin, ett läkemedel, som erhålles ur mögelsvampen Penicillum notatum och som i flera fall visat sig effektivare än sulfanilamiderna. Utredningar i Sverige har givit vid handen att anläggningskostnaderna för en penicillinfabrik ställer sig så höga att man ej där funnit skäl föreligga att upptaga fabriksmässig tillverkning. Nämnas kan dock också att man i Danmark ämnar påbörja en penicillinframställning i en omfattning, som motsvarar landets behov. Vid bedömandet av möjligheterna för ett eventuellt startande av en penicillinfabrik, måste hänsyn tagas till att den kemiska forskningen på detta område numera fört till att man kan anse penicillinets kemiska formel som fastställd, vilket i en nära framtid kan leda till en syntetisk framställning, som är billigare än den nuvarande kostsamma tillverkningsmetoden. Dessutom måste man utgå ifrån att den upptäckt, som gjorts, nämligen att en mikroorganisms baktericida verkan kan utnyttjas i läkekonstens tjänst, närmast inleder en ny epok i läkemedelstillverkningens historia och att penicillinet troligen kommer att visa sig utgöra blott en första anspråkslös representant för en läkemedelsgrupp, som kan öppna oanade terapeutiska perspektiv. Fortsatta forskningar i Amerika har sålunda redan lett till upptäckten av ett nytt läkemedel, streptomycin, som isolerats ur strålsvamp. Streptomycin lär utom att det är verksamt vid infektioner, som påverkas av penicillin, även hava god effekt vid sådana sjukdomar som tyfus, dysenteri och tuberkulos. I utlandet har redan anläggandet av streptomycinfabriker planerats. I Ryssland har man åter ur en mögelsvamp, Aspergillus niger framställt aspergillin, som har egenskaper påminnande om streptomycinets.

En sammanfattning av läkemedelsindustrins utveckling i Finland på det syntetiska området giver vid handen att tillverkningen omfattat mindre preparat, där marknadspriset ställt sig relativt fördelaktigt för syntetisk framställning. I Sverige har, närmast på grund av de onormala förhållanden, som kriget skapat, tillverkningen kunnat upptagas även av läkemedel, som användes i större utsträckning. Läkemedelsindustrin i Sverige har härvid även i högre grad än i Finland kunnat stöda sig på landets övriga kemiska industri, som varit i stånd att leverera de halvpreparat, som behövts för dess synteser.

Om sålunda våra möjligheter att i högre grad bliva självförsörjande i fråga om syntetiskt framställda läkemedel förefaller att vara begränsade, så äro auspicierna härför betydligt bättre då det blir fråga om vitaminer och hormoner. Speciellt Danmark har på detta område visat vilka möjligheter även ett litet land har att göra sig ej endast oberoende utan också ägna sig åt export.

En stor del av vårt A-vitaminbehov kan täckas genom isolering av dess provitamin, karotin, ur växter. Som bl. a. Simola påvisat innehåller flera inhemska växter en imponerande mängd karotin. Sålunda finnes i 100 gr av vår vanliga nässla 17.000 I. E. eller i runt tal 5 gånger mera än i smör. Genom en sådan isolering av karotin kan man t. ex. i Danmark vitaminisera sitt margarin.

B-vitaminerna förekommer rikligt i öljäst, vilket utnyttjas av våra läkemedelsfabriker för framställning av endel stärkande preparat. Av pressad jäst användes för detta ändamål

ungefär 200 ton årligen. För framställning av rent B_1-vitamin blir emellertid isoleringen ur jäst för dyrbar för att kunna konkurrera med det syntetiskt framställda aneurinet.

För C-vitamin har vi en värdefull tillgång i våra nypon, som överträffar allt annat hittills undersökt växt- och djurmaterial i fråga om askorbinsyrehalt. Sålunda har man vid undersökningar i Sverige hos Rosa nipponensis funnit en C-vitaminhalt av 11,8 % av det torkade nyponköttet. I Sverige användes också stora mängder nypon av läkemedelsfabrikerna och i Danmark är den årliga förbrukningen över 100 ton.

E-vitamin finnes särskilt rikligt i vetegroddar och i form av standardiserad vetegroddolja för också Orion E-vitamin i handeln, medan K-vitamin syntetiseras av våra läkemedelsfabriker i form av olika 2-metylnaftokinonderivat.

Av de hormoner, som tillverkas för terapeutiskt bruk, är insulinet, som utvinnes ur bukspottkörtel eller pankreas, det kanske viktigaste. Insulintillverkningen igångsattes 1922 i Amerika och redan 4 år senare påbörjade Medica en fabriksmässig framställning.

Sköldkörtelns hormon, tyroxin, är en jodhaltig aromatisk förening, vars syntetiska framställning ej lönar sig i konkurrens med den relativt billiga torkade körteln. I form av torkade körtlar tillverkas också hormonpreparatet i Finland.

De kvinnliga könshormonerna, som alstras i ovarierna, är av två principiellt olika slag, dels corpus luteum eller gulkroppshormonet och dels hormoner med oestrogen verkan, brunst- eller follikelhormonerna. Våra läkemedelsfabriker har tillsvidare nöjt sig med att framställa tabletter av torkade ovarier ur nötkreatur och svin och innehåller dessa således båda hormontyperna. För utvinnandet av gulkroppshormonet, progesteron, torde svinovarier vara förmånligare än urin, vari hormonet finnes i ytterst ringa koncentration. Progesteron kan även framställas syntetiskt, såsom fallet är i Danmark.

Det bästa naturliga utgångsmaterialet för de oestrogena hormonerna är däremot urinet av dräktiga ston. Både i Sverige och Danmark har man även upptagit tillverkning enligt denna metod, medan i Danmark även syntetiskt framställes oestron, som är ett naturligt follikelhormon. De naturliga hormonerna, som har sterinstruktur, har emellertid fått en kraftig konkurrent i de prisbilligare syntetiska stilbenpreparaten, som har en identisk verkan. I form av dihydrostilboestrol framställes även stilbenpreparat av Medica.

Det manliga könshormonet, testosteron, utvinnes ur manligt urin eller framställes som t. ex. i Danmark syntetiskt ur kolesterin.

De antianemiska faktorerna finnes i lever och magsäckens pylorusdel. Preparat av dessa organ tillverkas i olika former hos oss.

En särskild fabrikationsgren omfattar vacciner och sera. Om dem kan i korthet sägas, att de viktigaste vaccinerna och endel sera tillverkas i landet.

Till slut kan det måhända intressera åhörarna att få den inhemska läkemedelsindustrins utveckling belyst med några siffror. År 1930 tillverkades enligt industristatistiken läkemedel i vårt land av läkemedels- och teknokemiska fabriker till ett belopp av ungefär 10 milj. mark. 1938 hade fabrikationen stigit till 23,8 milj., 1939 till 31,9 milj., 1940 till 44,8 milj. och 1941 till 76,7 milj. för att 1943 komma upp till 150 milj. mk. Om landets totala konsumtion av mediciner finnes ej alldeles exakta siffror, men 1941 uppskattades denna till ungefär 150 milj., varav den inhemska industrin således skulle ha stått för ungefär hälften, varvid likväl bör märkas, att en stor del av läkemedlen inköpts från utlandet och endast förpackats här. Även om man tager hänsyn till att läkemedelspriserna stigit avsevärt, så är dock utvecklingen markant. Att sia om den fortsatta utvecklingen är svårt, då många faktorer inverkar på densamma. Sålunda kan fabrikerna nu ej på grund av råvarubrist utnyttja sin fulla kapacitet, och även den totala omsättningen i landet torde i framtiden öka då den akuta läkemedelsbristen övervinnes, medan å andra sidan den utländska konkurrensen för tillfället är mindre kännbar än den kommer att bliva då mera normala förhållande inträder. Av stor betydelse kommer även statsmaktens inställning i framtiden att bliva för den fortsatta utvecklingen.

Casagrandes areometermetod för bestämning av kornstorleken hos finfördelat material.

Av

Harald Tötterman.

A. B. Centrallaboratorium — Keskuslaboratorio O. Y.

Allmänna analytiska avdelningen.

Föredrag hållet vid Finska Kemistsamfundets möte den 13. 2. 1946.

En av de uppgifter som kan möta den inom tekniken verksamma kemisten, är bestämningen av kornstorleken hos finfördelat material. Härmed avses i efterföljande framställning i allmänhet ämnen där antalet partiklar med en diameter $< 60\,\mu$ ($1\,\mu = 1/1000$ mm) överstiger 90 %. Sådana substanser äro t. ex. vissa jordarter, bl. a. det för pappersindustrin så viktiga kaolinet, cement, färgämnen m. m.

Kornstorleksbestämningsmetoderna äro många, och förutom den enklaste bland dem, siktmetoden, hava de flesta en gemensam egenskap av icke alltid angenämt slag. De fordra nämligen för sitt utförande en ofta dyrbar specialapparatur, vilken dessutom i tider som dessa kan vara svår eller omöjlig att anskaffa. Det kan därför vara motiverat att här redogöra för den hos oss ännu relativt okända areometermetoden, vilken åren före kriget utarbetats närmast av Casagrande och Petersen[1]). Detta förfaringssätt har nämligen i jämförelse med hittills använda metoder icke obetydliga fördelar. Jämte billiga anskaffningskostnader för apparatur, utmärker sig metoden för stor enkelhet i försöksutförandet och beräkningen av resultaten, varför försöken även kunna utföras av relativt oskolade arbetskrafter. Enligt uppgift visa även resultaten en mycket god överensstämmelse med värden erhållna enligt andra metoder, exempelvis den kända pipettmetoden. Areometerförfarandet har närmast kommit till användning i Tyskland, men även i Amerika är det bekant under namnet hydrometermetoden.

1) *Casagrande, A.:* Die Aräometer-Methode zur Bestimmung der Korngrössenverteilung von Böden und anderen Materialien. Berlin 1934.
v. Possanner, B., u. Mitarbeiter: Papierfabrikant 34. 459 (1936).
R. Sieber: Die Chemisch-Technischen Untersuchungsmethoden der Zellstoff- und Papierindustrie. Berlin 1943.

Förrän här närmare ingås på försöksmetodiken, skall i korthet redogöras för de vanligaste andra förfaringssätten för bestämning av kornstorleken. Det äldsta och enklaste är siktanalysen, vilken emellertid ej ger möjlighet att bestämma storleken hos partiklar med en diameter $< 60\,\mu$, dessa gå nämligen genom en sikt med 10000 maskor per 1 cm², den finaste i praktiken använda sikten. Siktningen har emellertid sin betydelse i att avlägsna och bestämma mindre mängder grövre beståndsdelar i övervägande finfördelat material, och är ofta t. o. m. nödvändig att utföra för att bestämningarna av de mindre kornstorleksklasserna skola giva korrekta resultat.

Som grundval för de flesta metoder att bestämma mängderna av de små kornstorlekarna i en substans tjänar Stokes' lag beträffande hastigheten V och radien r hos en sfärisk partikel med specifika vikten D_1, som faller genom ett medium med specifika vikten D_2 och viskositeten η under inflytande av tyngdkraften, vars acceleration är g:

$$V = \frac{2}{9} \cdot \frac{(D_1 - D_2) \cdot g}{\eta} \cdot r^2$$

Under likartade försöksbetingelser är alltså fallhastigheten hos partiklar med samma specifika vikt endast beroende av deras radie. Om en ursprungligen homogent fördelad suspension av sfäriska partiklar får avsätta sig, måste således efter en viss tid emellan ytan och en bestämd nivå i lösningen endast befinna sig partiklar vilkas storlek icke överstiger ett visst beräknat värde.

Införes i Stokes' formel begreppen fallhöjd i cm, H, och falltid i sek, T, erhålles

$$V = \frac{H}{T}, \text{ varav följer } T = \frac{9 \cdot \eta \cdot H}{2\,(D_1 - D_2) \cdot g \cdot r^2}$$

Stödande sig på denna formel hava nu en hel del metoder för kornstorleksbestämningar utarbetats. Dessa äro av två väsentligt skilda slag, nämligen sedimentationsmetoder, i vilka partiklarna få falla nedåt i en vätska, eller slamningsmetoder i vilka partiklarna sättas i rörelse uppåt genom vattenström eller luft av konstant hastighet. Sedimentationsmetoderna lämpa sig i allmänhet för partiklar med kornstorlek från $50\,\mu$ — $1\,\mu$, slam-

ningsmetoderna tillåta däremot icke undersökning av så små partiklar, utan ligger deras användningsområde mellan 2 mm och 20 μ. Till den förra gruppen hör bl. a. pipettmetoden, enligt vilken efter bestämda tidsintervaller en viss volym på en bestämd nivå i en suspension avpipetteras och väges efter avdunstning av vätskan. En annan apparat, den s. k. turbidimetern enl. Wagner, som isynnerhet användes mycket i Amerika, är baserad på bestämning av suspensionens grumlingsgrad med en fotocell på olika höjder under bestämda tidsintervaller. Bland slamningsmetoderna kan nämnas den s. k. vindsiktningen, varvid undersökningsmaterialet blåses uppåt av en luftström med konstant, regulerbar hastighet. Luftströmmen medför härvid endast partiklar, vilkas fallhastighet är mindre än lufthastigheten. Så finnas givetvis en hel del apparater av varierande konstruktion, där slamningen utföres med vatten.

Försöksmetodik.

Efter i föregående avsnitt givna exempel på andra kornstorleksbestämningsmetoder skola vi övergå till en närmare beskrivning av areometermetoden och dess arbetssätt. Principen för denna metod, vilken är en typisk sedimentationsmetod, är att tätheten hos en suspension med vissa tidsintervaller mätes med areometer. Ur de erhållna resultaten kan sedan, med beaktande av den tid som förflutit från det moment då suspensionen börjat avsätta sig till avläsningsögonblicket samt undersökningsmaterialets specifika vikt och mängd, kornstorleksfördelningen bestämmas. Beräkningen av resultaten underlättas mycket av att den delvis kan ske med tillhjälp av ett nomogram, till vilket vi skola återkomma längre fram.

Utförandet av bestämningarna sker på följande sätt:

10—30 g lufttorrt undersökningsmaterial avväges samt uppslammas med destillerat vatten till jämnt 1 liters volym. Uppslamningen sker lämpligen i en 1 liters måttcylinder. Härefter omröres blandningen med elektrisk omrörare under 3 t, varigenom en fullkomligt homogen suspension erhålles. Emedan de enskilda kornen hos suspensioner av detta slag ofta visa tendens till sammanbakning under sedimenteringen, är det skäl att redan före omröringen tillsätta ett ämne som motverkar fenomen av detta slag, m. a. o. en dispergator. Främst kommer härvid vattenglaslösning av 34 Bé till användning, för 1 liter suspension brukar 0,5—1,5 ml vara tillfyllest. Vid noggrannare arbeten fastställes den optimala dispergatortillsatsen genom särskilda förförsök. Ibland kan dock vattenglastillsatsen vara fullkomligt olämplig och leda till koagulering, i sådana fall har istället ett par ml 10 %-ig citronsyra visat sig vara en användbar dispergator.

Sedan omröringen av cylinderinnehållet avbrutits, omblandas suspensionen omedelbart under minst 1 minut på så sätt att cylindern slutes med gummikork eller handflatan och svänges upp och ned några gånger. I det ögonblick den efter innehållets omblandning ställes att stå på ett lämpligt underlag och suspensionens avsättning alltså begynner, igångsättes en sekundometer. Areometern nedsänkes försiktigt i lösningen, där den får förbliva de två första minuterna av försökstiden. Avläsningar utföras ½, 1 och 2 minuter efter försökets början. Sedan uttages areometern långsamt och spolas med vatten ren från vidhäftande analysmaterial, varpå den torkas med handduk. Före varje ny avläsning skall areometern införas 5—10 sekunder tidigare i suspensionen, efter avläsningen borttages den alltid, spolas och torkas. Utom de tre första avläsningarna kunna observationer utföras exempelvis efter 5, 10, 15, 45 och 120 minuter räknat från försökets början, och till sist efter 20 t. Givetvis erhålles en bättre uppfattning om kornstorleksfördelningen ju flere observationerna äro, men det här angivna antalet brukar i allmänhet vara tillfyllest för en tillräcklig orientering. Lösningens temperatur avläses en gång under de 15 första minuterna av försöket, samt dessutom efter varje följande observation av suspensionens täthet.

Alla observerade data och ur dessa beräknade värden införes i en tabell av följande utseende, där för tydlighetens skull några vid Centrallaboratoriet utförda observationer antecknats:

Tabell 1.

Observationer och försöksresultat enl. Casagrandes metod.

I	II	III	IV	V	VI	VII		VIII
Temp.	Kl. slag	Förfl. tid.	R^1	$R = R^1 + C$	D	R + m Hr		W
19°	13.10.30	½ min.	7,44	7,50	55 μ	7,30	10,3	83,7 %
»	13.11.0	1 »	7,07	7,13	40 »	6,93	10,7	79.6 »
»	13.12.0	2 »	6,70	6,76	30 »	6,56	11,0	75,5 »

Spalten I innehåller försökstemperaturen, II klockslag för observationen och III den sedan försökets början förflutna tiden. R^1 utgör areometeravläsningen. Denna företages så att endast decimaler avläsas, och decimalkomman sättes mellan tredje och fjärde decimalen. 7,44 betyder således i verkligheten specifika vikten 1,00744. C utgör en menniskkorrektion, vilken måste införas emedan areometeravläsningarna på grund av suspensionens ogenomskinlighet icke kunna utföras vid menniskens nedre rand. Den utgör skillnaden mellan avläsningar vid övre och nedre randen och kan bestämmas genom att areometern nedsänkes i vatten. Den är konstant för alla mät-

Fig. 1. Temperaturkorrektioner för areometrar.

ningar med instrumentet. R utgör således den korrekta avläsningen av areometern, D utgör kornstorleken, för vars bestämning ur nomogramet längre fram skall redogöras, m är en temperaturkorrektion, vilken måste tagas i beaktande om suspensionens temperatur avviker från den temperatur vid vilken areometern är kalibrerad. Storleken av denna korrektion för olika temperaturer framgår av fig. 1[1]). Är temperaturen i suspensionen exempelvis 19° C och areometern graderad vid 20°, är den —0,2, vilket tal alltså skall avdragas från R-värdena för att R + m skall erhållas. I praktiken betyder dock en temperaturskillnad på endast 1° knappast något alls för kalkylerna, varför man i sådana fall kan räkna direkt med värdet R. För beräkning av kornstorleken är det nödvändigt att i stället för värdena på specifika vikten R, känna till motsvarande värden på storheten Hr, vilken anger areometerns s. k. reducerade nedsjunkningsdjup i suspensionen. Huru Hr förhåller sig till areometeravläsningen framgår bäst av fig. 2 (högre sidan). Här betyder h höjden av areometerns sänkkropp och H_1 höjden från sänkkroppen till vätskeytan. Värdet på Hr (i cm) beräknas enligt formeln

$$Hr = H_1 + {}^1/_2 \left(h - \frac{\text{volymen hos areometerns sänkkropp}}{\text{måttcylinderns genomskärningsyta}}\right)$$

Av formeln ser man att uttrycket inom klammern är konstant, om samma areometer och måttcylinder användes vid försöken. Värdena på H_1 för olika avläsningar av areometern bestämmas en gång för alla genom uppmätning. Det är sedan lätt att uppställa en tabell där värdena på Hr omedelbart kunna erhållas ur motsvarande värden på specifika vikten. Om vi återgå till tab. 1, återstår förklaringen av uttrycket W i kolumn VIII. Detta betecknar torrvikten av alla partiklar mindre än D och uttryckes i % av provets totala torrvikt.

[1]) Bilden tagen ur *R. Sieber:* Die Chemisch-Technischen Untersuchungsmethoden (loc. cit.), ur vilket verk även samtliga övriga illustrationer äro hämtade.

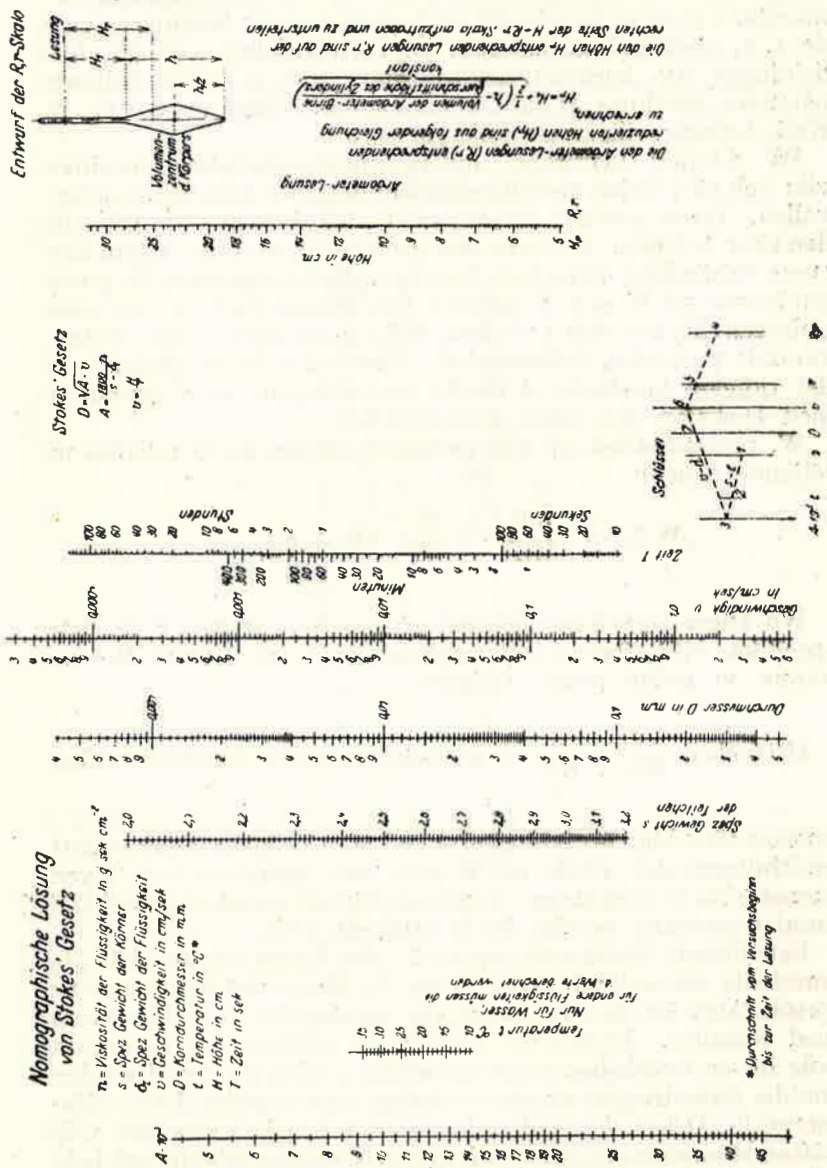


Fig. 2. Nomografisk lösning av Stokes' lag enl. Casagrande.

En sammanställning av alla under försöket erhållna D- och W-värden giver en bild av kornstorleksfördelningen i provet.

Då således nu betydelsen av alla kolumner i tabellen förklarats, kunna vi övergå till en beskrivning av beräkningen av de t. v. obekanta storheterna, D, kornstorleken, och W, fördelningen av kornstorleksklasserna. Såsom redan tidigare nämndes beräknas D ur ett nomogram, vilket vi se i fig. 2. Kalkyleringen tillgår på följande sätt:

På S-linjen utprickas undersökningsmaterialets specifika vikt och på t-linjen medeltemperaturen under hela försöksintervallen. Dessa punkter förenas med en linje som utdrages tills den skär A-linjen. På detta sätt erhålles konstanten A som kan anses oförändrad under hela försöket. Sedan uppsökas de givna punkterna på R- och T-skalorna och förenas med en linje som utdrages tills den skär v-skalan. Skärningspunkten anger ifrågavarande partiklars fallhastighet. Förbindes denna punkt med det tidigare bestämda A-värdet anger linjens skärningspunkt med D-skalan den sökta kornstorleken.

W, procenthalten av alla partiklar mindre än D erhålles ur följande formel:

$$W\,\% = \frac{100}{Wo} \cdot \frac{S}{S\text{-}1}\,(R + m)$$

Wo anger torrvikten hos det undersökta provet, S är dess specifika vikt (ber. på torrsubstansen), och termen R + m känna vi redan sedan tidigare.

Uttrycket $\frac{100}{Wo} \cdot \frac{S}{S\text{-}1}$ är konstant för ett givet försök, vilket mycket förenklar beräkningen av W. Man behöver alltså endast multiplicera det värde på R + m som motsvarar en given kornstorlek D med denna konstant, för att omedelbart erhålla antalet partiklar mindre än D uttryckt i %.

Beträffande försöksmetodiken är det kanske ännu skäl att framhålla att avläsningarna under de första två minuterna av försökstiden äro de som enligt vår mening äro mest behäftade med felkällor. Isynnerhet den första avläsningen kan vara svår för en ovan observator att utföra exakt, på grund av den snabba förändringen av suspensionens täthet under denna tidsintervall. Också det under denna period vid areometern vidhäftande analysmaterialet kan givetvis vara en felkälla och leda till att för låga värden på specifika vikten erhållas. Dessa felkällor äro dock enligt vårt förmenande icke av en sådan betydelse att de väsentligt skulle förringa metodens värde.

Experimentell del.

I det föregående har det viktigaste sagts om areometermetodens utförande och beräkningen av försöksresultaten. Som av framställningen framgått är det väsentligaste villkoret för dess utförande att man äger tillgång till en härför lämplig areometer. Av fig. 3 framgår utseendet och dimensionerna hos tvenne

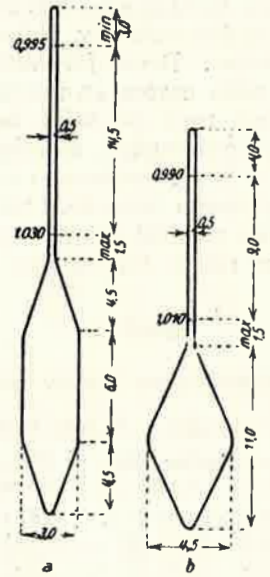


Fig. 3. Areometrar för analyser enl. Casagrande.

sådana areometrar enl. Casagrande. När vi för ett par år sedan började använda oss av areometermetoden å Centrallaboratoriet, var det omöjligt att anskaffa dessa specialareometrar, men vi ägde däremot ett par s. k. bryggeriareometrar, visserligen indelade i Baumégrader, vilka rätt väl till känslighet och dimensioner motsvarade de äkta Casagrandeareometrarna. Efter nödiga kalibreringar och förförsök konstaterades även att dessa väl lämpade sig för utförandet av kornstorleksbestämningar.

Förrän här närmare redogöres för resultaten av areometermetodens praktiska tillämpning, är det skäl att ännu något närmare beröra frågan om den mängd dispergator som skall tillsättas vid försöken och dess betydelse för resultaten. Såsom redan tidigare nämndes, anges 0,5—1,5 ml vattenglaslösning av 34 Bé vara den lämpligaste tillsatsen för kaolin, den optimala tillsatsmängden bör dock vid noggrannare arbeten

bestämmas genom förförsök. En omständighet som dock icke påpekats i den för oss tillgängliga litteraturen, är att dispergatorn givetvis har en viss inverkan på de av areometern angivna specifika vikterna, denna inverkan ökas ju större mängden dispergator är. Man måste därför korrigera de erhållna värdena genom att från dem subtrahera den ökning i vattnets specifika vikt som den tillsatta mängden dispergator ger upphov till. Vid användning av 0,5 ml vattenglas är korrektionen dock så obetydlig att den kan bortlämnas, användes däremot större mängder kan ett bortlämnande av densamma giva upphov till helt felaktiga resultat. Detta förhållande belyses bäst av resultaten i tabell 2, vilka utgöra en försöksserie där kornstorleksfördelningen hos ett prov på krita bestämts med tillsats av fyra olika dispergatormängder, nämligen 0,5, 1,0, 2,0 och 4,0 ml vattenglas av 34 Bé. Resultaten i a) äro uträknade utan korrektion för vattenglasets inverkan på specifika vikterna, medan åter i b) samma resultat omräknats med hänsyn tagen till dessa korrektioner (utom för 0,5 ml).

Tabell 2.

Kornstorleksfördelningen hos ett prov på krita.

a) Utan korrektion för vattenglas.					b) Med korrektion för vattenglas.				
D, μ	W %, tillsats av vattenglas: 0,5 ml	1,0 ml	2,0 ml	4,0 ml	D, μ	W %, tillsats av vattenglas: 0,5 ml	1,0 ml	2,0 ml	4,0 ml
73 ..	87,1	91,1	95,6	105,0	73	87,1	88,1	87,3	86,0
52 ..	85,9	89,1	93,6	104,0	52	85,9	85,9	85,1	85,0
37 ..	82,9	88,1	92,6	101,8	37	82,9	84,9	84,1	83,0
14 ..	75,4	78,6	87,3	89,2	14	75,4	75,4	78,8	70,3
10 ..	63,9	63,9	72,6	74,5	10	63,9	60,9	64,1	55,7
9 ..	53,4	54,4	64,1	68,3	9	53,4	51,4	55,8	49,3
5 ..	37,7	36,7	43,1	47,3	5	37,7	33,5	34,8	28,3
2 ..	6,3	7,3	13,7	22,0	2	6,3	4,2	5,3	3,2

Betraktas resultaten i tabell 2, finner man att a-värdena med stigande dispergatortillsats uppvisa en märkbar stegring, vilken vid tillsats av 4,0 ml vattenglas blir så stor att totalhalten partiklar mindre än de grövre kornstorleksklasserna stiger över 100 %. Alldeles annat är förhållandet om en korrektion införes, de på detta sätt erhållna b-värdena äro som synes rätt likvärda. Man ser dock en tydlig skillnad mellan värdena erhållna med 0,5 ml och 4,0 ml vattenglas, de förra äro, med ett enda undantag där endast en obetydlig skillnad föreligger, genomgående högre än de senare. Vid jämförelse med de tvenne övriga serierna framträda skillnaderna icke så väl, men ur försöken kan dock slutsatsen dragas att en tillsats av 0,5 ml vattenglas är tillfyllest för att man skall erhålla optimal dispersion.

Detta förhållande är av fördel ur den synpunkten, att härvid ingen korrektion för vattenglastillsatsen behöver tagas.

Resultaten från en motsvarande undersökning av ett kaolinprov finnas angivna i tabell 3. Här äro dock samtliga värden från tillsatser av 1,0 ml vattenglas uppåt korrigerade med hänsyn till dessa tillsatser.

Tabell 3.

Kornstorleksfördelningen hos ett prov på kaolin.

(Med korrektion för vattenglastillsatsen.)

D, μ	W %, tillsats av vattenglas: 0,5 ml	1,0 ml	2,0 ml	4,0 ml
70	81,5	81,4	82,5	78,7
50	76,4	79,4	80,6	76,6
36	74,5	77,3	75,6	73,7
13	72,4	71,3	71,5	69,6
9	66,4	66,3	66,5	65,5
8	64,4	64,4	63,5	60,5
5	57,3	56,3	57,4	51,4
2	39,3	33,2	34,3	31,2

Även i detta fall kan man konstatera att en tillsats av 4,0 ml vattenglas är för hög och att 0,5 ml är tillräckligt för att åstadkomma tillfredsställande dispersion. I detta sammanhang kan även omnämnas att försök utförts med sodalösning som dispergator vid kaolinundersökningar, och att resultaten utvisade att ifrågavarande lösning var oduglig för detta ändamål.

Som exempel på metodens praktiska tillämpning visas i fig. 4 några av våra resultat vid kaolinundersökningar i diagramform. Som brukligt vid kaolinanalyser har för större överskådlighets skull halvlogaritmiskt papper kommit till användning. Härigenom vinnes den fördelen att fördelningen av såväl de större som de mindre kornstorleksklasserna lika tydligt kommer till synes.

Kurvorna 1 och 2, vilka representera samma kaolin, äro resultaten av våra två första försök, vilka utfördes utan tillsats av dispergator. Resultaten föreföllo såsom av bilden synes ej vidare uppmuntrande. Utom att värdena avsevärt skiljde sig från varandra, voro kurvorna ej alls av sådant utseende som brukar erhållas för kaolin. Det låg nu nära till hands att antaga att orsaken härtill låg i det redan tidigare omnämnda fenomenet, en sammanbakning av de enskilda kornen under sedimentationen. Detta visade sig även vara fallet. Vid tillsats av 1 ml vattenglaslösning av 34 Bé till suspensionen erhöllos nämligen vid två nya försök med samma kaolin kurvorna 3 och 4. Utom att dessa ligga mycket nära varandra, förlöpa de i stort sett

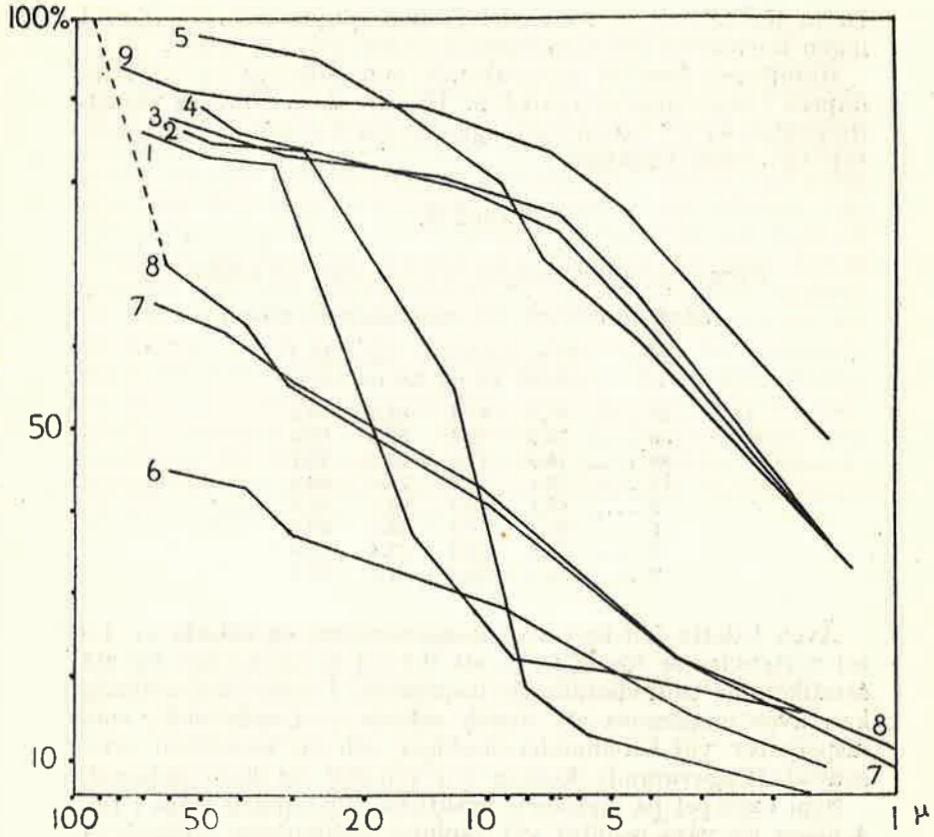


Fig. 4. Kornstorleksfördelningen hos kaolinprover analyserade enl. areometermetoden.

1 = 15 g kaolin a, ej vattenglastillsats
2 = 20 g » » » »
3 = 15 g » » 1,0 ml vattenglas 34 Bé
4 = 20 g » » » » » » »
5 = Kaolinanalys enl. R. Sieber
6 = Kaolin b, dålig vara
7 = » » siktat genom sikt 900 maskor/cm²
8 = » » » » » 4900 » »
9 = Kaolin c, god vara

på samma sätt som kurvan 5, vilken är tagen ur R. Sieber: Die Chemisch-Technischen Untersuchungsmethoden der Zellstoff- und Papierindustrie, och representerar ett gott kaolin. Hos ett sådant brukar halten av partiklar med en diameter < 20 μ vara omkring 90 %, man ser nu att det undersökta provet ej är alldeles prima vara, i det att motsvarande procent

här utgör ca. 82. En ökning av dispergatorns mängd inverkade vid utförda försök ej vidare på försöksresultaten, varför den tillsatta mängden, 1 ml, således är tillfyllest att förhindra en sammanbakning av kornen vid sedimentationen. Kurvan 6 representerar en analys av ett dåligt kaolin innehållande större mängder grövre beståndsdelar. Då detta prov siktades genom en sikt med 900 maskor/cm², genom vilken blott går partiklar med en diameter < 200 μ, erhölls vid analys på det siktade materialet kurvan 7. Siktades denna fraktion ytterligare genom en sikt med 4900 maskor/cm² erhölls för det på detta sätt erhållna materialet, i vilket största kornstorleken är < 90 μ, kurvan 8, vilken visar att kaolinet fortfarande innehåller oproportionerligt mycket av de grövre kornstorlekarna.

En kontrast till detta dåliga kaolin utgör kurvan 9, en av oss utförd analys av ett gott kaolin. Här fäster man sig främst vid att de mindre kornstorleksklasserna äro ovanligt rikligt representerade, så innehåller provet t. ex. 86,5 % korn med en diameter < 10μ.

När jag nu nått slutet av min framställning, vill jag uttala förhoppningen att jag åtminstone i någon mån lyckats klargöra areometermetodens teori och praktiska tillämpning. Enligt min mening förtjänar den att tack vare sitt enkla utförande och de tillika tillförlitliga resultaten hållas i minnet av alla kemister för vilka kornstorleksbestämningar hos finfördelat material kan hava eller få aktualitet.

På detta ställe ber jag även att få tacka fil.mag. Åge Renvall och fru Laura Hintikka vilka på ett förtjänstfullt sätt asissterat vid de praktiska försökens utförande.

Helsingfors 1947, Frenckellska Tryckeri Aktiebolaget.