

**FINSKA SUOMEN**  
**KEMISTSAMFUNDETS KEMISTISEURAN**  
**MEDDELANDEN TIEDONANTOJA**

REDAKTÖR – TOIMITTAJA  
**Gösta Brunow**

INNEHÅLL – SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| Terje Enkvist: Adolf Edward Arppe, pionjär för den organiska kemien i Finland .....  | 38 |
| W. R. Forsman: Upphettning av alkalisk svartlut av björk .....   | 47 |
| Jaakko Brothorus and Pertti Törmälä: Nitroxyl Radicals as Probes for Lipid Structure. II. Model Systems and Membranes .... | 49 |
| Berättelse över Finska Kemistsamfundets verksamhet under år 1971 ....  | 66 |
| Finska Kemistsamfundets verksamhet .....   | 68 |

# Isotoper för medicinska ändamål tillverkas i Finland

Enligt ett avtal mellan läkemedelsfabriken Medica och Tekniska Högskolan sköter Medica distribution och försäljning av för medicinskt bruk avsedda isotoper som produceras vid högskolans reaktorlaboratorium.

Radioaktiva isotoper används framför allt inom diagnostiken men de har även fått en avsevärd terapeutisk användning. Hittills har man varit tvungen att importera alla isotoper som behövts på våra sjukhus och medicinska laboratorier. Emellertid är långa transporter av dylika ämnen ytterst besvärliga på grund av den radioaktiva strålningen och den ofta mycket korta halveringstiden. Den inhemska produktionen underlättar arbetet för de talrika kemister och läkare som använder isotoper för medicinska ändamål.

*Medica*  
1911

## FINSKA SUOMEN KEMISTSAMFUNDETS KEMISTISEURAN MEDDELANDEN TIEDONANTOJA

81 årg.

1972 N:o 2

81 vuosik.

Utgiven av — Julkaisija — Publisher  
Finska Kemistsamfundet — Suomen Kemistiseura — Chemical Society of Finland  
Postbox 10476 Postilokero  
Helsingfors — Helsinki

Styrelse — Hallitus  
HOLGER SJÖBERG — NILS-ERIK ELLFOLK — LARS ANDERSEN — LARS-OLOF THODÉN —  
GÖSTA BRUNOW — ELSA EHRNROOTH — TOR-MAGNUS ENARI — VERONICA SUNDMAN  
KARIN SANDELIN

Sekreterare — Sihteeri  
LARS-OLOF THODÉN Valhallagatan 3 Valhallankatu, Helsingfors 25 Helsinki, tel. 46 04 11 puh.

Kassör — Rahastonhoitaja  
BJÖRN HOLM, Kaserng. 16 A 10 Kasarmink. Helsingfors 13 Helsinki, tel. 46 04 11, 63 96 70 puh.

Arkivarie — Arkistonhoitaja  
ANJA ANDERSEN, N. Hesperieg. 7 A P. Hesperiank. Helsingfors 26 Helsinki, tel. 49 08 78 puh.

Redaktör — Toimittaja  
GÖSTA BRUNOW, Universitetets Kemiska Institut, S. Hesperlagatan 4 Helsingfors 10 Yliopiston  
Kemian Laitos, Et. Hesperiankatu 4 Helsinki 10 tel. 44 01 37 puh.

### CONTENTS

|  |    |
|--|----|
| Terje Enkvist: Adolf Edward Arppe, pionjär för den organiska kemin i Finland .....   | 38 |
| W. R. Forsman: Upphettning av alkalisk svartlut av björk .....   | 47 |
| Jaakko Brotherus and Pertti Törmälä: Nitroxyl Radicals as Probes for Lipid Structure. II. Model Systems and Membranes..... | 49 |
| Berättelse över Finska Kemistsamfundets verksamhet under år 1971 ....  | 66 |
| Finska Kemistsamfundets verksamhet .....   | 68 |



## Adolf Edward Arppe, pionjär för den organiska kemien i Finland

*Av Terje Enkvist*

Finska Kemistsamfundets styrelse anordnade under 1930-talet en serie föredrag om professorer i kemi vid Helsingfors universitet under 1800-talet (1, 2, 3). I serien gäpar en svår lucka: där saknas A. E. Arppe, som införde den organiska kemien till Finland och var byggherre till kemins stamborg »Arppeanum». Han var bemärkt icke endast som kemist utan också som universitetsrektor och förtroendeman för 1800-talets Paasikivi, ministerstatssekreteraren för Finland i St Petersburg och t.f. universitetskansler Alexander Armfelt (4,5).

Arppe bidrog mer än de flesta till att Finlands lantdag efter 54 års mellantid sammankallades år 1863, ett avgörande steg i riktning mot parlamentarism, demokrati och självständighet för landet. Händelserna kring Arppe visar många likheter med förhållanden i dagens Finland, dess utrikespolitik och dess universitet. Samtiden högaktade honom, hatade honom och högaktade honom igen. Nu är han nästan glömd och kemisterna håller på att fördrivas ur huset han byggde.

Arppe föddes 1818 i Kides i Karelen som son till lagmannen och häradshövdingen Nils Arppe. Fadern dog redan fem år senare, men hans äldre bröder hjälpte honom ekonomiskt i hans studier, särskilt hans halvbroder Nils Ludvig, den kände industriföretagaren och grundaren av Wärtsilä bruk. A. E. Arppe blev student i Helsingfors redan innan han fyllt 15 år. Han studerade bl.a. kemi för professor Pehr Adolf von Bonsdorff; en av hans studiekamrater i detta ämne var sedermera skalden Zachris Topelius. Arppe avlade 1840 fil.kand. examen med sju laudatur i de elva ämnen, som då hörde till examen. Efter Bonsdorffs död år 1839 vid blott 47 års ålder blev Arppe uppmanad att göra sig kompetent för professuren i kemi. Han begav sig till Stockholm där han arbetade hos professor L. F. Svanberg, en elev av J. J. Berzelius, som på grund av hög ålder ej mer tog emot elever.

Arppe var intelligent och energisk och hade stark vilja och fast karaktär. Slutet och förbehållsam hörde han inte till dem som blir populära vid första bekantskap. Berzelius lär efter sammanträffande med Arppe i ett brev ha kallat honom en träbock. Senare gav Berzelius dock frikostigt beröm åt Arppe och Armfelt förstod att sätta värde på en man med sådana egenskaper.

I Stockholm utförde Arppe en analys av ett sällsynt kalcium-järnsilikatmineral, babingtonit, och började studera vismutföreningar. Han fortsatte senare dessa forskningar i Helsingfors och publicerade år 1844 en avhandling för docentur om vismutjodid och en annan om vismutklorid för doktorsgrad, båda på latin. Berzelius var ännu 1842 i någon mån kritisk mot Arppe, men redan följande år då det gällde en ansökan om det Rehbinderska stipendiet gav han Arppe högt beröm. Arppe fick stipendiet, en uppmuntran, som betydde mycket för honom.

Hösten 1844 reste Arppe med understöd av kanslersmedel först till Mitscherlichs laboratorium i Berlin och sedan, på Berzelius' inrådan, till Friedrich Wöhler i Göttingen. Wöhler hade ju tjugo år tidigare arbetat hos Berzelius i Stockholm, vilket ledde till den berömda totalsyntesen av urinämne, utförd 1824, men slutligt utredd år 1828. Wöhler omvände definitivt Arppe till utövare av den organiska kemien. Visserligen arbetade Arppe i Göttingen först med zirkonoxid, men avbröt detta arbete då Svanberg i Stockholm rapporterade att han i denna substans upptäckt oxiden av ett nytt grundämne, norium. Detta norium befanns visserligen senare vara identiskt med zirkonium, men då hade Arppe redan fått organisk kemi som huvudintresse.

Arppe studerade kochenill, morfin och oljan ur *Monarda punctata*. Vid behandling av morfin med utspädd svavelsyra upptäckte Arppe apomorfinet (6) och ur *Monarda*-oljan isolerade Arppe tymol, av honom kallat »stearopten» (7). Han påbörjade också arbete rörande brandvinsyra (metylbärnstenssyra), varom

han senare i Helsingfors enligt tidens sed publicerade en avhandling på latin för professur. Den innehöll bl.a. beskrivningar av syrans anhydrid och 40 av dess salter.

Arppe reste också till Schweiz och Österrike och besökte laboratorier där. Vårvintern 1846 lämnade Arppe Göttingen, besökte Justus v. Liebig's berömda laboratorium i Giessen och laboratorier, samlingar och kemiska fabriker i Frankrike. Han återvände över England och Holland till hemlandet.

Här hade professuren i kemi skötts av Adolf Moberg, som meriterat sig med en avhandling om tvåvärd krom, »en kapital upptäckt» enligt Berzelius. Då professuren lediganslogs år 1846 söktes den av Arppe och Moberg. Ingen mindre än Berzelius anlätades som sakkunnig. Han sade om Arppe att han ej mött lika stora svårigheter som Moberg, men hans arbete är så väl utfört att det ej ger rum för anmärkningar. Dessutom representerar han en ny och viktig gren av kemin, den organiska. Båda sökandena förklarades i utlåtandet jämnställda. Konsistoriet gav med nio röster mot fem företrädare åt Moberg på grund av hans lärarmeriter. Den begåvade J. J. Nervander, som varit opponent vid disputationen rörande Arppes avhandling för professuren, röstade med minoriteten. Kansler, tronföljaren, sedermera Alexander II utnämnde Arppe på förslag av Armfelt.

Som professor fortsatte Arppe sin forskning med iver. Vid nitrering av anilen av pyrovinsyra (C-metyl-N-fenylsuccinimid) och kokning av reaktionsprodukten med sodalösning erhöll han pyrovinsyra och nitroanilin. Arppe visade i detalj att detta nitroanilin ej var identiskt med det tidigare genom reduktion av dinitrobensen erhållna och kallade de båda substanserna nitroanilin och paranitroanilin (8). Detta var ett av de första exemplen på isomera disubstitutionsderivat av bensen. Det tidigare kända var meta-nitroanilin, Arppe hade upptäckt den viktiga föreningen para-nitroanilin, som senare fann många användningar, bl.a. för fabrikation av färgämnet paranitroanilinrött. De moderna teorierna om resonanseffekten av orto- och paradirigerande substituenten kan förklara bildningen av de olika isomererna under de använda reaktionsbetingelserna, men år 1855 låg allt detta i en avlägsen framtid.

Schlieper hade påstått, att pyrovinsyra (metylbärnstenssyra) bildades vid oxidation av sebacinsyra. Arppe betvivlade detta och undersökte oxidationen av »fettsyra» — varmed menades sebacinsyra — med salpetersyra (9). Han fann ingen pyrovinsyra, men väl bärnstenssyra och adipinsyra. Åren 1860–1862 offentliggjorde han fyra omfattande publikationer »Über Oxydationsprodukte der Fette» (10). Han erhöll sebacin-, azelain-, suberin-, adipin- och bärnstenssyra. Han kunde också visa att tidigare forskare på området, speciellt Laurent, inte hade isolerat syror i ren form utan arbetat med blandningar. Arppe iso-

lerade de rena syror genom systematisk kristallisation ur vatten och eter. Han fann att de mättade fettsyror vid oxidation ger sebacinsyra som mest högmolekylär produkt, medan de omättade ger azelainsyra. Han framställde också ett antal derivat av syror, bl.a. 15 olika salter av azelainsyra. Dessa undersökningar av Arppe utgör grundvalen för vår kännedom om de alifatiska dikarboxylsyror.

Vid denna tid utvecklades den organiska kemins teori hastigt. Radikal-, substitutions-, kärn- och typteorierna och slutligen Kekulé's strukturteori avlöste varandra i rask följd. Arppe deltog ej i diskussionen om teorierna. Han skrev t.ex. år 1854 på tal om sitt para-nitroanilin bl.a. »Så länge man ej med bestämdhet kan säga, huru anilins rationella formel är beskaffad eller t.ex. hur anilin skiljer sig från det därmed isomera pikolinet, måste alla försök att genom formler återgiva atomernas gruppering hos mera komplicerade baser förbliva aldeles fruktlösa och utfalla mycket olika efter olika teoretiska förutsättningar, för att ej tala om den andel godtycket och fantasin kunna hava på beskaffenheten av de uppställda symbolerna.» Han anger dock, att nitroanilin enligt typteorin skulle betecknas som en nitrofenylamin.

I sin skepsis använde Arppe mestadels empiriska formler och för syror och salter dualistiska sådana enligt Berzelius. Ännu år 1863 använde han ekvivalentvikten  $O=8$  och skriver vattnets formel HO. Han hade därmed i fråga om teorin blivit efter även sin egen tid.

Till kemiprofessorns skyldigheter hörde ända till 1866 att undervisa även i mineralogi. Arppe fullgjorde denna plikt med mycket nit. Mellan 1855 och 1861 analyserade han och hans studenter 45 mineral från Finland. Bland de viktigaste av dem var pyralolit, en metamorfos-produkt av pyroxener. År 1865 analyserade han en meteorit, som fallit ned i Savitaipale år 1813. Den befanns innehålla augit, anortit, olivin och magnetit. Detta var den första meteoritanalys som utförts i Finland och därmed början på den sedermera genom Leonard Bergström, Walter Wahl och Birger Wiik så högt utvecklade meteoritforskningen i vårt land.

Arppe var, enligt uttalande av sin sedermera vittberömd elev Adolf Erik Nordenskiöld, en utmärkt lärare, särskilt som experimentator vid föreläsningar. Trots sin slutna natur lyckades han inspirera sina elever till livligt intresse för vetenskapen. Kemins anseende vid universitetet var högt under hans tid.

Arppe hade vid sitt tillträde till professuren 1847 fått flytta in i ett nytt laboratorium vid Fabiansgatan bakom Universitetsbiblioteket.

Det hade knappast mer utrymme än det gamla laboratoriet i första våningen i universitetets huvudbyggnad i hörnet mot

Alexandersgatan. Att det nya laboratoriet överhuvud fått till stånd berodde närmast på att de fina herrarna i andra fakulteter ville bli av med den dåliga lukt som kemisterna och den anatomiska inrättningen, Asis kallad, spred i hela huset. Dessa båda sorgebarn hade därför förvisats till en egen stinkhåla bakom bibliotekshuset.

Arppe hade sett stora världen och visste att kemin inte mera bedrevs efter 1700-talssystemet, enligt vilket ett välinrett laboratorium för studenter skulle bestå av tre rum, medan professorn hade ett privatlaboratorium i sin bostad. Arppe ville höja kemin vid Helsingfors universitet till europeisk nivå.

Men hur skulle en ny professor med ett splitternytt laboratorium kunna genomdriva något sådant? Det började dock snart hända saker.

Den energiska men omdömeslösa, fäfänga och hatade generalguvernören, greve F.W.R. Berg stod ännu år 1857 så högt i gunst hos regeringskretsarna i St Petersburg, att han anförtroddes överinsendet över presscensuren. År 1858 uppfördes ett studentspex »Ditt och datt» till förmån för byggnadsfonden för det planerade studenthuset, sedermera kallat det gamla. I en av sketcherna hade Berg och hans grevinna förlöjligats, varvid den unge studenten Leo Mechelin stående i en sarkofag hade spelat en av grevinnan Bergs förfäder. Universitetets rektor, Gabriel Rein, hade i välvillig distraktion givit nödigt tillstånd för uppförande av spexet. Berg blev rasande och sände en ilsken rapport till den ryska huvudstaden med klagomål över demagogiska förehavanden. Resultatet blev att rektor måste avgå. Val av ny rektor förättades, varvid Arppe och den liberala teologiprofessorn F.L. Schauman erhöi lika röstetal. Lotten avgjorde till förmån för Arppe, som på detta sätt blev rektor vid 40 års ålder. År 1860 blev han enhälligt omvald, men tre år senare fick han blott en minoritet av rösterna. Likafullt blev han utnämnd till rektor av kansler, tronföljaren Nikolai Alexandrovitsj († 1865) på förslag av Alexander Armfelt. År 1869 fick Arppe vid rektorsvalet endast tredje förslagsrummet och avstod från kandidatur.

Arppe hade under sina studieår i Sverige och Tyskland kommit i kontakt med liberala studentkretsar och ansågs vara moderat liberal. År 1844 hade han utsetts till kurator för den i snobbkretsar högt skattade Savolaks-Karelska avdelningen, i vilken adelsmän, som fritt fick välja studentnation oberoende av hemort gärna skrev in sig. Hans kuratel blev dock kort på grund av att han reste utomlands redan på hösten samma år.

Arppe ledde universitetets förvaltning med kraft och insikt och vann allmän aktning bland sina kolleger. Han var den första rektor som utformade inskriptionstalet vid läsårets början till ett programtal för universitet och samhälle. Han talade för

frihet och en intelligent allmän opinion och för ökad användning av finska. Häri skiljde han sig fördelaktigt från den då nyligen pensionerade finanschefen, »hans förskräcklighet» L. G. von Haartman, som kallade finskan »cette langue de Perkele».

Arppe var ingen vän av att studenterna i grupp kom med politiska förslag och inskräpte gärna, att de har inte bara rättigheter utan också skyldigheter. »När universitetets rektor uttalar en önskan är det för studenten en befallning» yttrade han en gång i ett enskilt samtal. Man förstår att Arppe väl var aktad, men inte populär.

När Arppe blivit rektor försummade han ej att verka för byggande av ett tidsenligt, nytt kemiskt laboratorium. År 1860 inköptes två tomter i hörnet av nuvarande Snellmans- och Regeringsgatorna för 5000 silverrubel. Som en särskild fördel nämndes den fina brunn som fanns där. Denna brunn eller rättare sagt bassäng kan fortfarande ses i källaren under det geologiska institutet. Det var de första tomter universitetet nödgats betala för, tidigare hade sådana upplåtits gratis av senaten eller Helsingfors stad.

Ett förslag till kemiskt laboratorie-nybygge uppgjordes, med bostad för professorn och rum också för »mineralkabinettet», skulptursamlingen och musikundervisningen, senare också det »fysikaliska kabinettet». Kostnadsförslaget gick på 138 600 silverrubel. Storleken av detta belopp kan bedömas med kännedom om att universitetets byggnadsfond alltsedan år 1802 finansierades med en särskild exportavgift på trävirke, ved, tjära och beck, vilken på 1860-talet inbragte omkring 16 000 silverrubel om året.

En kommitté tillsatt av konsistoriet prutade ner projektet till 100 000. Tomterna skulle säljas och man skulle i stället bygga vid Fabiansgatan bakom universitetets huvudbyggnad. Arppe kullröstades och det nedprutade förslaget sändes till Armfelt i Petersburg. Därifrån återkom det emellertid med order att bygga enligt det dyraste alternativet, Arppes förslag! Huset byggdes också trots statens eländiga finanser, som delvis berodde på de upprepade missväxterna under 1860-talet, vilka kulminerade i den stora hungersnöden vintern 1867–1868. Dessutom företog sig J. W. Snellman att höja penningvärdet i samband med införandet av finska mark år 1865. Detta ledde till en svår deflationskris lik den på 1930-talet. Enbart i Helsingfors gick 100 firmor i konkurs, i det lilla Raumo 6 av stadens 7 handlande. Dessa förhållanden förklarar den indrivning av skulder just före hungervintern som nyligen påtalats i dagspressen.

Det nya laboratoriet, »Arppeanum», blev efter många om och men färdigt år 1869. Men Arppe fick ej mer än ett år själv njuta frukterna av den vulkaniska energi han utvecklat.

Den stora frågan i Finland omkring 1860 var den om samman-

kallande av lantdag. Ännu 1856 hade förslag därom upptagits onådigt av den nye kejsaren, Alexander II. År 1861 då livegenskapen avskaffades i Ryssland inträffade stora oroligheter där och särskilt i Polen. Kejsaren var tveksam och hans finländska rådgivare i Petersburg föreslog då att sammankalla ett utskott på tolv av regeringen utsedda medlemmar av varje stånd. Tanken på ett sådant olagligt, icke folkvalt surrogat för lantdag väckte en storm av ovilja i Helsingfors. Ca 500 ungdomar tågade i Finlands första demonstrationståg över Senatstorget sjungande Björneborgarnas marsch, denna »Finlands marseljäs» enligt generalguvernör Berg. Staden hade då ej fullt 20 000 invånare. Namn insamlades till en medborgaradress till kejsaren, Arppe skrev själv på och satt på Kleinehs hotell och övervakade verksamheten. Kejsaren utsände en förklaring att utskottets uppgift endast skulle vara att förbereda de frågor som skulle föreläggas lantdagen. Detta lugnade stämningen och adressen blev aldrig avsend.

När utskottet samlades i januari 1862 yrkade de ivrigaste oppositionsmännen på att man skulle vägra gå in på några förhandlingar överhuvud. För detta fall hade kejsaren redan på sitt bord ett färdigskrivet reskript, enligt vilket lantdagskallelsen skulle uppskjutas till en tidpunkt »som endast Guds försyn kan förutse». Arppe var ledamot av utskottet och fann det förlösande ordet: Ledamöterna förklarade att de förhandlade endast som privatpersoner. Allt gick väl och lantdagen sammankallades till följande år.

Under det oroliga året 1861 angreps presscensuren häftigt av den allmänna opinionen. Arppe förordade pressfrihet i sitt inskriptionstal i september. Han skrev till Armfelt, att universitetet är lojalare än någonsin, men har olyckan att se sin oförsönligaste fiende som landets generalguvernör. Berg blev avpolletterad i november och några veckor senare frantog en kejsarlig förordning generalguvernören ledningen av censuren och gav den åt en nyinrättad pressöverstyrelse. Som avskedssalut höll en del ungdomliga element en kattserenad för de gamla censorerna.

Nyordningen väckte allmän tillfredsställelse främst på grund av att till medlemmar i pressöverstyrelsen utnämnts kända motståndare till censuren, bland dem Arppe. Han hade ej blivit tillfrågad och var föga trakterad.

I Armfelts ögon stod Finland vid skiljevägen. En väg ledde till lantdag, självstyrelse och fri utveckling, en annan tillbaka till byråkratvälde, förtryck och efterblivenhet. Vilken väg skulle följas berodde på kejsarens hållning. Han var välvillig, men måttlösa krav kunde lätt få honom att ändra mening. I ett sådant läge var pressens hållning av yttersta vikt. För att styra den behövdes en aktad, energisk och viljestark man som Arppe,

som själv var moderat liberal, kände också den radikala oppositionen väl och insåg vikten av att hålla den i tygeln.

En lag om frihet från preventiv censur stiftades av lantdagen 1863 och verkställdes genom förordning två år senare, visserligen blott som provisorium till nästa lantdag 1867. Arppe blev ordförande i pressöverstyrelsen.

Kejsaren hade blivit besviken över det mottagande hans välvilja rönt. Polackerna, som under år 1862 beviljats många frisinnade reformer, gjorde uppror år 1863, men kvästes i blod. Frankrike och England hotade med krig mot Ryssland för Polens skull.

Man fruktade i Finland att den finska handelsflottan igen skulle gå förlorad såsom under Krimkriget och att kuststäderna skulle förhärjas. Man ville förklara sig neutral och skydda handelsflottan genom att föra en egen flagg. Finlands neutralitetssträvanden har således över 100-åriga anor. Men kejsaren blev uppbragt över slika förslag och också över att lojalitetsadresser med anledning av krigshotet ej kom från Finland. Här vill man ej visa brist på medlidande med de olyckliga polackerna, skrev Arppe till Armfelt, om Finland alltså ej får vara neutralt i krigstid, bör det dock få vara det i fredstid.

Onådens nattfrost märktes i hög grad vid lantdagen våren 1867. Visserligen hade nytt förslag till tryckfrihetslag utarbetats, under medverkan av bl.a. Arppe, men förslaget såg mest ut som en censurlag. Bl.a. skulle tidningar kunna straffas ej blott för klartext utan också för anspelningar och antydningar. Lantdagen förkastade förslaget trots att det förordades av både Snellman och Arppe, preventiv censur återinfördes och tillämpades strängt, stick i stäv mot vad Arppe velat, men han fick skulden. Varför stod han kvar på den förhatliga posten? Han råkade i häftig konflikt med både tidningspressen och studenterna. Under nödvintern 1867–1868 tog sig folk före att sända hjälpsökande hem till Arppe, han bär ju upp 2.000 mark om året som övercensor, sade man. Det var denna vinter då bilden av det projekterade Arppeanum trycktes i Huvudstadsbladet under beteckningen »Project till ett national-laboratorium för kemisk undersökning af nödbröds-ämnen». Detta hån mot hans älsklingsstanke måste ha retat Arppe. År 1870 hotades han med kattserenad, vilken förebyggdes blott genom att universitetets vicekansler offentligt promenerade genom staden tillsammans med Arppe och därmed visade, att Arppe stod under högt beskydd. I stället fick vicekanslern vid ett tillfälle en korg med fyra vid svansarna hopbundna katter inkastad i sin förstuga.

Så höga herrar brukade ej annars gå till fots i staden. På Kemikums gård finnes fortfarande en tvåvåningsbyggnad, Arppes stall. När han begav sig till den ca 300 meter långa vägen till universitetet åkte han i vagn.

År 1870 kom en deputation av professorer till Arppe och uppmanade honom att avgå från det förhatliga övercensorkskapet. Men Arppe förklarade att han var bunden av ett löfte och avgick följande dag från professuren. Ingen kommer väl någonsin att få veta om detta löfte avgivits mot att anslag beviljades för laboratoriebygget.

Arppe var sedan övercensur ännu 7 år, så länge Armfelt levde. Därefter ansåg sig Arppe fri från sitt löfte och flyttade till Karelén, där han med stor energi tog hand om industrierna i Wärtsilä, som förmyndare för barnen till sin avlidne halvbroder. År 1884 återkom han till Helsingfors som överintendent vid den nyinrättade Industristyrelsen, där han gjorde ett gott arbete. Sex år senare blev han vid 72 års ålder senator och vad som nu skulle kallas handels- och industriminister. Han dog vid 76 års ålder strax efter ett sammanträde av ett senatsutskott.

Arppe fick uppleva att hans Arppeanum under Edvard Hjelts tid som kemiprofessor på 1880-talet utvidgades med en stor flygel vid Regeringsgatan och att kemins guldålder i vårt land randades, den tid då i huset arbetade män sådana som Hjelt, Aschan, Komppa, Gustav Mattson, talloljedestillationens uppfinnare Alfons Hellström, Lars W. Öholm, den första professorn i fysikalisk kemi och Walter Wahl, den för 1 ½ år sedan avlidna initiativtagaren till den återupplivande meteoritforskningen och lärofader till de ca 70 kemister som världen runt medverkat i Apolloprojektet. Bland berömda geologer som arbetat i Arppeanum i den institution som där utvecklats ur »mineralkabinettet», kan man nämna Wilhelm Ramsay och Pentti Eskola. Men nu skall ett par ämbetsverk flytta in där och universitetskemisterna skall ut spridda på ej mindre än sex olika provisoriska, men dyra laboratorier i staden. Och geologerna vet ej ännu alls vart de skall taga vägen.

1. *Östling, G. J.*: Pehr Adolf von Bonsdorff, *Fi.kem.samf.medd.* 46 (1937) 52—61.
2. *Östling, G. J.*: Adolf Moberg, *Fi.kem.samf.medd.* 52 (1943) 238—249.
3. *Chydenius, C. W.*: Johan Jakob Chydenius, *Fi.kem.samf.medd.* 46 (1937) 139—153.
4. *Hjelt, Edvard*: Minnestal öfver Adolf Edvard Arppe, *Acta Soc. Scient. Fenn.* 20 no 12 (1895) 1—22, förteckn. öfver publikationer.
5. *Klinge, Matti*: Ylioppilaskunnan historia, *Werner Söderström O.Y.* 1968.
6. *Arppe, A. E.*: Über eine merkwürdige Veränderung des Morphins durch Schwefelsäure, *Ann. d-chemie u. Pharmacie (Lieb. Ann.)* 55 (1845) 96—101.
7. *Arppe, A. E.*: Notiz über das Monardaöl, *Lieb. Ann.* 53 (1946) 41—46.
8. *Arppe, A. E.*: Über das Nitrilanilin und Paranitrilanilin, *Lieb. Ann.* 93 (1855) 337—365.
9. *Arppe, A. E.*: Über die Oxydation der Fettsäure, *Lieb. Ann.* 95 (1855) 242—252.
10. *Arppe, A. E.*: Vorläufige Mitteilung über die Oxydationsprodukte der Fette und der Fettsäure, *Lieb. Ann.* 115 (1860) 113—156. Zweite Mitt. über die Oxydationsprodukte d. Fette, *Lieb. Ann.* 120 (1861) 288—295; Über die Azelainsäure, *Lieb. Ann.* 124 (1862) 86—98; Dritte Mitt. über die Oxydationsprodukte der Fette 124 (1862) 98—101.
11. *Arppe, A. E.*: *Acta Soc. Scient. Fenn.* 8 (1865).

## Upphettning av alkalisk svartlut av björk

W. R. Forsman

Helsingfors Universitets kemiska institut.

### Sammanfattning

Ur sulfatlut av björk framställdes genom upphettning och destillation en fenolhaltig olja. Utbyte 19,7 % av lutens organiska substans. Använder man dessutom extraktion blir utbytet högre. Lägre kokande ämnen som bildas vid upphettningen äro icke medräknade.

Största delen av cellulosaindustrins avlutar brännas fortfarande ehuru mycket arbete offrats på att ur dem utvinna värdefullare produkter än bränslen. Flere förslag finnas att upphetta avluten vid vanligt tryck eller i vakuum varvid flyktiga ämnen avgå och tillvaratagas. Svårflyktiga ämnen kunna lämpligen utvinnas genom extraktion av återstoden. I de under not<sup>1</sup> anförda publikationerna ingå litteratursammanställningar.

Föreliggande arbete gäller försök att ur sulfatavlut av björk utvinna högre kokande ämnen — främst fenoler — genom destillation och krackning vid 400° och 600°. Även extraktion med etylacetat och metyletylketon användes.

Luten innehöll enligt analys 38,6 % organisk substans. Den utspädda luten — utan tillsats av alkali — droppades till ett järnrör, under inledande av kväve upphettat till 340—360°, varvid nedbrytning av den organiska substansen skedde — delvis till lågmolekylära ämnen, bl.a. fenoler.

Vid den alkaliska upphettningen avgick redan något olja.<sup>2</sup> Reaktionsmassan försattes nu med myrsyra och Temperaturen höjdes till 400°. 14,3 % av lutens organiska substans erhöles som destillat.

Myrsyra och ättiksyra ingå i de flyktiga organiska ämnen som avgå vid upphettning. Även mineralsyror kunna användas för sursgurning av luten, till exempel H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> och sulfitalvut. När H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> användes i överskott innehöllo destillaten 15 g fritt svavel per 100 g destillat.

Den koliga resten krackades i vakuum vid 600° och gav 5,4 % olja\*. Totalt utbyte 19,7 % av lutens organiska substans.

Största delen av de organiska ämnena kvarblev som kol, vilket kan användas som bränsle eller för andra ändamål. (adsorb-tionskol).

Metoden har fördelen av att vara enkel. Man kan även utföra hela processen i vakuum under inledande av ånga. Vid arbete i större skala bör överhettad ånga ledas in i den koncentrerade luten eller luten sprutas in i reaktionskärlet vid vanligt tryck i kväveatmosfär eller i vakuum.

Vid följande försök upphettades likaledes alkaliskt och destillerades efter tillsats av myrsyra till 400°. Den i järnröret kvarblivna återstoden extraherades med etylacetat och metyletylketon. Extraktet försattes med något toluen, varvid s.k. demetylerat lignin föll ut. Detta avlägsnades, lösningsmedlet avdunstades och återstoden krackades vid 600° i vakuum.

|   |        |
|---|--------|
| Direkt destillat ur retorten till 400°      | 14,0 % |
| Krackning av extrakt vid 600°               | 14,2 % |
| Utbyte av olja ur lutens organiska substans | 28,2 % |

Den erhållna oljan analyserades pappers- och gaskromatografiskt. Av intresse äro framför allt de fenoler som förekomma i något större mängder. Av sådana påvisades fenol, katekol jämte homologer, guajakol, dimetoxifenol, pyrogallol. Vid starkare upphettning bildades resorcin i mindre mängd.

Föreliggande arbete har endast beaktat vid högre temperatur kokande ämnen. Möjligheten att ekonomiskt utnyttja svartluten beror naturligtvis i hög grad även på vilka flyktiga ämnen som uppkomma vid lutens upphettning. Beskrivningar av flyktiga ämnens tillvaratagande ingå i litteraturförteckningens publikationer.

#### Litteratur

1. Enkvist T. *Finska Kemistsamf. Medd.* 70 (1961) 5; 75 (1966) 18; 76 (1967) 110. *Kemian Teollisuus* 26 (1969) 8: 615. Biggs W. A., och medarbetare, USP 2 714 118, 2 744 927, 2 974 081, Tappi 44 (1961) 385.
2. Goheen, D. W., Martin, J. B., USP 3 375 283.

Inkommit 10 maj 1972

\* Utfört av fil.lic. T. Lindfors

## Nitroxyl Radicals as Probes for Lipid Structure. II. Model Systems and Membranes

Jaakko Brotherus\* and Pertti Törmälä\*\*

\* Department of Biochemistry, University of Helsinki, Haartmanink. 3, 00290 Helsinki 29, Finland

\*\* Department of Wood and Polymer Chemistry, University of Helsinki, Malmink. 20, 00100 Helsinki 10, Finland

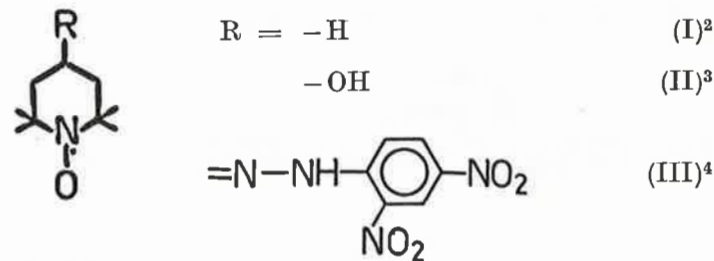
### Abstract

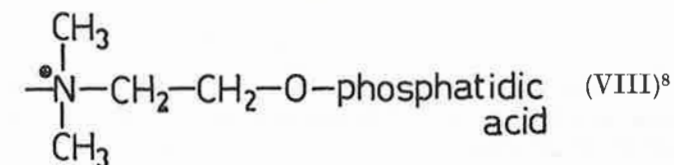
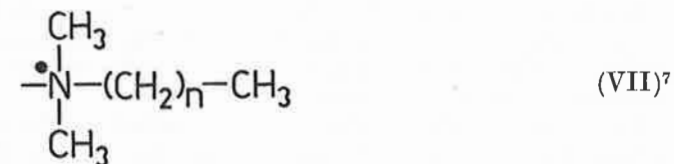
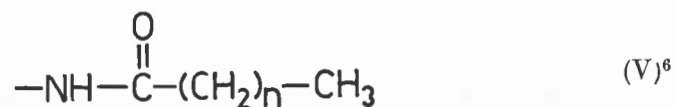
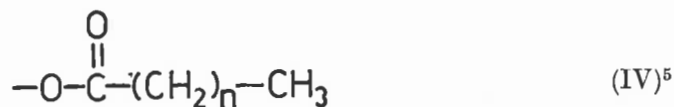
Studies of the structures of amphiphilic compounds by means of spin labeling technique are reviewed. The principles used in analysing the electron spin resonance (ESR) spectra of these systems was discussed earlier<sup>1</sup>.

The results indicate that the solubilization into micellar detergent systems is a dynamic process. The data obtained from phospholipids and biological membranes are in agreement with the classical bilayer model.

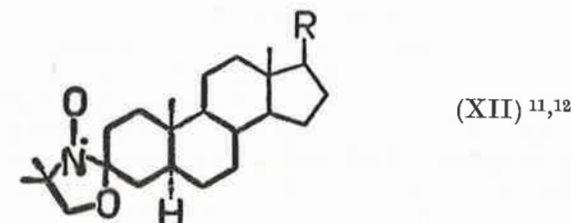
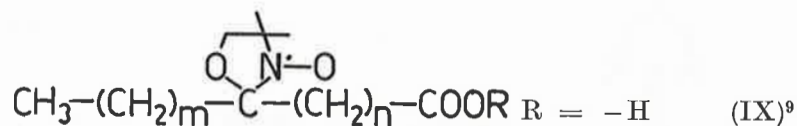
### Spin probes

Mainly the following nitroxyl radicals have been used in the spin labeling studies of lipids and surfactants. A. 2,2,6,6-tetra-methylpiperidine derivatives:





B. 2,2-dimethyloxazolidine derivatives:



The nitroxyl moiety has a moderately polar character. By coupling to it suitable groups R its solubility properties may be altered significantly. In a lipophilic form it dissolves in the membrane interiors and in a hydrophilic form it remains in water. Especially useful are amphiphilic probes (e. g. radicals IV, V, VII – XII) which have both a polar and an apolar group.

### Detergents

Surface active molecules aggregate into micelles at concentrations exceeding a certain value, the critical micelle concentration (cmc). Studies of micelles are of interest because these relatively simple aggregates are useful model systems for biological membranes. Waggoner *et al.* made the first spin probe studies of sodium dodecyl sulfate (NaDS) – water systems using *i.a.* probe radicals (III) and (IV) (5, 13, 14). The cmc for NaDS was clearly demonstrated by calculating the rotational correlation time,  $\tau$ , for probes in various NaDS solutions. It was observed that a sharp diminishing in  $\tau$  occurs below the region of the cmc (0.2 % – 0.4 % NaDS in water) at 23°C. Because the probe molecules (IV) are much more soluble in NaDS than in water the authors concluded that above cmc they associate with micelles. The coupling constants of the probes in the micellar systems ( $a = 16.2 - 16.4$  G) indicated that the probe molecules were not entirely located in the hydrocarbon interior of the micelles. The binding of probes to micelles was studied by comparing the experimental values of  $\tau$  to the theoretical ones from the Stokes law relation (cf. ref. 1, eq. 13) using appropriate values of the particle radius (13). Because the calculated value of  $\tau$  was much smaller than the actual radius of the micelles the authors concluded that probe radicals must tumble comparatively freely in the micelles. These studies led the authors to express a new model for the solubilization of the probes. It was formulated as a dynamic association of the probe with an aggregate of NaDS molecules in which the rapidly moving probe preserves a random spatial orientation and experiences a relatively polar time average environment. In other words the

solubilized probe appears to be in a liquid aggregate (14). Studies with biradicals are in agreement with these results (15).

Other authors have obtained for the cmc of dilute detergent and soap solutions values which are in accordance with earlier results (16, 17) and support in some respects the dynamic model of Waggoner *et al.*. Oakes has, however, demonstrated that in the case of water soluble probes previous conclusions are not valid (18). In these cases the ESR spectrum of the system consists above the cmc of a superposition of two spectra. One is caused by probes in micelles and the other by probes in water. The sum spectrum causes the apparent change in the correlation time. Fox measured the exchange rate of radical (VII) between its micelles and bulk water (19). He stated that the exchange rate is slow ( $1.5 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$  at  $24^\circ\text{C}$ ) and therefore the ESR spectrum is composed of two superimposed spectra. These results are not, however, directly comparable to the results of Waggoner *et al.* for radical (IV) because the latter is not soluble in water. Therefore the diffusion of radicals in water which is the rate limiting step in the exchange process of (VII) (20) is absent from systems where radical (IV) is used.

Goldfeld *et al.* studied the whole concentration range of detergent Tween-80 in water. The  $\tau$  of probe (V) ( $n=15$ ) as a function of Tween concentration is given in Fig. 1. The appearance of the plateau between 50%–70% Tween could not be explained clearly because of the lack of exact knowledge

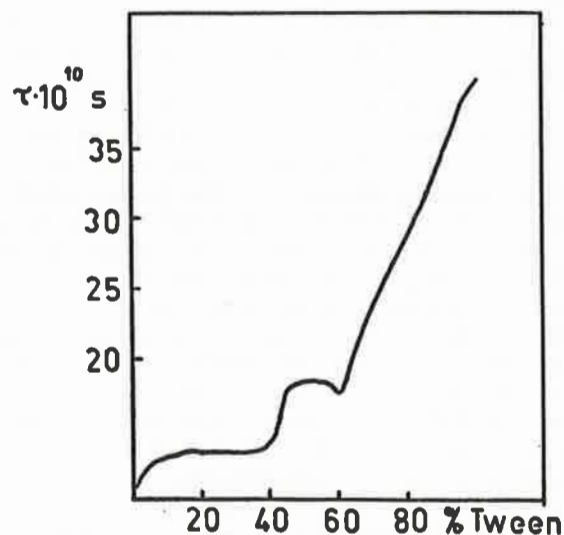


Figure 1. The dependence of the  $\tau$  of the probe (V) on the detergent Tween-80 concentration (15).

about the phase structures of Tween-water mixtures. The experiment, however, demonstrates usefulness of this method in studies of lyotropic phase transitions of lipids.

It must be stated that the results obtained in spin probe studies of detergents depend strongly on the structures of the probe molecules. The major problem is the exact estimation of the location of the probe.

### Phospholipids

#### Fluidity of nonpolar interiors

It is widely accepted that phospholipids dispersed in water form lamellar aggregates (bilayer structure). Hubbell and McConnell found that such bilayer dispersions (i.e. phosphatidyl serine, phosphatidyl ethanolamine, egg yolk lecithin and soy bean phosphatides) solubilize radical (I) (21). In these systems the probe gives ESR spectra characteristic to radicals which are tumbling rapidly in an apolar environment. Because radical (I) is also soluble in water the ESR spectrum in this case includes also the spectrum of radicals in water. The two spectra are considerably overlapped in normal conditions but the separation of the two spectra grows markedly if a higher magnetic field is used in the ESR spectrometer as demonstrated with di-*t*-butyl nitroxide dissolved in a myelin preparation (22). The results are conclusive evidence for the fluid nature of the fatty acid chains in the lipid lamelles. The fluid part of the hydrocarbon interior seems to be capable to solubilize also quite bulky steroid radicals into a highly mobile state provided that they are sufficiently hydrophobic e. g. radical (XII) ( $R = -H$ ) (12). This lends plausibility to models of membrane transport involving mobile carriers within the hydrophobic region of the membrane.

An important fact is that many compounds modify the relative fluid volume and its fluidity. Lipid-soluble small molecules (including anaesthetic substances) increase the solubility of radical (I) in phospholipid vesicles (21). This effect is probably due to local melting of the hydrophobic regions, which increases the fluid volume available to the radicals. Contrarily  $\text{Ca}^{2+}$ , gramicidin S (an antibiotic) and cholesterol tend to stiffen the otherwise fluid hydrophobic regions and decrease the fluid volume available to radicals. The solubility of radical (I) in phospholipid vesicles is also diminished by 2,4-dinitrophenol, picric acid and  $\text{I}_3^-$  (23).

#### Orientation and motion of fatty acid spin probes

Fatty acid spin probes (IX) with different compositions of  $m$  and  $n$  have yielded valuable information about the molecular structure of phospholipids and membranes. The orientation and

motion of the probes are mathematically easy to handle, because the z-axis of the nitroxyl moiety (e. g. the direction of the nitrogen p-orbital containing the lone electron, which is also the direction of maximum hyperfine splitting,  $T_z \approx 32$  G) is parallel to the axis of the extended hydrocarbon chain.

When different fatty acid probes are incorporated into lecithin dispersions or multilayers, the mobility of the nitroxide moiety increases dramatically as its position on the chain is shifted towards the terminal methyl group of the fatty acid (10, 25–29). This is seen as an exponential diminishing of the order parameter,  $S$  (cf. ref. 1, eq:s 16–17), calculated from the ESR spectra (see Fig. 2). The isotropic hyperfine coupling constant,  $a$ , decreases concomitantly with the order parameter indicating that the mobile ends of the fatty acid chains are in a nonpolar environment.

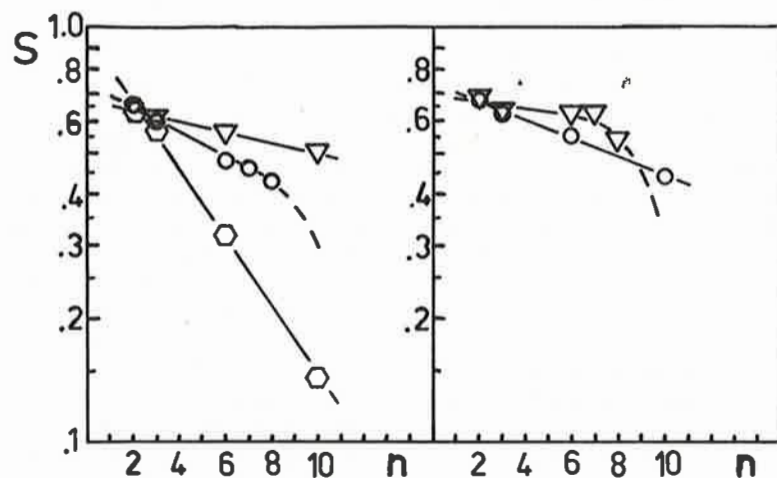


Figure 2. The dependence of the orientation of the oxazolidine moiety on its position on the fatty acid chain of the spin probe (IX). A. The probe incorporated into detergent multilayers (◁), egg lecithin (○) and egg lecithin-cholesterol 2:1 mixture (▽) (25, 26, 10). B. The probe incorporated into muscle membrane vesicles (○) and lobster nerve membrane (▽) (26, 10).  $n$  = The number of carbon atoms separating the spin label moiety from the polar end group of the probe.  $S$  = the order parameter.

Oriented phospholipid multilayers can be prepared by evaporating a lipid solution on a flat surface. In oriented lecithin films the hydrocarbon chains of the probes are preferentially oriented perpendicular to the plane of the lipid lamellae (27, 29–31), in the same way as they are in detergent multilayers (25).

The results are in agreement with the bilayer model of phospholipid structure. Accordingly, the polar end groups of the spin

probes are anchored to the polar surface of the lipid bilayer (see Fig. 3). The order of the packing of the fatty acid chains decreases as the thermal motion increases towards the hydrophobic center of the bilayer plane.

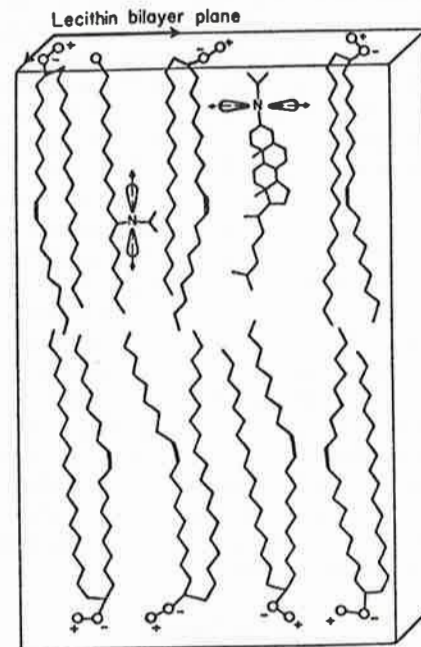


Figure 3. Schematic drawing of a lipid bilayer containing both a fatty acid spin probe (IX) and a steroid spin probe (XII). The z-axes of the nitroxyl moieties coincide with the directions of the  $N_p$  orbitals containing the unpaired electrons (30).

The application of statistical considerations about the conformations of the spin probe fatty acid chains led Hubbell and McConnell (10) to interesting calculations. With the help of the observed values of the order parameter,  $S$ , they estimated that in a relatively loose bilayer system, eg. sodium decanoate-decanol (according to Seelig (25) see Fig. 2) about 15 % of the chains are in the extended all-trans conformation, whereas in a tightly packed lecithin-cholesterol mixture 70 % of the chains are straight. Bilayers of pure egg lecithin were between these extremes. These calculations confirmed the conclusion of Seelig (25) that in a liquid-crystalline lipid the chains are in an almost extended average configuration in spite of their seemingly fluid state.

The order parameter,  $S$ , of a given probe also increases when the temperature of dipalmitoyl lecithin is decreased and a discontinuity occurs at the chain-melting temperature (10). The authors also were able to calculate the change in the conformational entropy on the transition for the segment of the first 7–8 carbon atoms from the polar head. It appeared to be about  $0.4 \text{ cal deg}^{-1} \text{ mole}^{-1}$  of carbon-carbon bonds. This is in contrast to the calorimetric value for the tail ends of the chains,  $1.25 \text{ cal deg}^{-1} \text{ mole}^{-1}$  (32), so that the different regions of the lipid chains appear to melt in different „amounts” on the transition.

McFarland and McConnell have extended previous orientation studies by means of a refined theory of the effects of molecular orientation and motion on the shapes of the ESR spectra (29). They found that in egg lecithin the chains of a lecithin spin probe (XI) seem to exist in a tilted conformation. The tilt angle relative to the normal of the bilayer plane is about 30 degrees at the polar head groups of the probes. It decreases towards the terminal methyl group of the chains concomitantly with an increase in the motion of the chain around the mean orientation. The explanation of the different tilt angles in different regions of the chain is straightforward. The authors remark that as the motional freedom of each methylene group increases, it should occupy a larger effective volume. In a bilayer the only way to allow a tighter packing of the chains in the polar region is to tilt them cooperatively away from the normal of the plane, which is exemplified in Fig. 4.



Figure 4. Idealized representation of the packing of fatty acid chains in a small section of one half of a planar lecithin bilayer. This packing allows greater motional freedom at the end of the chains near the terminal methyl groups (29).

Orientation and motion of steroid spin probes

Additional evidence for the tilt of the chains comes from studies of the orientation of steroid spin probes (XII) in lecithin multilayers by Hsia et al. (33). The nitroxyl moiety is attached rigidly to the steroid nucleus with its z-axis perpendicular to the long axis of the molecule. Consequently, in addition to the orientation of the long axis, it also reports the rate of rotation around this axis. The splitting constant perpendicular to the long axis of a rapidly rotating probe,  $T_{\perp}$ , is equal to  $\frac{1}{2}(T_z + T_x) = 19 \text{ Gauss}$ , whereas the perpendicular splitting constant of an assembly of immobilized probes is equal to  $T_z = 32 \text{ G}$  (see e.g. (1, 33, 34) and Fig. 5).

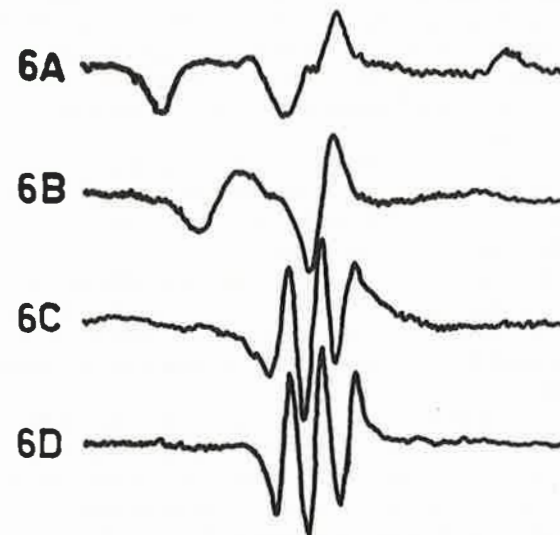


Figure 5. ESR spectra of the steroid spin probe (XII) in dipalmitoyl lecithin-cholesterol 1:1 films. The plane of the film is parallel (A and B) with or perpendicular (C and D) to the external magnetic field. A and C are dry films, B and D are hydrated ones (33).

In a hydrated multilayer preparation of egg lecithin the probes are oriented with their long axis preferentially perpendicular to the plane of the film (Fig. 3 and 5) (30, 33–35). The isotropic splitting constant,  $a$ , indicates that the nitroxide moieties are in a polar environment, e.g. they are on the surface of the bilayers (33). The direction of the probe long axis is not, however, perfectly perpendicular, but deviates about  $28 \pm 5^\circ$  from the normal of the plane (33). The value agrees astonishingly well with the results of McFarland and McConnell (29) obtained with

a different probe. When cholesterol is added to the lecithin preparation, the deviation from perpendicularity decreases. The limiting deviation obtained by dipalmitoyl lecithin was about zero, but with egg lecithin it was  $10 \pm 3^\circ$ , indicating the importance of the acyl residues in this effect.

#### *The effect of additives*

The orienting effects of cholesterol on lecithin multilayers was noted above. The role of cholesterol in membranes has been subject to many speculations and is still somewhat obscure.

The structural variations allowed for the cholesterol without causing the diminishing of the order-promoting effects on different lipid preparations are rather stringent (36). The orienting effect of steroids requires a planar steroid nucleus and a single hydroxyl group in the 3- $\beta$ - (equatorial) position. The presence of a hydrocarbon tail at C-17 increases the effectiveness in promoting order.

Since the order-promoting structural features are shared by many naturally occurring nonhormonal sterols the authors suggest that these compounds have the common function of ordering the lipids in membranes.

Pure sphingomyelin thin films do not orient into parallel bilayers (37). In the presence of an equimolar amount of cholesterol the steroid spin probe is oriented as in lecithin-cholesterol multilayers, but with less freedom to rotate about its long axis.

The role of cholesterol has also been elucidated by means of fatty acid spin probes (10, 28, 31, 37), which report the conditions of the interiors of the bilayers. Cholesterol causes the melting of the fatty acid chains when present in a hydrated lecithin or sphingomyelin film below the chainmelting temperature (28, 37). Above this temperature cholesterol in dipalmitoyl and egg lecithin inhibits the motion of the chains (10, 28, 31) and causes a considerable ordering of the chains. In conclusion, the effect of cholesterol seems to be twofold. It increases the ordering of the fatty acid chains (especially in their upper parts) perpendicular to the bilayer. It also removes the sharp gel to liquid-crystalline transition, e.g. it "buffers" the membrane into a condition of intermediate mobility against extensive variations in temperature.

Hydration of the dry thin films causes effects which differ from each other depending on the spin probe used (27, 31, 33, 35, 37). Dry films of lecithin do not orient at all the cholestane spin probe (35) although it has a considerable motional freedom. When the film is wetted, the probe is oriented and indicates a

rapid rotation about its long axis. Cholesterol-containing films indicate the orientation of the probe even in the dry state, but with little motional freedom. Wetting causes the loosening of the structure allowing the probe to rotate rapidly around its long axis (33, 35). In contrast, the fatty acid probes are oriented even in the dry films and wetting decreases their orientation as it increases their motional freedom (27, 31). The reason for the discrepancy with the dry membranes is not apparent, but may depend on the different solubilities of the different probes in the films.

Cations are also able to improve the orientation of probe (XII) in lipid films (38). This is dependent on the charge of membranes, for the brain lipids bearing a net negative charge show the phenomenon, but egg lecithin does not unless it is supplemented with anionic detergent dicetyl phosphate. The effect of the cations decreases with the valency and concentration.

#### *Special motions*

Kornberg and McConnell used spin probes to study motions that are different from those described previously, namely the diffusion of the phospholipid probe (VIII) in the bilayer plane (39) and the flip-flop motion of the probe from one side of the bilayer to the other (8). The rate of lateral diffusion in lecithin vesicles was deduced from the broadening of the NMR line of the choline methyl protons caused by the paramagnetic spin probe. The results could be expressed as the mean duration of an encounter between a lecithin molecule and a spin probe molecule, which was less than  $3 \cdot 10^{-4}$  sec. This corresponds to a diffusion rate of more than 50 nm/sec which is so high that for instance a bacterium must have a very rapid lipid metabolism in order to maintain a lateral concentration gradient of lipids in its surface membrane.

The flip-flop rate measurement was accomplished by destroying the outward projecting spin label moieties by ascorbic acid, which did not penetrate the vesicles. The appearance of radical moieties susceptible to ascorbate was then followed. At 30°C the half-time of the process varied from about 2 hrs to 7 hrs in different vesicle preparations. A possible mechanism is expressed schematically in Fig. 6. Disregarding the differences, (which were assumed to be due to different amounts of oxidized lipids) it is noteworthy how slow the inside-outside transition is. It is feasible to think that an organism can control the composition of its membrane monolayers at a normal rate of metabolism provided that the rate of phospholipid flip-flop in its membranes is of the same order of magnitude.

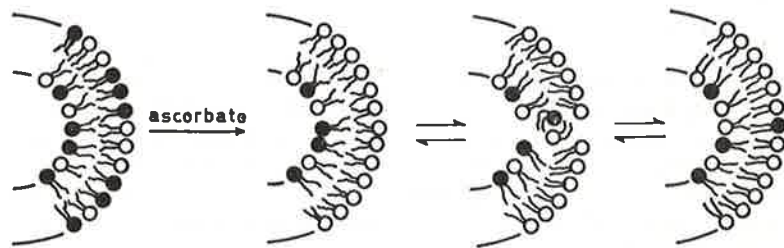


Figure 6. Schematic representation of a conceivable mechanism for the flip-flop motion of the lecithin spin probe (VIII) ● in a lecithin O vesicle after ascorbate treatment (8).

### Biological membranes

Spin probes can be incorporated into biological membranes by various methods, which do not damage the membranes. Sufficiently hydrophilic radicals are added as aqueous solutions. The easiest method for incorporating a lipid-soluble probe is the addition of a small amount of its ethanolic solution to a membrane dispersion in water (40). An analogous procedure is used when lipophilic respiratory inhibitors are added to mitochondrial preparations. The small concentration of ethanol seems to have no effect on the integrity of the mitochondria. The use of organic solvent may be totally avoided by several means. Phospholipid dispersions as well as membrane suspensions may incorporate the label which is spread as a thin film on the inner surface of a glass flask (12, 7). The spin probe may also be bound to albumin by this method, and transferred to the membrane preparation by mixing it with the labeled albumin (12). Finally, spin labeled fatty acids have been incorporated biosynthetically into phospholipids of micro-organisms and even mammalian membrane preparations (41, 42, 43).

The behaviour of spin probes in membrane preparations resemble qualitatively the irbehaviour in phospholipid dispersions. Rabbit vagus nerve membranes, lobster walking nerve membranes and frog muscle membranes dissolve radical (I) into a highly fluid hydrophobic environment (21). Small lipid-soluble molecules increase markedly the volume of the hydrophobic region available to the probe in these membranes. Membranes of human erythrocytes (red blood cells) and mitochondria of the bread mold *Neurospora crassa* seem to be more rigid than those described previously, judged by the fact that they do not bind radical (I) (21, 7). Erythrocyte membranes, however, bind the more lipophilic radical (VI) and they can be induced to dissolve (I) by the same substances that fluidised the neural

and muscle membranes (7). Thus the difference between erythrocyte membranes and nerve membranes or phospholipid vesicles seems to be more quantitative than qualitative. Similar conclusions about the fluidity of nerve and erythrocyte membrane interiors are obtained also by means of other, more bulky probes, which however, tumble slower than radical (I) in the same membranes. Experiments with a variety of spin probes, with their radical moieties located in different environments in erythrocyte membranes led Hubbell *et al.* (7) to a number of useful conclusions. The predominant effect of the perturbing agents with anaesthetic properties was loosening of the membrane structure. The various probes differed in their sensitivity to a particular agent. The spin probe (VII) ( $n=11$ ) with its radical moiety on the surface of the membrane (due to its ionic character) was sensitive to hydrophilic agents. Cations caused its displacement from the membrane. Spin probes, whose radical moieties were buried in the hydrophobic interior of the membrane e.g. (X), sensed the fluidising effect of lipid-soluble agents. The same fluidising agents also stabilized the membrane against hemolysis in hypotonic medium. In high concentrations they caused irreversible damage to membranes, which was accompanied by the appearance of a highly immobilized component into the ESR spectrum. This is due to the binding of the probe molecules to proteins after the perturbing agent have disrupted the normal interactions between membrane lipids and proteins.

The behaviour of spin probes in certain membranes does not reflect any strong influence of the membrane proteins. These seem to have no more effect on the structure of the lipids in the membrane than a slight decrease of the mobility of the fatty acid chains. Removal of the influenza virus membrane glycoprotein by a proteolytic enzyme causes a very small decrease in the rigidity of the membrane as reported by fatty acid and steroid spin probes (44). Similarly, the environment of fatty acid spin probes in the membranes of *Mycoplasma laidlawii* or mitochondria of bread mold *Neurospora crassa* is slightly more rigid than the environment in an aqueous dispersion of the lipids extracted from them (42, 45). A far more pronounced difference in the fluidity of *Mycoplasma* membranes can be achieved by modification of their fatty acid composition, which is easy to accomplish by means of different nutrient media. The mobility of the probe is clearly greater in *Mycoplasma* or *Neurospora* membranes enriched with cis-unsaturated fatty acids than in the membranes enriched with saturated acids or trans- $\Delta^9$ -octadecenoic acid (42, 45, 46). Growth in a high temperature, or only the aging of the culture also decreases the content of unsaturated fatty acids in *Mycoplasma* membranes.

This is accompanied by a decreased mobility of the incorporated spin label, and in the case of aging the membrane functions also become impaired (45). An Arrhenius plot of the mobility (correlation time) of the spin probe in *Mycoplasma* membranes exhibits a discontinuity at the chain melting temperature of the membrane (42). Raison *et al.* (6) also report observations of this kind of phase transitions. Mitochondria from a chill-sensitive plant (sweet potato) and an animal (rat) exhibit a discontinuous decrease of respiratory activity, when the temperature is decreased below a critical point. The Arrhenius plots of a stearic acid spin label incorporated into these membranes or into dispersions of their phospholipids show a discontinuity at the same temperature (Fig. 7). This indicated that the phase transition

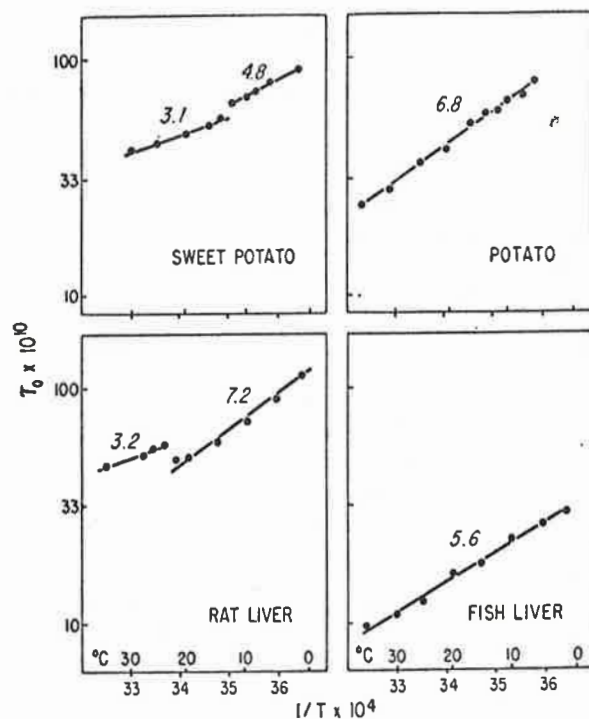


Figure 7. Arrhenius plots for the correlation times of spin probe (IX) in mitochondria of different organisms. The values of the activation energy are shown above each plot (6).

revealed by the spin probe also impairs the membrane function and that the transition does not depend on the membrane proteins. In contrast, mitochondria from a chill-resistant plant

(potato) and an animal (rainbow trout) exhibit a constant activation energy of respiration in a large temperature interval. This agrees with the fact that the spin probe method did not reveal any phase transitions in these mitochondria.

Spin probes also are oriented in membranes much like they do in lipid films. The earlier observations of Hubbell and McConnell (12), using steroid spin probes in lobster nerve fibers, have been confirmed subsequently by means of fatty acid labels in these membranes and erythrocytes oriented by hydrodynamic shear (24).

The behaviour of fatty acid spin probes (IX) in membranes also parallels their behaviour in phospholipid vesicles. The mobility of the oxazolidine ring increases with the distance separating it from the polar end of the molecule (10, 24, 26, 44, 45). The membranes of muscle (26) and lobster nerve (10), which are the most thoroughly studied ones, have slightly different forms of the plot order parameter *S* versus *n* (Fig. 2). This may reflect differences in the compositions of the membranes. When the lipids are removed from the muscle membrane, the probes become immobilized and the enzymatic activity of the membrane disappears (26). The activity is restored by oleic acid which also restores the mobility of the probe.

#### Conclusive remark

The similarity of the orientation and motion of spin probes in phospholipids and membranes evidences that both have the same gross morphology, e.g. bilayer structure. Moreover, the free mobility of the probe molecules (above the chain-melting transition temperature) suggests that membranes behave like two-dimensional fluids, with their constituent molecules rather free to diffuse in the plane of the bilayer. Information consistent with this picture has emerged also from studies by other techniques, for instance X-ray-, fluorescence-, Raman- and NMR-spectrometry. This suggests that the membranes have a more dynamic role in the living cells than that pictured in traditional biology textbooks.

Classically the cell was seen from the point of view of a polar molecule like sugar or amino acid. It consisted of three-dimensional aqueous compartments (cytoplasm and organelle interiors) surrounded and separated from each other by two-dimensional lipoprotein membranes. The water spaces were considered as the sole place of enzyme proteins which catalyzed the metabolic reactions characteristic to living cells. The membranes acted mainly as diffusion barriers to the polar solutes of the cell water although they were pictured to contain carriers

or other hypothetical devices for the selective short-circuit of some of the concentration differences created by the metabolic reactions.

From the point of view of a lipid molecule the cell would look entirely different. Now its essential features are two-dimensional spaces of free diffusion (membranes) surrounded by three-dimensional aqueous "hyperspaces", which act as diffusion barriers to the nonpolar membrane constituents. Most of the metabolic reactions of lipids occur in the membranes and may obey kinetic laws which are two-dimensional analogs of the classical enzyme kinetics. The barrier hyperspaces may also contain carriers which transport selectively lipids from a membrane to another.

The living cell may now be visualized as consisting of two topologically different kinds of metabolic spaces which operate on different kinds of molecules. Important connections between the two kinds of spaces are provided by their carrier properties and by various interfacial reactions in which molecules are converted from lipid-soluble to watersoluble form (or *vice versa*) or in reactions where enzymes belonging to one kind of space operates on substrates belonging to the other kind.

Received June 8, 1972.

### References

1. Törmälä, P., Brotherus, J. and Lindberg, J. J., *Finska Kemistsamf. Medd.*, in press.
2. Briere, R., Lemaire, H. and Rassat, A., *Bull. Soc. chim.*, 1965, p. 3273.
3. Rozantsev, E. G., *Izv. Akad. Nauk. SSSR, Ser. Khim.*, 1964, p. 2187.
4. Rozantsev, E. G. and Neiman, M. B., *Tetrahedron*, 20 (1964) 131.
5. Waggoner, A. S., Keith, A. D. and Griffith, O. H., *J. Phys. Chem.*, 72 (1968) 4129.
6. Raison, J. K., Lyons, J. M., Mehlhorn, R. J. and Keith, A. D., *J. Biol. Chem.*, 246 (1971) 4036.
7. Hubbell, W. C., Metcalfe, J. C., Metcalfe, S. M. and McConnell, H. M., *Biochim. Biophys. Acta*, 219 (1970) 415.
8. Kornberg, R. D. and McConnell, H. M., *Biochemistry*, 10 (1971) 1111.
9. Waggoner, A. S., Kingzett, T. J., Rottschaefers, S., Griffith, O. H. and Keith, A. D., *Chem. Phys. Lipids*, 3 (1969) 245.
10. Hubbell, W. C. and McConnell, H. M., *J. Am. Chem. Soc.*, 93 (1971) 314.
11. Keana, J. F. W., Keana, S. B. and Beetham, D., *J. Am. Chem. Soc.*, 89 (1967) 3055.
12. Hubbell, W. L. and McConnell, H. M., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 63 (1969) 16.
13. Waggoner, A. S., Griffith, O. H. and Cristensen, C. R., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 57 (1967) 1198.
14. Griffith, O. H. and Waggoner, A. S., *Acc. Chem. Res.*, 2 (1969) 17.
15. Ohnishi, S.-I., Cyr, T. J. R. and Fukushima, H., *Bull. Chem. Soc. Japan*, 43 (1970) 673.

16. Goldfeld, M. G., Kolkover, V. K., Rozantsev, E. G. and Suskina, V. I., *Kolloid- Z. u. Z. Polymere*, 243 (1971) 62.
17. Rabold, G. P., *J. Polymer Sci., A-1*, 7 (1969) 1187.
18. Oakes, I., *Nature*, 231 (1971) 38.
19. Fox, K. K., *Trans. Faraday Soc.*, 67 (1971) 2802.
20. Brotherus, J. and Törmälä, P., unpublished calculations.
21. Hubbell, W. L. and McConnell, H. M., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 61 (1968) 12.
22. Griffith, O. H., Libertini, L. J. and Birrell, G. B., *J. Phys. Chem.*, 75 (1971) 3417.
23. Jendrasiak, G. L. and Hayes, R., *Nature*, 225 (1970) 278.
24. Hubbell, W. L. and McConnell, H. M., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 64 (1969) 20.
25. Seelig, J., *J. Am. Chem. Soc.*, 92 (1970) 3881.
26. Seelig, J. and Hasselbach, W., *Eur. J. Biochem.*, 21 (1971) 17.
27. Jost, P., Libertini, L. J., Hebert, V. C. and Griffith, O. H., *J. Mol. Biol.*, 59 (1971) 77.
28. Oldfield, E. and Chapman, D., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 43 (1971) 610.
29. McFarland, B. G. and McConnell, H. M., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 68 (1971) 1274.
30. Libertini, L. J., Waggoner, A. S., Jost, P. C. and Griffith, O. H., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 64 (1969) 13.
31. Long, R. A., Hruska, F., Gesser, H. D., Hsia, J. C. and Williams, R., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 41 (1970) 321.
32. Phillips, M. C., Williams, R. M. and Chapman, D., *Chem. Phys. Lipids*, 3 (1969) 234.
33. Hsia, J. C., Schneider, H. and Smith, I. C. P., *Can. J. Biochem.*, 49 (1971) 615.
34. Smith, I. C. P., *Chimia*, 25 (1971) 349.
35. Hsia, J. C., Schneider, H. and Smith, I. C. P., *Biochim. Biophys. Acta*, 202 (1970) 399.
36. Butler, K. W., Smith, I. C. P. and Schneider, H., *Biochim. Biophys. Acta*, 219 (1970) 514.
37. Long, R. A., Hruska, F., Gesser, H. D. and Hsia, J. C., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 45 (1971) 167.
38. Butler, K. W., Dugas, H., Smith, I. C. P. and Schneider, H., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 40 (1970) 770.
39. Kornberg, R. D. and McConnell, H. M., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 68 (1971) 2564.
40. Keith, A., Bulfield, G. and Snipes, W., *Biophys. J.*, 10 (1970) 618.
41. Keith, A. D., Waggoner, A. S. and Griffith, O. H., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 61 (1968) 819.
42. Tourtellotte, M. E., Branton, D. and Keith, A., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 66 (1970) 909.
43. Stanacev, N. Z., Stuhne-Sekalec, L., Schreier-Muccillo, S. and Smith, I. C. P., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 46 (1972) 114.
44. Landsberger, F. R., Lenard, J., Paxton, J. and Compans, R. W., *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S.*, 68 (1971) 2579.
45. Rottm, S., Hubbell, W. L., Hayflick, L. and McConnell, H. M., *Biochim. Biophys. Acta*, 219 (1970) 104.
46. Henry, S. A., Keith, A. D., *J. Bacteriol.*, 106 (1971) 174.

### Berättelse över Finska Kemistsamfundets verksamhet under år 1971

Under året sammanträdde Finska Kemistsamfundet till stadgeenliga möten den 8.2, 8.3, 5.4, 11.10, 8.11 och 13.12. Det sistnämnda mötet var ett kombinerat års- och 80-årsjubileumsmöte. Mötesdeltagandet har under året varit livligt. I medeltal deltog 47 medlemmar per möte. Om man bortser från jubileumsmötet i vilket 68 medlemmar deltog stannar medeltalet på 42 vilket även det är en ökning på två jämfört med föregående år. Följande föredrag har ingått i mötesprogrammen:

- |       |                        |  |
|-------|------------------------|--|
| 8.2   | FD Elisabeth Helander: | »Presentation av Nordforsk.»   |
|       | FK Ingegerd Forsskåhl: | »Aromatiska föreningar ur socker med alkali.»                                    |
| 8.3   | FL Barbro Löfgren:     | »Organiska halvledande polymerer.»   |
|       | FL Kai Lindros:        | »Problem med den denaturerade spriten.»  |
| 5.4   | FK Peter Elg:          | »Plasmakininerna, polypeptider med biologisk effekt.»                            |
|       | FK Patrick Stelwagen:  | »Biologisk standardiseringsmetodik och radioimmunoassay med polypeptidhormoner.» |
| 11.10 | FM Jan-Erik Levlin:    | »Plastpapperet, en fara för vår träförädlingsindustri?»                          |
|       | Rektor Per Falck:      | »Skolundervisningen i kemi, sådan den är och sådan den kunde vara.»              |
| 8.11  | Doc. Sven Hernberg:    | »Bly som ekologiskt gift.»   |
| 13.12 | Prof. Terje Enkvist:   | »Ernst Qvist och Edvard Hjelt, glimtar av två av Samfundets stiftare.»           |
|       | Doc. Birger Wiik:      | »Månstenarnas kemiska sammansättning.»   |

I motsats till tidigare år företogs inte den traditionella vårexkursionen tillsammans med TFiF:s avdelning för kemi. Målet var denna gång Medicas isotoplaboratorium samt reaktorlaboratoriet i Otnäs. I exkursionen deltog 25 medlemmar.

Under året har fyra nummer av Finska Kemistsamfundets meddelanden utkommit, nämligen 4.70, 1.71, 2.71 och 3.71. Priset ur bergsrådet Alfhans fond för den bästa artikeln i Finska Kemistsamfundets Meddelanden 3.70—2.71 tilldelades DI Rainer Ekman och FD Göran Pensar för artikeln: »Studies on Components in Wood. 4.», som ingick i nummer 4.70.

På grund av Samfundets i samband med anslutningen till SKKS ansträngda ekonomi har § 4 i stadgarna ändrats. Sålunda lyder denna numera: »Varje medlem erlägger en årsavgift som på förslag av styrelsen bestämmes av samfundet på mötet i december för ett år i sänder. Medlem som pensionerats, eller vars betalningsförmåga annars väsentligt nedgått är ständig medlem i samfundet. Ständiga medlemmar kunna om de så önskan fortfara att erlägga årsavgifter och sammanföras dessa till en fond.»

För att stå i konformitet med de övriga till SKKS hörande föreningarna har Samfundet beslutat att universitetsstudierande med kemi som huvudämne avgiftsfritt skall kunna antas som yngre medlemmar i Samfundet.

Under året har tre medlemmar avlidit, nämligen DI Kurt Berg, Björneborg, FD Väinö Krohn, Fredrikshamn samt DI Paul Ålander, Helsingfors. 24 nya medlemmar har inskrivits varav 13 via Kemiska Sällskapet i Åbo. Då 5 medlemmar avgått och 4 medlemmar utskrivits är Samfundets medlemsantal vid årets slut 468 varav 123 hör till Samfundet via Kemiska Sällskapet i Åbo.

Styrelsen har under året sammanträtt till 5 ordinarie och 6 extra styrelsemöten. Styrelsens sammansättning har varit: FD, doc. Lars Andersen (ordf.), FM Holger Sjöberg (viceordf.), FK Lars-Olof Thodén (sekr.), FD, doc. Gösta Brunow, FK Elsa Ehrnrooth, prof. Nils-Erik Ellfolk, prof. Tor-Magnus Enari, FM Karin Sandelin och prof. Veronica Sundman. Funktionärer har varit: FM Björn Holm (kassör), FM Anja Andersen (arkivarie), FD, doc. Gösta Brunow

(redaktör), FL Henrik Tylli och FM Nils-Erik Törnblom (revisorer) samt FM Eva Castrén (revisorssuppleant)

Finska Kemistsamfundets representanter:

- i Centralrådet för Finlands kemister har varit doc. Lars Andersen och prof. Tor-Magnus Enari med FM Holger Sjöberg och FK Lars-Olof Thodén som suppleanter. FL Henrik Tylli har varit revisor och FM Nils-Erik Törnblom revisorssuppleant.
- i Acta Chemica Scandinavica för tiden 1971—1973 är prof. Jarl Gripenberg och prof. Gustav-Adolf Holmberg. FM Holger Sjöberg är suppleant i Acta Chemica Scandinavicas ekonomiska råd.
- i Tekniikan alojen valtakunnallisten yhdistysten neuvottelukunta och i Täydennyskoulutuksen neuvottelukunta för år 1969—71 har varit DI Benjamin von Weissenberg med TkD Carl Eneback som suppleant.

Helsingfors den 21 december 1971

Lars-Olof Thodén  
sekreterare

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte, månd. den 7 februari 1972 kl. 19.30 på Tekniska Föreningen i Helsingfors. Mötet leddes av samfundets ordf. H. Sjöberg och protokollet fördes av sekr. M. Lindberg. 42 medlemmar var närvarande.

- § 1. Ordförande förklarade mötet öppnat och hälsade deltagarna välkomna.
- § 2. Årsberättelsen för verksamhetsåret 1971 upplästes (bilaga 1)
- § 3. Kassören presenterade 1971 års bokslut (bilaga 2)
- § 4. Revisionsberättelsen upplästes (bilaga 3)
- § 5. 1971 års styrelse och kassör beviljades ansvarsfrihet.
- § 6. Ordförande tackade f.d. styrelse och funktionärer för välförrättat värv, trots alla bekymmer med SKKS.
- § 7. Grundtanken med SKKS var att denna skulle överta endel av medlemsföreningarnas praktiska arbete. Därför föreslog ordförande att samfundet skulle övergå till att publicera möteskallelser enbart i Kemian Tiedotuksia. Förslaget understöddes. Det beslöts att sekreteraren ännu per post sänder ut en kallelse, där medlemmarna samtidigt uppmärksamgöres på förändringen.
- § 8. Ordförande uppmanade alla att fylla i SKKS medlemsblankett.
- § 9. Priset ur bergsrådet Alfhans fond utdelades åt DI Rainer Ekman och doc. Göran Pensar för artikeln »Studies on Components in Wood. 4.»
- § 10. Fem nya medlemmar invaldes: AFK Gunnell Rosenberg på förslag av V. Sundman och C. Eneback, FK Nina Grönfors på förslag av L. Andersen och sekreteraren, FK Helena Hellberg och FK Annika Loman på förslag av Enkvist och Brunow, samt DI Bror Nyman via Kemiska Sällskapet i Åbo.
- § 11. Nästa möte hålles måndagen den 13 mars på Universitetets Rättsmedicinska Institution, Snellmansg. 10.
- § 12. Kvällens första föredragshållare var prof. Kaj Karlsson från Åbo Akademis Oorganiska Institution. Prof. Karlsson berättade intressant och sakkunnigt under rubriken »Färgat glas». I anledning av föredraget yttrade sig prof. Enkvist och ordförande.
- § 13. Därefter presenterade doc. Göran Pensar sin forskningsgrupps arbete vid institutet för träkemi vid Åbo Akademi. I den efterföljande diskussionen deltog prof. Enkvist, FL Jansson och FD Silén.
- § 14. Det officiella mötet avslutades 21.15 men därpå följde en välbesökt supé. Stämningen steg snabbt och som en speciellt glädjande omständighet noterades att cirka ett dussin gästande Åbokemister deltog.

In fidem

Holger Sjöberg

Märta Lindberg

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte måndagen den 13. mars 1972 kl. 19.00 på Helsingfors Universitets Rättsmedicinska Institution, Kemiska avdelningen. Vid mötet fördes ordet av mag. Holger Sjöberg och protokollet av mag. Märta Lindberg. 45 medlemmar var närvarande.

§ 1. Ordförande förklarade mötet öppnat och tackade samtidigt doc. Veikko Tamminen och hans assistenter för att de velat ta emot Kemistsamfundet på en exkursion.

§ 2. Ordförande påminde om att Samfundets möteskallelser nästa gång publiceras enbart i »Kemia Tiedotuksia».

§ 3. Sekreteraren kommer att representera Samfundet på 7. Organikerdagarna i Stockholm 12–14 juni 1972.

§ 4. Vid aprilmötet 24. 4. håller doc. Eero Avela föredrag under rubriken: Selektiv riktning av hydroxyföreningars reaktioner via kelat — en modern metod för reaktionsbegränsning.

§ 5. Tre nya medlemmar godkändes: Dr. Bengt Bergraham (C. Eneback och sekr.), FD Bengt Granroth (Ellfolk och sekr.) samt FK Eeva-Liisa Kuusisto (M-L Adolfsson och sekr.).

§ 6. Mötetts officiella del förklarades avslutad och ordet gavs åt doc. Tamminen, som livfullt berättade om de undersökningar man gör på Rättsmedicinska Institutionens kemiska avdelning, samt belyste andragandet med statistiskt material. Vi presenterades för »Uotilan arkku» och vid rundvandringen bekantade vi oss dels med obduktionssalen och dels med de kemiska laboratorierna.

§ 7. Kvällen avslutades på Kauppa-Kilta med supé, där också exkursionens värdar deltog.

In fidem

Holger Sjöberg

Märta Lindberg

Protokoll fört vid Finska Kemistsamfundets ordinarie möte 24. 4. 1972 kl. 19.30 på Tekniska Föreningen i Helsingfors. Ordet fördes av mag. Sjöberg och protokollet av undertecknad sekreterare. 24 medlemmar var närvarande.

§ 1. Ordförande förklarade mötet öppnat och hälsade deltagarna välkomna.

§ 2. Ordförande meddelade att Samfundets majexkursion försiggår måndagen den 15. 5. Målet blir detta år Finska Socker i Kantvik, Porkkala. Närmare information ges senare.

§ 3. En ny medlem invaldes: FK Henrik Konshin på förslag av prof. Brunow och sekreteraren.

§ 4. Ordförande presenterade kvällens föredragshållare doc. Eero Avela. Doc. Avela har vistats flere år i Amerika, har därefter planerat sulfatcellulosa-fabriker för Kaukas och Nordland Papier och är förnärvarande chef vid Harakka samt docent vid Åbo Akademi.

§ 5. Doc. Avelas föredrag hade rubriken: Selektiv riktning av hydroxyföreningars reaktioner via kelat — en modern metod för reaktionsbegränsning. Föredragshållaren lyckades genast fånga åhörarnas intresse för ämnet genom sitt lediga framförande och genom att åskådliggöra sin metod med praktiska experiment. Vid den livliga diskussion, som följde yttrade sig mag. Sjöberg, prof. Enkvist, doc. Andersen och lic. Jansson.

§ 6. Kvällen avslutades med supé, där stämningen var mycket god och föredragshållaren ytterligare i kåserande form berättade om hur det går till att bygga upp en sulfatcellulosa-fabrik.

In fidem

Holger Sjöberg

Märta Lindberg



## Oy KESKUSLABORATORIO CENTRALLABORATORIUM Ab

Massa- ja paperialan erikois-  
tutkimuksia

Kemiallisia analyysjä

Vesitutkimuksia

Kirjallisuuspalvelu

os. Postilokero 13600101  
00100 Helsinki 10  
puh. 460411

Specialundersökningar på mas-  
sa- och pappersområdet

Kemiska analyser

Vattenundersökningar

Litteraturtjänst

adr. Postbox 13600101  
00100 Helsingfors 10  
tel. 460411

Vid ökat behov av  
C-vitamin och kalcium...



# Porevit C 1000<sup>®</sup>

**Förpackningar:** 10, 3 x 10 och 10 x 10 brustabletter

**Smakvarianter:** apelsin och citron

Receptfritt på alla apotek



**S A N D O Z** Hallonnäsgatan 8, Helsingfors 21