

Arsenikutveckling genom mögel : Föredrag vid Uppsala läkareförenings högtids...

Wirgin, Germund,

46 C q a Br.



National Library
of Sweden

Med.
Soc.
(M)
0

Arsenikutveckling genom mögel.

Föredrag

vid

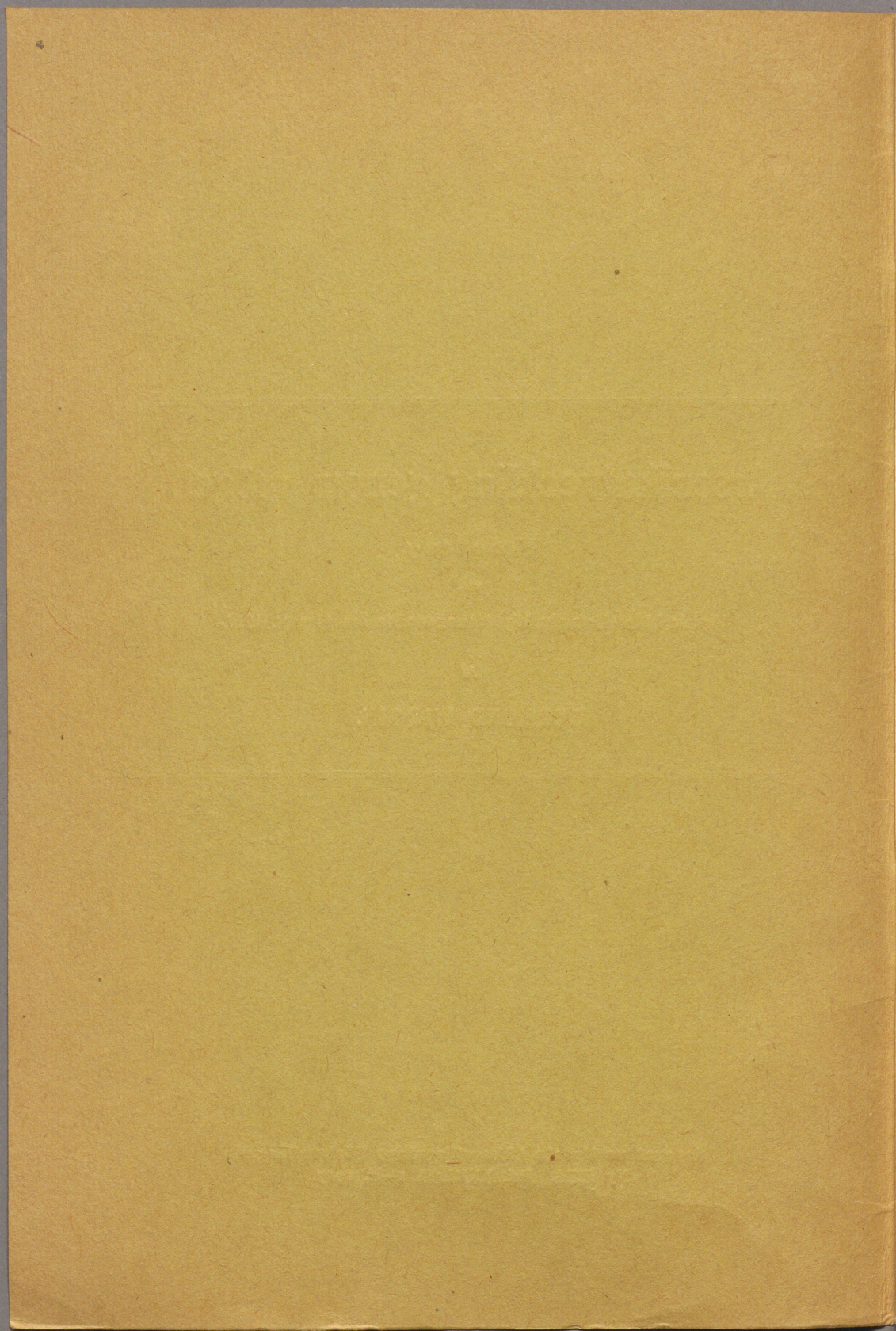
Upsala Läkareförenings högtidssammanträde den 17 sept. 1917.

Af

GERMUND WIRGIN.

Separat ur Upsala Läkareförenings Förhandlingar.

Ny följd. Bd. XXIII. H. 1—2, 1917. / 18



Arsenikutveckling genom mögel.

Föredrag

vid

Upsala Läkareförenings högtidssammanträde den 17 sept. 1917.

Af

GERMUND WIRGIN.

Det finnes knappt någon sjukdom, som i vårt land väckt större intresse bland allmänheten än den kroniska arsenikförgiftningen. Huru detta yttrat sig i talrika tidningsuppsatser, notiser och insändare, i riksdagsmotioner och riksdagsförhandlingar, i hvilka de politiska partiernas ledande män uppträd med ifriga yrkanden på skärpta bestämmelser till bekämpande af arsenikfaran, ligger så nära vår tid, att vi väl alla hafva minne däraf. Arsenikfrågan är fortfarande aktuell. Det ämne, som jag nu vill söka belysa, rör sig om arsenikutveckling genom mögel. Det gäller sålunda endast en detalj — om än en viktig sådan — af det stora arsenikspörmålet. Jag har valt detta till ämne för dagens föredrag, emedan jag som medlem af 1913 års arsenikkommission haft särskild anledning att sysselsätta mig med detsamma. I min redogörelse kommer jag emellertid icke att beröra kommissionens arbeten. Jag kommer sålunda endast att lämna en historisk öfverblick af frågan rörande arsenikutveckling genom mögel, och kommer därvid att meddela de viktigare hittills publicerade iakttagelser, som kunna vara ägnade att belysa frågan, och skall endast antyda vissa punkter, på hvilka utredning saknas eller är bristfällig.

Ehuru arsenik och vissa dess föreningar redan före vår tidräkning varit kända som starka gifter, synas förgiftningar i



bostäder på grund af arsenikhaltiga väggbeklädnader eller föremål, så vidt jag kunnat finna, hafva varit okända i början af 1800-talet. JOHANN FRIEDRICH GMELIN nämner i sin *Allgemeine Geschichte der thierischen und mineralischen Gifte* 1806 ingenting om arsenikhaltiga väggbeklädnader och faran från desamma, ej heller beröres denna fråga i ORFILA'S 1814 utgifna toxicologi. Dylka förgiftningar kommo till allmänna kännedom först, sedan schweinfurthegrönt börjat i större utsträckning användas till tapeter och färger inom hus. Färgämnet framställdes första gången fabrikmässigt 1814 i den Sattlerska färgfabriken i Schweinfurt (WICKOP & KOHN). I ett utlåtande af 1859 yttrar den vetenskapliga deputationen för medicinalväsendet: »I Berlin finnas få hus, i hvilka icke väggarna i åtminstone ett rum äro belagda med gröna arsenikhaltiga färger, bestående af schweinfurthegrönt, rent eller inblandadt i färgen. Från hvarje grön vägg kan, utan att det märkes, afskrapas nog färg för att därmed förgifta flera personer.» Arsenikhalten i tapeter kunde vara så hög, att det vid strykning med handen öfver den arsenikhaltiga tapeten på fingerspetsarna fastnade tillräckligt material för arsenikens kemiska påvisande (HALLWACHS). Vid nedrifning af tapeter, som voro belagda med det giftiga färgämnet, inträffade förgiftningar, i det de därmed sysselsatta arbetarne blefvo illamående och svårt sjuka. De mest framträdande symtomen skola hafva varit hufvudvärk, näsblödning, snufva och inflammerade ögon. I nyssnämnda utlåtande (1859) berättas, hurusom vid tapetsering af en stor sal i en offentlig byggnad i Berlin med arsenikhaltiga gröna tapeter flera arbetare insjuknade; några af dem t. o. m. dogo i kronisk arsenikförgiftning. Redan 1817 manade VON SCHUCKMANN (cit. SELL) att före afskrapningen af den gröna arsenikfärgen från väggar fukta densamma med vatten för att hindra arsenikafstoftning. En liknande maning skall återfinnas i en polisförordning för Berlin från samma tid.

Arsenikförgiftningsfall inträffade äfven hos personer, som burit kläder färgade med arsenikhaltiga färger.

Den äldsta förklaringen till uppkomsten af bostadsförgiftningar genom arsenikhaltiga väggbeklädnader eller föremål var, att giftet öfverfördes i stoftform. Denna förklaring hade stora



sannolikheter för sig under sådana förhållanden, då väggar och husgeråd voro belagda med starkt arsenikhaltiga färger, som lätt föllo af. (BUNSEN, PETTENKOFER, TAYLOR). De betingelser, under hvilka förgiftning genom arsenikhaltigt stoft kan förekomma i bostäder, äro mycket litet utredda. Förgiftningar hade emellertid äfven diagnosticerats i rum, där ingen afstoftning från väggarna kunde ifrågakomma, t. ex. där arseniken förekom inblandad i oljefärg eller där flera lager af arsenikfria tapeter täckte den arsenikhaltiga. Dylika fall fingo en naturlig förklaring, då man kunde hänvisa till en egendomligt lukande gasformig förorening i luften, som mer eller mindre regelbundet iakttagits i sådana rum.

Den uppfattning, som dåtidens läkare hade om förgiftningsfaran från de starkt arsenikhaltiga väggbeklädnaderna, afspeglas i en uppsats af L. GMELIN 1839, i hvilken allmänheten varnas för vissa gröna tapeter och färger. Denna GMELINS uppsats vittnar om skarpsinnig iakttagelse och är ett dokument af stort intresse. Hans framställning af betingelserna för arsenikförgiftningens uppkomst torde hafva varit i viss mån normerande för den vetenskapliga uppfattningen af hithörande frågor ända till vår tid. Orsaken till förgiftningarne var enligt G. en lökluktande arsenikgas, som uppträdde endast i fuktiga bostäder. Fukten åstadkom en sönderdelningsprocess i papper och klistor och i denna indrogs den arsenikhaltiga färgen, hvarvid arsenik frigjordes. En bostad, i hvilken sådan lukt icke utvecklades, kunde bebos utan fara.

GMELINS uppsats, som erhållits genom förmedling af Universitetsbiblioteket i Uppsala, är tryckt som en bilaga till *Karlsruhe Zeitung* n:o 326 söndagen den 24 november 1839. Den återgifves nedan in extenso.

»Varning för vissa gröna tapeter och färger. I nyare tid användes till gröna tapeter och målningar inomhus en färg, som förekommer under namnet *schweinfurthergrönt*, *wienergrönt* o. s. v. Den är visserligen tilltalande genom sina lifliga färger, men innebär på grund af sin betydande arsenikhalt en fara för hälsan. Endast i fullt torra rum är ingenting att befara, nämligen i rum, som ligga åt söder och icke på bara marken och som regelbundet eldas och vädras. I rum däremot, som ligga på bara marken eller mot norr och i sådana, i hvilka icke

eldas, men i hvilka den varma ångan från ett bredvidliggande rum intränger, föranleder den fukt, som beslår väggarne, en långsam sönderdelningsprocess af papper och klistre, i hvilken äfven den gröna färgen indrages. Resultatet häraf är utveckling af en vidrig lukt, påminnande om lukten af möss, som man särskildt väl märker vid inträdet i ett rum, som icke blifvit vädradt på någon tid. Det kan icke betviflas, att denna lukt förorsakas af ett spår arsenik, som förflyktigas i en särskild förening (kanske såsom alkarsin). Kort inandning af en sådan luft är utan fara; men daglig ihållande vistelse i sådana rum kan medföra skada; hufvudvärk och allmänt illamående hafva redan iakttagits såsom följder däraf; men vid ännu längre fortsatt inverkan af denna giftiga atmosfär, torde till sist till och med en kronisk arsenikförgiftning inträda. Rum, som äro målade med samma färg, men i hvilka af ofvan anförda skäl, den dåliga lukten icke kommer till utveckling, kan man lugnt bebo. Denna lukt kan äfven utveckla sig ur tapeter af annan färg, om dessa endast här och där hafva gröna fläckar. Hos många tapeter framträder lukten först några år efter deras uppsättning; att den skall gå öfver med tiden är icke att förvänta; den kommer att än till- än aftaga allt efter väggarnas fuktighetstillstånd och temperaturen, men kommer sannolikt att upphöra först, när all grön färg är förstörd. För att aflägsna denna dåliga luft och förgiftningsfaran, är det nödvändigt att på det omsorgsfullaste rifva bort tapeten. Att öfverklistra densamma med en annan skulle icke vara till någon nytta. Dessa äro de erfarenheter, som jag sedan några år haft mångfaldiga tillfällen att göra i denna stad och till hvilkas offentliggörande jag känner mig förpliktad. Den frågan tränger sig fram, om icke detta färgmaterial skulle helt förbjudas för tapeter och målning utom i olja? Heidelberg, i nov. 1839.

L. GMELIN.»

I en senare uppsats af GMELIN 1844, aftryckt i Annalen d. Staatsarzneikunde 1845, återfinnas ytterligare några erfarenheter angående den lökartade lukten i bostäder och dess orsaker. Den uppträder intermittent, än starkare än svagare, och kan helt försvinna för längre eller kortare tider. Arsenikföreningens i färgen natur är icke likgiltig för dess uppkomst. Tapeter, som innehöllo arsenik i form af svafvelarsenik syntes alls icke eller med svårighet afgifva arsenikgaser, under det de med schweinfurthergrönt belagda tapeterna lätt gäfvö anledning till deras uppkomst. Lukten uppkom, då papperet och klistret ruttade i beröring med arseniksyrad kopparoxid och i synnerhet om den innehöll ättiksyra. GMELIN nämner också, att föreningen, ehuru den äger en mycket häftig lukt, blott har en

svagt giftig verkan. GMELIN antog, att den arsenikhaltiga gasen var identisk med BUNSENS kakodyloxid.

En annan läkare från samma tid, hvilken iakttagit talrika fall af arsenikförgiftning och liksom GMELIN ställt dem i samband med en lökluktande gas i bostäderna, var von BASEDOW. Liksom GMELIN tillmätte äfven v. BASEDOW fukt i bostäder stor betydelse för gasens uppkomst.

v. BASEDOW fann, att såväl scheeles- som schweinfurthergrönt å tapeter eller i väggfärger i fuktiga rum kunde underkastas sönderdelning och att därvid utvecklades ett flyktigt ämne, som luktade illa och som genom långvarigare inverkan kunde åstadkomma sjukdom. Den ifrågavarande lukten förnams särskilt om våren samt i början af vintern, när väderleken, golfskurning, eller oregelbunden uppvärmning gaf anledning till fukt i väggarne. Starkast kändes lukten i sådana rum, där arsenikfärgerna blifvit strukna på kalkväggar. Invånarne i dylika rum märkte ofta föga eller intet af denna lukt, som dock förnams af hvarje annan inträdande person. Lukten påminde om hvitlök, luktade nästan som andedräkten hos personer, som nyss förtärt pepparrot; liknade äfven lukten af senapsolja samt kunde lätt skiljas från andra luktämnen. Om man kokade arseniksyrighet med en lösning af kaliumacetat, utvecklades samma lukt, som den, hvilken man förnam i fuktiga, med gröna arsenikfärger bestrukna eller tapetserade rum. De sjukdomsfall, hvilka man observerat hos personer, som bebo sådana rum, vore merendels kroniska, pseudorheumatiska eller neuralgiska affektioner, som icke sällan efterlämnade långvariga och svåra hälsorubbningar.

v. BASEDOW's iakttagelser, som publicerades 1846, väckte stor uppmärksamhet i den vetenskapliga världen.

Vid denna tidpunkt började äfven i Sverige offentliggöras sjukdomsfall, som ställdes i samband med en användning af arsenikfärger i bostädernas väggbeklädnader m. m. Det första hithörande fallet torde hafva offentliggjorts den 12 mars 1847 i Göteborgs Handels- och Sjöfartstidning.

Med anledning af nämnda sjukdomsfall anmodade Sundhetskollegium BERZELIUS yttra sig öfver, huruvida genom inblandning af arsenik i grön färg en för hälsan skadlig afdunstning vore att befara och, i sådant fall, om i sättet för dylik färgs beredning någon utväg kunde finnas att förekomma sådan afdunstning.

BERZELIUS säger i sitt utlåtande (1847), att erfarenhet från de senare åren äfven fanns från Sverige, att människor, hvilka dagligen uppehöll sig i eller till sofrum använde rum, som blifvit omtapetserade med tapeter belagda med färg af kejsargrönt, »efter hand befinna sig i ett sjuklighetstillstånd, som läkemedel ej afhjälpt, hvaraf alla varit mer eller mindre lidande, och hvilket, sedan tapeterna blifvit ersatta af andra, åter försvunnit.» De skadliga inflytelserna af denna målarefärg berodde icke endast på arsenikens närvaro, utan också på ättikssyrans, hvilka hade »en särdeles benägenhet, att på hvarandra inverka och frambringa flyktiga föreningar, hvilken stegras af den fuktighet, som alltid måste finnas i rum, där människor ständigt uppehålla sig, särdeles då största delen af rummets inre yta blir afdunstningsyta för produkterna. Tapeter målas eller tryckas med vattenfärger, i hvilket detta frändskapernas spel obehindrat fortgår. En målning med dessa färger i olja, skulle troligen förhindra det, därigenom att oljefärgen icke genomtränges af luftens fuktighet. Men den blefve för ändamålet, nämligen rumstapetsering, af en kostbarhet, som man gärna söker undvika, när det kan ske». Allmänhetens uppmärksamhet torde fästas på vådan för hälsan att i rum, där människor dagligen vistas, begagna sig af färger, hvilka liksom schweinfurthgrönt samtidigt innehöllo kopparoxid, ättiksyra och arseniksyrlighet. Varningen gällde däremot icke scheelegrönt, emedan denna färg visserligen innehöll arseniksyrlighet, men ingen ättiksyra.

Den gängse uppfattningen var tidigt, att den lökluktande gas, man iakttagit i bostäder med arsenikhaltig väggbeklädnad, innehöll arsenik, ehuru man vid denna tidpunkt ännu icke synes hafva kemiskt undersökt luften i bostäder, där densamma förekom. Om den kemiska process, genom hvilken den arsenikhaltiga gasen utvecklades, och angående dess kemiska natur hade man mycket växlande meningar.

Enligt GMELIN (1839) föranleder den på väggarne sig kondenserande fuktigheten en långsam sönderdelning af papper och klister, i hvilken process den gröna färgen indrages. Lukten härrörde sig från arsenik, som förflyktigades i en särskild förening. Enligt BERZELIUS (1847) berodde den luktande gasen på »flyktiga föreningar, som frambringats genom arsenikens och ättiksyrans i färgen benägenhet att inverka på hvarandra, som stegrades genom luftens fuktighet». EULENBURG (1863) tror icke, att af schweinfurthgrönt bildas flyktiga arsenikföreningar, men anser i stället, att desamma kunna uppstå igenom inverkan af svafvelarsenik på kalken i väggarne. DRAGENDORFF (1868) håller före, att de flyktiga arsenikföreningarne uppstå under

inflytande af fukt i kalken i väggarne och af de organiska substanserna, med hvilkas hjälp färgerna äro fixerade (lim, gummi etc.). Sedan BUNSEN (1837) publicerat sina undersökningar öfver kakodyserien, kände man vid denna tid två gasformiga arsenikföreningar, nämligen det af SCHEELE (1755) upptäckta arsenikvätet och BUNSEN's alkarsin. Enligt GME-LIN's och BASEDOWS mening, bestod den lökluktande gasen i bostäder icke af arsenikväte, emedan detta hade svagare lukt och mycket häftigare, dödlig verkan. På grund af gasens relativt svaga giftighet antogs densamma af nämnda forskare utgöras af alkarsin eller kakodyloxid. Enligt LANGENDORFFS uppfattning (1857) berodde lukten på närvaro af arsenikväte, enligt WITTSTEIN (1860) på arsenikmetall i gasform. Enligt HOH (1862) sönderdelades arseniken i tapeter och färger genom luftens syre, enligt en annan uppfattning genom luftens kolsyra.

Som man finner voro teorierna angående den lökluktande gasens natur och uppkomstsätt mycket skiftande. Gemensamt för dem alla var, att desamma uteslutande hvilade på spekulationer utan experimentellt underlag. Man gjorde emellertid redan tidigt försök att på experimentell väg utröna, under hvilka betingelser den lökluktande gasen bildades ur arsenikfärgerna.

För att pröfva BASEDOWS uppgifter angående för hälsan farliga utdunstningar från arsenikhaltiga väggbeklädnader undersökte sålunda KRAHMER (1852) luften öfver en blandning af schweinfurthergrönt, limlösning och kalkputs, äfvensom luften från ett rum, som var måladt med samma färg. Ingen löklukt utvecklades. Någon arsenik kunde K. ej upptäcka. Liknande försök utfördes af PHILIPPS (1858), SCHMIDT och BRETSCHNEIDER (1859) och FOSTER (1880). I intet af dessa försök lyckades det att påvisa flyktiga arsenikföreningar.

Större framgång i sina försök hade FLECK (1875). FLECK synes hafva varit den förste, som experimentellt påvisat betydelsen af den organiska substansens närvaro för arsenikgasens utveckling. FLECK tapetserade 5-liters glasklockor med schweinfurthergröntapeter, som fästades med stärkelseklister eller gelatin. I luften från dessa kärl kunde han kemiskt påvisa arsenik, ehuru någon löklukt icke kändes i något af desamma. I andra försök använde han icke tapeter, utan schweinfurthergrönt enbart, som uttröts med destilleradt vatten till en deg. I dessa försök kunde

däremot icke arsenik påvisas. Den flyktiga arseniken ansåg han vara arsenikväte eller en på liknande sätt verkande förening; den utvecklades hufvudsakligen under medverkan af rummets fuktighet. Vid försöken med schweinfurthergrönt blef den klara gröna färgen fullständigt oförändrad, hvaraf FLECK slöt, att sönderdelningen endast ägde rum i den inblandade arseniksyrligheten. Af sina försök drog FLECK den slutsatsen, att luften i rum, hvilkas väggar äro belagda med schweinfurthergrönt, kunde innehålla arsenik, äfven utan att någon afstoftning kommit till stånd. I ett försök, i hvilket ett med arseniksyrlighet försatt stärkelseklister någon tid användts, betäcktes detta snart med mögelsvampar. Intet anger emellertid, att FLECK tänkt på möjligheten af ett samband mellan möglet och luftens arsenikhalt.

De af FLECK utförda experimenten lockade HAMBERG (1876) till ytterligare försöks anställande i boningsrum.

I en vid Saltsjön förhyrd sommarbostad voro tvenne rum tapetserade med starkt arsenikhaltiga tapeter, hvilkas färg liknade schweinfurthergrönt; 1 cm² af tapeten gaf i den BERZELIUS—MARSH'ska apparaten en arsenikspiegel af mer än 6 centimeters längd och till större delen ogenomskinlig. Sedan dammet frånfilterats, sögs rumsluften genom 2 1/2 0/0 silfvernitratlösning i kulrör. Försöket pågick dagligen under en månad, under hvilken tid 2,160 liter luft beräknades hafva passerat silfverlösningen. Under pågående försök märkte H. flera gånger en obehaglig, visserligen icke stark, men dock tydlig, lökartad lukt i försöksrummet. Vid undersökning i BERZELIUS—MARSHS apparat gaf filterbomullen tydlig arsenikspiegel; med silfverlösningen, genom hvilken den dammfria luften passerat, erhöles en ogenomskinlig spegel. Väggarna i rummet voro ganska torra. Ingen af familjen led af någon anmärkningsvärd hälsorubbning under vistelsen i lägenheten. H., som hade sitt sofrum invid försöksrummet och oftast under natten hade mellandörren öppen, kände emellertid om morgnarna tyngd i hufvudet och trötthet.

KLASON yttrar om HAMBERG's undersökning, hvilket i tillämpliga delar äfven torde gälla för FLECK's förut refererade: »Såvidt ej ett större eller mindre spår arsenik, som alltid måste antagas förefinnas i saltsyran, här misslett analytikern, måste man antaga, att med detta experiment är bevisadt, att arsenik kan finnas i en gasformig kropp i luften i rum beklädda med tapeter innehållande schweinfurthergrönt». HAMBERG lika litet som FLECK synes hafva haft någon tanke på möjligheten af,

att den i luften påvisade arseniken kunnat blifva frigjord genom mögelsvampar.

Af tidpunkten för undersökningen att döma skulle SONNENSCHEN (1869) före HAMBERG hafva påvisat arsenik i rumsluft. SONNENSCHENS undersökning var följande.

I en fuktig parterrkammare, som begagnades till sofrum, insjuknade en person med symtom häntydande på arsenikförgiftning. Tapeten innehöll mycket arsenik. I ifrågavarande rum uppställdes en aspirator, som sög luften, sedan den först fått passera en tvättflaska, genom ett glödande rör af svårsmält glas. Efter flera timmars upphettning afskilde sig i röret en spegel, som S. uppfattade som en arsenikspegel.

I själfva verket torde det dock vara otänkbart, att en arsenikspegel skulle kunnat uppstå under de angifna förhållandena, hvadan S:s iakttagelse af arsenik i rumsluften måste anses vara i hög grad tvifvelaktig.

Den förste, som genom experimentella undersökningar påvisat betydelsen af mögel för utvecklingen af arsenikgas ur fasta arsenikföreningar, var SELMI (1875). Han uppsamlade i silfvernitratlösning gaser från mögelkulturer, som fått utveckla sig i beröring med arseniksyrighet och påvisade närvaron af arsenik i silfverlösningen på kemisk väg. SELMI konstaterade i kultureerna den karaktäristiska lökluften. Af sina försök ansåg han styrkt, att möglet ägde förmåga vätebinda arsenik, i det den omvandlar den i en flyktig produkt. Denna produkt ansåg han icke utslutande vara arsenikväte, utan sannolikt en arsin, emedan den ej brunfärgade silfvernitratlösningen. I sina försöksresultat finner SELMI en förklaring till en del tidigare iakttagelser angående arsenikförgiftningar i bostäder och med hänvisning till de biologiska faktorerna finner han klargjort, hvarför flyktiga arsenikföreningar väl kunnat utvecklas i fuktiga bostäder, men icke i torra.

SELMIS iakttagelser angående arsenikutveckling genom mögel bekräftades genom experimentella undersökningar af HAMBERG (1876—85). HAMBERG började sin undersökning 1876. Likdelar, som blifvit försatta med 1 gm. (0,67 p.m.) arseniksyrighet, täcktes med ett lager fuktig mylla. Efter ett par veckor visade myllan stark mögelbildning, efter fyra månader kändes i förvaringskärlet en stark lökluft. Då försöket efter 9 $\frac{1}{2}$ år afbröts,

hade 45 % af den tillsatta arseniksyrligheten bortgått i gasform. Endast en del af arsenikgasen, som från försökskärlet leddes genom silfvernitratlösningen, hade absorberats af denna. Gaserna kunde därför icke uteslutande utgöras af arsenikväte, hvilket HAMBERG tidigare föreställt sig. Äfven GIGLIOLI studerade redan tidigt (1880) förgasning af arsenik genom mögelsvampar. BISCHOFF (1882) konstaterade en intensiv lukt af »arsenikväte» från ett med arseniksyrlighet försatt, möjligt fodermedel och kunde kemiskt påvisa arsenik i kärlets luft.

Såväl SELMI som HAMBERG, GIGLIOLI och BISCHOFF hade sålunda konstaterat såväl att en lökluktande gas alstrades ur arsenikhaltiga substrat i närvaro af mögel, som äfven, genom kemisk undersökning, att den absorberade gasen innehöll arsenik. Frågan om hvilka mögelslag, som hade förmåga att frigöra arsenikgas, och de närmare betingelserna härför o. a. därmed sammanhängande spörsmål, var däremot fullständigt oberörd i de nämnda författarnas arbeten.

GOSIO (1892) är den förste, som utfört en ingående vetenskaplig utredning af betingelserna för arsenikutveckling genom mögelsvampar.

I det följande lämnas en öfversikt öfver de viktigaste af GOSIOS forskningsresultat.

Kulturer af arsenikutvecklande mögel erhöll GOSIO på följande sätt. Potatissubstrat innehållande 0,05—0,01 p.m. arseniksyrlighet utsattes för luftinfektion i en källare, hvarefter en stark löklukt snart afsöndrades från några af substraten, å hvilka kolonier af vissa mikroorganismer vuxit ut. Dessa renodlades och öfverfördes på nya arsenikhaltiga substrat. Det visade sig då, att arsenikgas utvecklades genom vissa af dessa renkulturer, men att många mikroorganismer kunde växa intensivt, utan att någon arsenikutveckling märktes. Under det alla bakteriekulturer saknade denna förmåga, fanns den däremot hos flera mögelarter, nämligen *penicillium brevicaulis* (den starkaste arsenikutvecklaren), *aspergillus glaucus* och *virens*, *mucor mucedo*, *cefalotecium rosaceum*, *sterigmatocystis ochracea* och *mucor ramosus*. De tre sistnämnda voro mycket svaga arsenikutvecklare. Utom närvaro af arsenik i måttlig mängd erfordrades för arsenikutvecklingen riklig syrgastillförsel, fuktighet och näring; särskildt voro kol-

hydrat gynsamma. En liten kvantitet vinsyra befordrade svamparnas växt. Denna förmåga hos vissa mögelarter att frigöra arsenik i form af en lökluftande gas — den biologiska reaktionen på arsenik — använde Gosio för utarbetande af en metod att påvisa arsenik i olika ämnen och brukar denna hans metod benämnas den biologiska. Gosios metod bestod till en början däri, att det material, som skulle undersökas på arsenik, inkländes i en uppskuren potatiskil eller infördes i en liten urgräfnings i en sådan, hvarefter det hela steriliserades 15 min. vid 120° och besåddes med *penicillium brevicaule*. Sedermera ändrade Gosio sin metod, så att han först lät mögelkulturen växa ut och först därefter i det unga myceliet deponerade undersökningsmaterialet, genom hvilket förfaringssätt den lökluftande gasen kunde tydligt framträda redan inom några timmar. Gosio framhåller den praktiskt viktiga detaljen i metoden, att svampmaterial till ympning icke bör tagas från en arsenikhaltig kultur, emedan man i sådant fall kan med öglan öfverföra nog arsenik i det nya substratet för att löklukt skall framträda, hvilket gifvetvis kan föranleda felslut. För det biologiska arsenikpåvisandet kom Gosio omsider att uteslutande använda *penicillium brevicaule*, emedan denna svamp öfverträffade alla andra af honom pröfvade mögelarter i förmåga att förgasa arsenik med karakteristisk löklukt, samtidigt som den utvecklade minsta mängd främmande luktar. Gasutveckling ägde rum redan vid rumstemperatur. Vid $25-30^{\circ}$ var den rikligast. Vid 37° skedde utvecklingen hastigt. Den höga temperaturen var ett hinder för sporulationen, men det var just i denna betydelsefulla fas som föregick sporbildningen, som arsenikens gasvandling skedde med största intensitet. *P. brevicaule* angriper under utveckling af karakteristisk löklukt alla de vanliga arsenikföreningarna, däremot angripes icke andra kemiskt närstående kroppar såsom fosfor, antimon och bor. Med sin metod lyckades Gosio påvisa 0,01 mg. natriumarsenit i 10 cm^3 mjölk. Koppararsenit sönderdelades svårare än natrium- och kaliumarsenit och arseniksyrlighet. *Penicillium brevicaule* sönderdelar realgar och auripigment lika väl som arseniksyrlighet. En annan arsenikutvecklande svamp, *mucor mucedo*, sönderdelade dessa ämnen väl vid observation under flera månader, men icke under så kort observationstid som en månad, emedan

svampen icke — såsom fallet är med *penicillium brevicaulis* — är någon ammoniakutvecklare. Större arsenikmängder, 4—5 p. m. arseniksyrighet, fördrogos lättare, om svampen småningom vänjdes vid arsenik. Kulturer af den sistnämnda mögelsvampen i arsenikhaltig buljong, utvecklade icke löklukt så länge myceliet befann sig i de djupare lagren af vätskan. Så snart däremot detta kommit till ytan, utvecklade sig en yppig vegetation och samtidigt inträdde den karaktäristiska lukten. Växte kulturen på fast substrat, utvecklades sådan lukt hastigare, om man tillsatte arsenikföreningen i lösning, än om den tillblandades i fast form. *Mucor*, hvilken liksom *penicillium brevicaulis* ej växer anaerobt, frigjorde likväl arsenikgas ur tapetfärger, äfven om svampen växte å den yta af tapeten, som var vänd mot muren; dess vegetativa trådar trängde nämligen härifrån fram genom porerna i tapeten och nådde på detta sätt dennas yta.

Gosio tänkte sig arsenikgasens uppkomst på följande sätt. *Penicillium brevicaulis* var ett alkoholbildande ferment. Etylalkohol jämte dess omedelbara oxidationsprodukter acetaldehyd och ättiksyra funnos alltid i betydande mängd i kulturer å sockerhaltiga substrat. Vid 35—37° fanns också myrsyra i kulturvätskan, och det vore sannolikt, att det under dessa förhållanden också kunde bildas metylarsiner. Svampen inverterar stärkelse, något som åtföljes af ett, för blotta ögat synligt fenomen: brunfärgning af substratet (potatis, agar). *Penicillium brevicaulis* förtärde arseniken, som om den vore ett näringsämne. I svampens omsorgsfullt tvättade mycel fanns olika mängder arsenik, allt efter dess utvecklingsstadium. Då vegetationen befann sig i sin fulla kraft var det, som man fann största kvantiteten arsenik. Arsinbildningen var en frukt af mögelsvampens livsverksamhet. Vid närvaro af större mängd antiseptiska ämnen äfvensom vid hög temperatur ägde ingen arsinbildning rum. Det sätt, på hvilket mögelsvamparna sönderdelade arseniksyra och arseniksyrighet voro en »*mécanisme de réduction d'hydrogenation*». Det kunde ej vara fråga om ren reduktion, då gasmängden ökades i närvaro af atmosfärens syrgas och minskades ända till att helt försvinna, då luft var frånvarande. Möjligt var, att alkohol eller aldehyd in statu nascendi hade benägenhet att med arsenik bilda flyktiga föreningar.

Beträffande arsenikens förgasningshastighet ur arsenikhaltiga substrat fann GOSIO, att kulturer i mjölk innehållande 0,02 mg natriumarsenit på 10 cm³ utsände karaktäristisk lukt mer än 2 månader efter utsädet, en iakttagelse, som bekräftats af flere forskare efter GOSIO, särskildt af HUSS, och som vittnar om, att mängden förgasad arsenik är afsevärdt mindre, än man skulle förmoda på grund af den intensiva lukt kulturerna afgifva.

GOSIO har äfven gjort omfattande kemiska undersökningar af den lökluktande gasen och konstaterat dess arsenikhalt. Beträffande gasens närmare sammansättning antog GOSIO till en början, att den utgjorde en blandning af flera arsenikföreningar, som innehöllo små mängder arsenikväte, men till väsentlig del utgjordes af en arsenikhaltig alkyl- eller aldehydförening. Genom senare experiment, som utfördes med hjälp af BIGINELLI, befanns, att den vid rumstemperatur utvecklade arsenikgasen utgjordes af dietylarsin. Anordningarna för uppsamlandet af arsenikgasen voro följande. Kulturerna hade tillvants till arsenik, så att 3% (?) natriumarsenit kunde tillsättas till substratet. Kulturerna anlades i 50—60 stycken kolfvar, hvilkas besädda yta af GOSIO upp-taxerades till sammanlagt 5—6 m². De utvecklade gaserna leddes genom starkt saltsur kvicksilfverkloridlösning. Vid riklig gasutveckling erhöles kristaller af en arsenikhaltig kvicksilfverkloridförening redan efter 1—3 dagar. Det visade sig fördelaktigt att extrahera gasen i flera repriser. Gasabsorptionen pågick under en månad. Vid slutet af denna tid kunde man i allmänhet samla 5—7 gram af arsenik-kvicksilfverföreningen, motsvarande ungefär 3—5 gram af den rena produkten. Temperaturen hade ett stort inflytande på dennas renhet. Vid en temperatur af 15—20^o fick G. en nästan konstant produkt; om temperaturen höjdes till 30^o och mera, bildades äfven andra sekundära produkter. Den kemiska undersökningen utfördes å den förening, som erhöles genom kultur vid de lägre temperaturgraderna.

Ett stort antal forskare, ALMQVIST, ABEL och BUTTENBERG, HUSS m. fl., hafva bekräftat flertalet af GOSIOS iakttagelser och gjort nya rön. Bland märkligare nyare rön af GOSIOS efterföljare må erinras om KLETTS och MAASENS iakttagelse, att icke blott arsenik, utan äfven selen och tellur kunna på bio-

logisk väg öfverföras i gasformiga föreningar med egendomlig lukt. Selenföreningarna gifva merkaptanlukt; tellurföreningarna gifva löklukt liksom arsenik. Den biologiska metodens användbarhet för påvisande af arsenik inskränkes emellertid föga genom dessa förhållanden. Tellur och selen äro först och främst relativt sällsynta ämnen; vidare angripas desamma under frigöring af de karaktäristiskt luktande gaserna icke blott af arseniksvampar, utan, i motsats till arsenik, äfven af andra mikroorganismer. Afgörandet genom den biologiska reaktionen, huruvida arsenik eller tellur resp. selen föreligger är jämförelsevis enkelt. Ett ämne, som ger löklukt i beröring med såväl mögel som bakteriekulturer innehåller tellur; ett ämne, som ger löklukten endast i beröring med mögelkulturer, innehåller endast arsenik, icke tellur.

Med den biologiska metoden se sid. 11 har man undersökt ett stort antal arsenikföreningar och arsenikhaltiga föremål och ofta — icke alltid — lyckats påvisa arsenik i dessa genom den karaktäristiska löklukt, som utvecklas i närvaro af detta ämne.

I närstående tabell återgifves en förteckning öfver dylika föreningar, i hvilka arsenik kunnat påvisas genom den biologiska metoden. I regel har man i de undersökningar, på hvilka tabellen grundar sig, använt *penicillium brevicaulis*. Undantagsvis har man arbetat äfven med andra arsenikutvecklande svampar. En mögelsvamp, *actinomyces* sp. (Huss), med hvilken äfven förf. haft tillfälle göra undersökningar, synes att döma af den utvecklade lökluktens intensitet som arsenikutvecklare vara likvärdig med *brevicaulis*. Om så godt som alla försök, som utförts med den biologiska metoden, gäller, att den lökluktande gasens arseniknatur eller arsenikhalt i de särskilda försöken icke blifvit konstaterad genom kemisk undersökning. Endast ett fåtal undersökare hafva, i de fall då den biologiska reaktionen på arsenik utfallit positivt, genom kontrollkulturer med icke arsenikutvecklande mikroorganismer uteslutit närvaron af selen och tellur, en uraktlåtenhet, som dock på grund af de nämnda ämnenas sällsynta förekomst föga torde minska de i tabellen anförda resultatens sanningsvärde. Bland de författare, med stöd af hvilkas arbeten nedanstående tabell blifvit sammanställd, må särskilt nämnas ALMQVIST, ABEL & BUTTENBERG och HUSS.

Arsenikhaltiga föreningar och föremål, i hvilka arsenik påvisats med användande af den biologiska metoden.

Metallisk arsenik.	Silfverarseniat.
Arsenikbly.	Zinkarzenit och zinkarseniat.
Arsenikzink.	Byggnadskalk från Västergötland
Arsenikjärn.	$\frac{1}{1000}$ 0/0 arsenik (ALMQVIST).
Arsenikkis.	Schweinfurthergrönt.
Arsenikdisulfid ¹ .	Ockrafärger.
Arseniktrisulfid.	Terrafärger.
Auripigment (nativt) ¹ .	Engelskt rödt.
Arseniktrisulfid (fäld) ¹ .	Tjärfärger.
Arsenikpentasulfid.	Tapetfärger.
Arsenolith.	Tapeter (GALLI—VALLERIO &
Arsenikhexaoxid.	SRRZYZOWSKI, CEVEY m. fl.).
Arsenikpentoxid.	Glanspapper.
Blyarsenit och blyarseniat.	Damm.
Kalciumarsenit och arseniat.	Ull.
Kalium-, natrium-, ammoniumarsenit.	Ullgarn.
Koppararsenit och koppararseniat.	Kyrkogårdsjord (POPP).
Järnarsenit och järnarseniat.	Levico- och Roncegno-vatten.
Magnesium-ammoniumarseniat.	Hudfjäll, hår, svett och urin
Mangan-, nickel- och koboltarseniat.	(SCHIFF, SCHOLTZ, m. fl.)
Natriumkokodylat (CEVEY).	Oxhud (Abba).
	Blod och organdelar från människor och djur (SEGALE o. a.).

Af de gjorda iakttagelserna rörande påvisandet af arsenik på biologisk väg får man det intrycket, att denna metod vid närvaro af mycket små mängder arsenik i ett stort antal fall kan ge minst lika säkra resultat som kvalitativa kemiska metoder. I jämförelse med dessa synes den dock som generell metod vara mindre pålitlig af flere skäl. Först är arseniksvamparnes aktivitet växlande. Smärre afvikelser i substratets sammansättning kunna afsevärdt inverka på utvecklingen af lökluften. Arsenikföreningens kemiska natur kan medföra ett växlande resultat. Kejsargrönt t. ex. kunde af vissa forskare upptäckas medels den biologiska metoden först vid närvaro af $\frac{1}{2}$ —1 mgm, under det $\frac{1}{1000}$ mg arseniksyrlighet kunnat upptäckas medels

¹ Extraherad eller icke med kokande vatten.

samma metod. Undersökarens disposition vid pröfningen af reaktionen kan slutligen vara afgörande, huruvida ett positivt eller negativt utslag erhålles. Att döma af den mångfald föreningar och föremål, i hvilka arsenik blifvit påvisad genom den biologiska metoden, vill det emellertid synas, som om ingen af de vanligare arsenikföreningarne skulle vara fullt refraktär mot sönderdelning genom arsenikmögel. Minimimängden arsenik, som är påvisbar genom den biologiska metoden, växlar dock som nämnts med föreningarnas art och sammansättning. Af det ofvan meddelade framgår, att ett stort antal intressanta rön blifvit gjorda, som äro ägnade att i hög grad öka våra kunskaper rörande frigöring af arsenik genom mögelsvampar.

Studerar man emellertid de hittills gjorda undersökningarna, finner man, att betingelserna för arseniks utveckling genom mögel i bostäder icke blifvit tillräckligt utredda, och lämnas nedan några exempel härpå. Att vanliga, icke arsenikfrigörande mögel kunna vegetera å väggar m. m. i våra bostäder är ett sedan länge känt faktum. Hvad arsenikmöglen beträffar har detta icke blifvit nöjaktligt styrkt.

Kunna arsenikmögel verkligen vegetera å tapeter, å oljefärg l. a. i fuktiga bostäder? En sådan utredning synes grundläggande för uppfattningen, om den betydelse som den fuktiga och mögliga bostaden kan hafva för uppkomsten af kronisk arsenikförgiftning. Denna undersökning är icke gjord, troligen af den anledningen, att man ansett saken själfklar och en särskild undersökning därför obehöflig. Jag kan icke finna, att någon undersökning blifvit publicerad, af hvilken framgår, att man gjort något målmedvetet försök att vinna klarhet, huruvida de nämnda möglen vuxit å väggarne eller härstammat från dammet, som mekaniskt vidhäftat de prof, ur hvilka svamparne isolerats. Den svamp, med hvilka olika forskare arbetat, pen. brevicaula, har icke funnits vegeterande i bostäder; öfriga arseniksvampar hafva isolerats ur luften o. a. eller voro laboratoriekulturer. Förekomsten af arsenikmögel i damm visar icke, att möglet vuxit å väggarne; det kan hafva införts med damm utifrån. De ytliga jordlagren, som lämna en stor tribut till dammet i bostäderna, innehålla arsenikmögel i stor mängd. Då man dessutom vet, att arsenikmöglet å konstgjorda substrat kunna öfverväxas af det banala, icke arsenikutvecklande möglet, måste man komma till den slutsatsen, att

arsenikmögels förmåga att växa å väggår och föremål i bostäderna under det praktiska livets förhållanden tarfvar ytterligare utredning.

I vårt land har diagnosticerats ett icke ringa antal sjukdomsfall i kronisk arsenikförgiftning, vid hvilka källan till förgifningen ansetts vara arsenikhaltig oljefärg. Särskildt erinras om de talrika af LENNMALM iakttagna fallen af kronisk arsenikförgiftning i Gamla Riksdagshuset i Stockholm, hvilka ansetts hafva varit förorsakade af arsenikhaltig oljefärg. Äfven de ganska talrika sjukdomsfall af misstänkt kronisk arsenikförgiftning, som under senare år inträffat i Statens byggnader, hafva i regel träffat personer, som haft sitt arbete i lokaler, hvilka varit målade med arsenikhaltig oljefärg.

Uppkomsten af arsenikförgiftning genom arsenikhaltig oljefärg han man sökt förklara därigenom, att en arsenikhaltig gas skulle uppstå, antingen genom en rent kemisk omsättning i oljefärgen (KÖHLER o. a.) eller genom en biologisk process under inverkan af mögelsvampar. Af dessa bägge teorier har den sistnämnda i allmänhet ansetts vara den, som skulle hafva de största sannolikheterna för sig.

Arsenikens frigörande ur arsenikhaltig oljefärg genom mögel är en fråga, som i vetenskapligt avseende är föga utredd. Hitills utförda undersökningar hafva icke gifvit samstämmande resultat. Några forskare hafva sålunda funnit, att arsenikhaltiga oljefärger kunnat angripas af mögelsvampar, under det andra kommit till negativt resultat. Huruvida en arsenikhaltig oljefärg i bostadsrum kan utgöra en fara för invånarne är en fråga af stor praktisk innebörd med hänsyn till den betydande utsträckning, i hvilken dylika färger, särskildt sådana, som blifvit beredda med arsenikhaltigt zinkvitt, komma till användning i våra bostäder. Den svenska lagstiftningen har tidigare undantagit oljefärg från de stränga bestämmelserna rörande arsenikhalt i vattenfärger, enlikt hvilka $\frac{1}{5}$ mg. arsenik i färgafskrapet från 200 cm.² yta är förbjuden mängd. Detta undantag har 1913 års arsenikkommission bl. a. med stöd af nyssnämnda iakttagelser ansett tills vidare icke böra upprätthållas, och i öfverensstämmelse med kommissionens uppfattning har gällande giftstadga af den 7 dec. 1906 blifvit ändrad i denna punkt.

GOSIO synes icke hafva gjort några undersökningar rörande spörsmålet, huruvida arsenik kan utvecklas genom mögel ur arsenikhaltig oljefärg. Detta är icke heller fallet med ABEL & BUTTENBERG, som i sin omfattande utredning rörande den biologiska metoden blott uttala en förmodan, att arsenikhaltiga färgers användning i oljefärgsbeläggningar vore ofarlig, emedan en sådan färg icke dammade och icke heller utgjorde något näringssubstrat för mögel, om den hölles ren. Den förste, som synes hafva experimentellt belyst frågan rörande arsenikens angrifbarhet i oljefärg, är ALMQVIST. ALMQVIST har funnit att, om man stryker med oljefärg (beredd med kejsargrönt) å agar och låter vissa mögelsvampar växa bredvid färgen, uppkommer en stark löklukt. Äfven HUSS har gjort positiva rön. Han fann, att en på tuber fylld oljefärg, »Terra de Sienne brulée», som i ett gram innehöll 5,672 mgm As gaf en intensiv kakodyllukt, såväl med penicillium brevicale som med actinomyces sp. Den i försöket använda färgmängden uppgick till 2,5 mgm pr gram, motsvarande ca 14 mg As. Äfven en annan af HUSS pröfvad oljefärg på tuber, »van Dyk braun», innehållande 2,551 mgm arsenik pr gram, gaf i kulturen af de nyssnämnda svamparne kraftig kakodyllukt.

Under det ALMQVIST och HUSS sålunda kommit till positiva resultat beträffande arsenikhaltig oljefärgs angrifbarhet, kom KLASON till den uppfattningen, att arsenik i zinkhvittoaljefärg skulle vara refraktär mot arseniksvamparnas inverkan. KLASON's assistent, ingenjör MELLQVIST, ledde gaserna från en stor kultur af penicillium brevicale å potatispuré försatt med 50 gm. finmalen zinkhvittoaljefärg (2,63 mg. pr 200 cm² väggyta) genom koncentrerad salpetersyra under två och en half månad; efter försökets slut afdunstades syran och återstoden elektrolyserades. De utvecklade gaserna leddes genom ett glödande kapillärrör. Emellertid kunde hvarken någon arsenik påvisas i röret, ej heller kunde någon arseniklukt konstateras.

Till samma resultat som KLASON kom HENRIJEAN och hans medarbetare. Dessa sökte dessutom uppsamla arsenikgas ur luften i ett rum, som målats med arsenikhaltig oljefärg, innehållande resp. 7,78 och 3,72 mg. arsenik på 200 cm² yta. Oljefärgens yta hade kort tid efter färgens påläggning infekterats

med mycel af *penicillium brevicaulis*. Fem dagar efter det färgen torkat, leddes 12,180 resp. 13,020 liter rumsluft genom gastvättflaskor, innehållande resp. destilleradt vatten, klorvätesyra och ammoniak. Försöket pågick under 140 timmar. Någon arsenik lyckades man icke påvisa i absorptionsvätskorna. De utsådda mögelsvamparna voro döda.

Huss framhåller, att svamputvecklingen förhindras genom anbringande af lufttäta öfverdrag och anser, att man till sådana öfverdrag med säkerhet kan räkna oljefärger med hög linoljehalt. Huss har utfört ett större antal försök, i hvilka han ympade olika arseniksvampar på blandningar af potatismos, zinkhvitt, zinkarseniät eller zinkarsenit och linolja. Linoljan bildade med de andra ingredienserna en fast elastisk hinna. I intet fall kunde iakttagas någon växt, ännu mindre kakodyllukt i de sex månader gamla kulturerna. På grund af sina försöksresultat anser Huss de med arsenikhaltigt zinkhvitt beredda oljefärgerna vara »vom biologisch-hygienischen Gesichtspunkte aus ganz einwandfrei». Icke torkande olja, blandad med potatismos, var däremot ett godt substrat för svamparna, äfven om blandningen innehöll intill 10⁰/o terpentin.

Af de anförda undersökningarne rörande den arsenikhaltiga oljefärgens angripbarhet genom mögel framgår sålunda, att arsenikgasutveckling blifvit iakttagen från färsk oljefärg, som bragtes i beröring med arsenikmögeltkulturer. Å andra sidan synes sådan frigöring af arsenik genom mögel icke hafva lyckats ur intorkad oljefärg beredd med arsenikhaltigt zinkhvitt. Beaktansvärda för bedömande af den föreliggande frågan äro Huss' iakttagelser af den torkande linoljans och zinkhvittets hämmande inverkan på arsenikmögels växt, äfvensom HENRIJEANS och hans medarbetares rön angående den färskas oljefärgens inverkan på *penicillium brevicaulis*, enligt hvilka denna svamp icke blott hindras i sin växt, utan rent af dödas af färsk oljefärg. På grundval af de hittills utförda fåtaliga undersökningarna enbart syntes det dock omöjligt bilda sig en exakt föreställning om den arsenikhaltiga oljefärgens angripbarhet genom mögel; vissa resultat syntes motsäga varandra, hvarför en mera ingående utredning af frågan måste företagas.

Upptäckten att vissa slags mögel hade förmåga att frigöra As som en lökluktande gas förde snart med sig forskningar öfver dennas toxicitet. Var gasen giftig, var det också sannolikt, att de sjukdomsfall, som uppträd i bostäder, där en lökluktande gas förnummits varit förorsakade af denna. Gosio hade funnit att möss hastigt afledo, om de fingo inandas den arsenikhaltiga atmosfären öfver en brevicaulekultur och hade visat, att den höga kolsyrehalten, som i dylik luft kan uppgå till mer än 30⁰/₀, icke kunde vara dödsorsaken. Gosio hade därför ansett brevicaule-gasens giftighet vara betingad af dess arsenikhalt, och då han dessutom på sig själf känt symtom liksom af en förgiftning efter inandning af en sådan gas, hade han kommit till den uppfattningen, att densamma kunde vara orsak till kronisk arsenikförgiftning i bostäder. Gosio hade emellertid med sina ofvannämnda försök icke gifvit tillräckliga bevis för, att brevicaule-gaserna voro giftiga på grund af deras arsenikhalt. Hans försök gjordes om af ABEL & BUTTENBERG och anordnades på samma sätt, dock utan att arsenik var närvande i kulturerna. Mössen afledo emellertid lika hastigt vid inandning af den arsenikfria som af den arsenikhaltiga atmosfären. Dödsorsaken var såsom ABEL & BUTTENBERG visade i främsta rummet syrgasbrist. Syrgasen nedgick i ett par försök till resp. 4,74—7,55⁰/₀ vid hvilka låga syrgashalter enligt GIEMSSA m. fl. en nästan ögonblicklig död inträder. Om däremot syrgashalten i luften hölls vid minst 12⁰/₀ påverkades försöksdjuren icke menligt af den arsenikhaltiga luften under 30 min. I ett försök läto de en aspirator i långsamt tempo suga den starkt lökluktande luften från flere arsenikhaltiga kulturer genom ett horisontellt liggande glaströr med nätt och jämt tillräckligt lumen för att bereda plats för en liten hvit råtta. Gasen uppblandades med så stora mängder atmosfärisk luft, att något hinder för försöksdjurets andning ej uppstod. Genomledningen fortsattes i fem timmar. Alla så behandlade möss blefvo i lif.

Möjligheten af förgiftning genom de af mögel utvecklade arsenikgaserna förnekas icke af ABEL & BUTTENBERG. Liksom fallet varit med Gosio, förnam den ene af dessa författare, för hvarje gång han pröfvat en rad af luktande kulturer, ett visst obehag, som i ett fall stegrade sig till svindel och kväljnings-

känsla. Denne person var dock enligt uppgift synnerligen känslig. Andra, som biträdde vid luktpröfningarne, kände aldrig större besvär. Man skulle gå för långt, säga ABEL & BUTTENBERG, om man ville påstå att metoden för arseniks påvisande medels den biologiska reaktionen skulle vara hälsovådlig på grund af den därvid inandade arsenikgasen. Giftigheten vore emellertid svår att påvisa i djurförsök på grund af den ringa mängd, hvori gaserna bildades, äfvensom på grund af försöksdjurens ringa mottaglighet.

Äfven HAUSMANN sökte utforska, om de af p. brevicaulis bildade gaserna voro giftiga eller icke. På botten af en rymlig glascylinder placerades mögelkulturen, 18 cm. däröfver fingo hvita möss uppehålla sig på ett trådnät. Mögelkulturen innehöll 0,2 gm As_2O_3 och luktade så häftigt, att det var förenadt med obehag att komma i närheten. Fyra möss, som lefde öfver kulturen mer än två månader, blefvo synbarligen kraftigare och piggare. Två möss födde ungar. Dessa, som observerades åtminstone i ena fallet, utvecklade sig normalt. Bortsedt från ett ringa obehag, som kulturerna förorsakade, om man kom dem för nära, iaktogs ingen hälsorubbning hos någon af de personer, som dagligen under flere timmar arbetade i laboratoriet i kulturens närhet. HENRIJEAN och medarbetare samt HUSS kommo till liknande resultat.

Såsom framgår af den ofvan lämnade redogörelsen, har man icke lyckats påvisa någon nämvärd toxicitet för försöksdjur hos de af mögel alstrade lökluktande gaserna. Människor hade i ett par fall företett en viss känslighet därför. Å andra sidan syntes erfarenheten om arsenikförgiftningar i bostäder tala för, att det gift, som i dessa framkallar sjukdom hos människor, skulle vara särdeles kraftigt. Åtskilliga sådana sjukdomsfall uppgifvas hafva inträffat mycket snart efter inflyttningen i bostäder med arsenikhaltiga väggbeklädnader eller föremål. Jag erinrar mig från min bostadsinspektörstid i Stockholm två personer, hvilkas trovärdighet jag icke betviflar, som, så snart de inträdde i vissa bostadslägenheter, fingo en förnimmelse af att inandas någon främmande, stundom luktande gas, hvilken förnimmelse de satte i förbindelse med arsenik, sedan det vid flere tillfällen efter undersökningar i sådana bostäder visat sig, att väggbeklädnader

klädnaden eller andra föremål i densamma varit i hög grad arsenikhaltiga. Jag vill icke uttala någon åsikt om det märkliga fenomenet. Ehuru de ofvan citerade försöken öfver mögelarsenikgasens toxicitet för försöksdjur utfallit negativt, är det därför icke säkert, att icke en sådan likväl kan förekomma. Erfarenheten af gasens inverkan på människor bekräftar denna möjlighet. I de hittills gjorda djurförsöken hafva som försöksdjur endast användts hvita råttor, kaniner och marsvin. Möjligt vore, att om flere försöksdjur på olika stadier i djurserien användts, hos något eller några af dessa en större mottaglighet skulle kunna iakttagas. Genom att låta gasen inverka under längre tider, genom att pröfva gasen icke blott från p. brevicuale utan äfven från andra arsenikmögelt och slutligen genom att förstora kulturyrorna i förhållande till luftrymderna i djurburarna vore ju tänkbart, att tecken till giftverkan skulle framträda, ehuru detta icke i föregående försök lyckats.

Såsom framgår af den lämnade redogörelsen, finnes åtskilliga luckor i våra kunskaper om betingelserna för arsenikgasutveckling genom mögelt i bostäder och om den utvecklade gasens toxicitet m. m. Ytterligare utredning har visat sig behöflig, icke blott af de här berörda punkterna, utan äfven i en del andra afseenden. De viktigaste af dessa utredningar äro slutförda, och jag hoppas att framdeles bli i tillfälle att redogöra för deras resultat.



