LUND UNIVERSITY

Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser. I.

Lidforss, Bengt

Published in:
Lunds Universitets årsskrift

1901

Link to publication

Citation for published version (APA):
Lidforss, B. (1901). Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser. I. *Lunds Universitets årsskrift*, *37*(Afd 2 Nr 4), 1-29.

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. Band. 37. Afdeln. 2. N:r 4.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. Band 12. N:r 4.

STUDIER

ÖFVER

POLLENSLANGARNES IRRITATIONSRÖRELSER

AF

BENGT LIDFORSS

I.

LUND 1901
E. MALMSTRÖMS BOKTRYCKERI

I. Inledande historik.

Öfver de faktorer, hvilka göra det möjligt för pollenslangen att med den bekanta träffsäkerheten växa ned genom stiftet, uppsöka mikropylen och slutligen nå fram till äggcellen, ha först de senare årens forskning spridt något ljus. Redan för tjugu år sedan hade visserligen Knv gjort detta problem till föremål för en experimentell undersökning [1]), men de därvid vunna resultaten voro uteslutande af negativ natur. Af Knys iakttagelser framgick det nämligen, att hvarken ljus, gravitation eller kontakt ega något inflytande på pollenslangarnes tillväxtriktning, utan att denna måste bestämmas af andra, dittills obekanta faktorer.

Pfeffers betydelsefulla upptäckt, att spermatozoerna hos ormbunkar och mossor attraheras af bestämda kemiska föreningar [2]) (äpplesyra, rörsocker), kunde med skäl väcka den misstanken, att äfven pollenslangarne i sin tillväxtriktning påverkades af kemiska ämnen. Denna åsigt fann äfven snart nog en målsman i Strasburger [3]), som dock till stöd för sin uppfattning endast kunde åberopa en del iakttagelser angående frömjölets resp. pollenslangarnes förhållande vid groningen på märket.

Denna Strasburgers åsigt tillbakavisades emellertid kort derpå af Pfeffer, som påpekade att de af Strasburger anförda iakttagelserna ingalunda afgåfvo något bestämdt argument för att en kemisk retning af pollenslangarne verkligen egde rum [4]). Deremot tycktes en del experiment, som på Pfeffers anmodan utförts af hans dåvarande assistent Grabendörfer, afgjordt tala mot den Strasburgerska uppfattningen. Grabendörfer, som hufvudsakligen experimenterade med pollenkorn groende på märket i starkt fuktigt rum, fann att under sådana omständigheter endast ett fåtal slangar inträngа i märket, medan flertalet växa rakt ut i luften. Häraf drages nu den slutsatsen, att märket ej kan utöfva någon dirige-

---

[1]) Sitzungsberichte des botanischen Vereines der Provinz Brandenburg, XXIII, Sitzung vom 12 Juli 1881.

[2]) Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Untersuchungen aus dem botanichen Institut zu Tübingen, 1 Bd. S. 363.

[3]) Ueber fremdartige Bestäubung, Jahrb. f. wissenschaft. Botanik, Bd XVII (1886), p. 92.

[4]) Ueber chemotaktische Bewegungen von Bacterien, Flagellaten und Volvocineen, Unters. aus d. bot. Inst. zu Tübingen. Bd. II p. 656.

rande retning på pollenslangen, ty i så fall hade en attraktion måst ega rum, vare sig retningen kommit till stånd genom kontakt, kemisk inverkan eller genom andra faktorer. Grabendörfers försök att konstatera någon märkbar hydrotropism, phototropism eller thermotropism utföllo äfvenledes negativt [1]), och hela spörsmålet angående de vid pollenslangarnes vandring dirigerande faktorerna tycktes om möjligt dunklare än förut.

Redan följande år (1889) gafs emellertid ett bestämdt uppslag till frågans lösning af Molisch [2]), som genom användning af gelatinkulturer faktiskt kunde konstatera, att märket i vissa fall utöfvar en mycket tydlig attraktion på i dess närhet växande pollenslangar. En annan faktor, hvilken på pollenslangarne likaledes utöfvade ett riktningsbestämmande inflytande, trodde sig Molisch finna i luftens syre, som på pollenslangarne enligt hans mening utöfvade en repellerande inverkan. Jemte *positiv chemotropism* förefinnes alltså enligt Molisch hos pollenslangarne äfven *negativ aerotropism.*

Molisch's fyra år efteråt utkomna utförliga afhandling [3]) innehåller en mängd intressanta detaljiakttagelser, men med afseende på pollenslangarnes chemotropism ingenting principiellt nytt utöfver hvad som meddelats i den förutgående publikationen. En närmare bestämning af de ämnen, som föranleda pollenslangarnes attraktion mot märket hade Molisch ej lyckats åstadkomma.

En sådan bestämning af de retande ämnenas kemiska kvalitet lemnades dock redan följande år (1894) af Pfeffers lärjunge, japanen Myioshi [4]). Genom användning af en sinnrik försöksanordning lyckades Myioshi påvisa, att pollenslangarne af *Digitalis, Oeuothera, Epilobium, Mimulus, Torenia* och *Primula* retas positivt chemotropiskt af vissa kolhydrater, starkt af rörsocker, drufsocker och dextrin, svagare af frukt- och mjölksocker och knappast alls af maltos. Köttextrakt, asparagin, pepton, glycerin och gummi utöfvade ingen attraktion, alkohol, ammoniumfosfat, kalisalpeter och äpplesyradt natron verkade mer eller mindre repulsivt. Dessutom kunde Myioshi fastställa en om ock svag hydrotropism, samt i vissa fall i öfverensstämmelse med Molisch negativ aerotropism; med afseende på geophoto och thigmotropism erhöll han samma negativa resultat som förut Kny.

För halftannat år sedan har jag å annat ställe [5]) lemnat ett föregående meddelande öfver några undersökningar, som äro egnade att i icke oväsentlig mån vidga våra kunskaper om pollenslangarnes chemotropiska rörelser. Jag har kunnat påvisa, att det ges ett icke obetydligt antal familjer, hvilkas pollenslangar icke eller åtminstone i mycket ringa grad retas af kolhydrater, men så mycket starkare af

[1]) l. e. p. 657.

[2]) Ueber die Ursache der Wachsthumsrichtungen bei Pollenschläuchen, Sitz. ber. der Kais. Akad. der Wissensch. in Wien, 17 Jänner 1889.

[3]) Zur Physysiologie des Pollens etc., Sitz. ber. d. kaiserl. Ak. d. Wiss. in Wien, mathem. nat. C. Bd. CII. Abth. 1 Juli 1893.

[4]) Ueber Chemotropismus der Pilze, Botan. Zeitung 1894, och Ueber Reizbewegungen der Pollenschläuche, Flora, 78 Bd. (1894) p. 76—93.

[5]) Ber. der. deutsch. boten. Gesellsch. 1899, Bd. XVII, p. 236—242.

proteinämnen och dem närstående föreningar. Det har vidare framgått af mina undersökningar, att de riktningsrörelser, hvilka af Molisch, Myioshi m. fl. tolkas som negativ aerotropism, icke hafva något med luftens syre att skaffa, utan i sjelfva verket äro yttringar af hvad man kallar trophotropism.

Då jag härmed går att offentliggöra mina hittills gjorda iakttagelser öfver pollenslangarnes irritationsrörelser, sker detta icke med känslan af att ha uppnått hvad som en gång föresväfvat mig som mål. Delvis beror detta på de alldeles särskilda vanskligheter, som äro förknippade med pollenfysiologiska undersökningar. En mängd växters blomningstid går så hastigt öfver, att man endast en kort tid på året kan disponera öfver grobart pollen, och denna vansklighet kan endast i ringa grad afhjälpas genom drifhuskulturer, enär de på detta sätt frambragta blommorna vanligen utveckla ett föga lifskraftigt pollen, som gror dåligt i konstgjorda kulturmedier och ej kan användas för fysiologiska ändamål. Ofta händer det derför, att experimenten med en bestämd frömjölssort måste afbrytas, just i det ögonblick, perspektivet började ljusna; och af mina temligen vidlyftiga anteckningar, som gå tillbaka ända till 1895, är det derför endast en del, som meddelas i detta samband. Min måhända sangviniska förhoppning att under de närmaste åren få fortsätta dessa undersökningar torde få ursäkta den ominösa romarsiffra (I), hvilken pryder första sidan af detta arbete.

* *
*

Det är mig vid detta tillfälle en angenäm plikt att erkänna den förbindelse, hvari jag står till härvarande växtfysiologiska institutions föreståndare, professor Bengt Jönsson, för den utmärkta liberalitet, hvarmed han ställt till mitt förfogande de för denna undersökning erforderliga, ofta ganska dyra kemiska preparaterna. I alldeles särskild tacksamhetsskuld står jag till professor Hammarsten, hvars banbrytande arbeten öfver ägghviteämnenas kemi äro välbekanta för hvarje fysiolog. Från prof. Hammarsten har jag nemligen erhållit en hel samling af honom och hans lärjungar framställda originalpreparat af proteinämnen, som annars varit mig oåtkomliga, men som i väsentlig grad bidragit till att ge mina resultat ett allmännare intresse.

* *
*

II. Metodik.

För att påvisa pollenslangarnes chemotropiska känslighet gent emot kolhydrater har Myioshi användt samma metoder, genom hvilka det lyckades honom att fastställa chemotropisk irritabilitet hos svamphyferna [1]). Principen härvidlag är att låta pollenkornen resp. sporerna gro på en tunn hinna, genomborrad af fina hål och hvilande på ett chemotropiskt retande underlag. Det senare utgjordes antingen af 1—2 % gelatinlösning, som innehöll det retande ämnet upplöst, eller också af en vattenlösning, som då fullständigt fyllde en liten skål eller en ram. Som membran användes tunna glimmerblad eller kollodiumhinnor, hvilka medels en fin nål försetts med mycket små perforationer. Det hela ställdes i fuktig mörkkammare, och det visade sig då, att de utväxande pollenslangarne egde en bestämd tendens att växa i riktning mot hålen och ned i dessa, för så vidt nemligen underlaget innehöll rörsocker, drufsocker eller dextrin i vissa koncentrationer. Utgjordes deremot underlaget af ren gelatin eller rent vatten, vuxo slangarne fullkomligt indifferent förbi eller öfver hålen.

Med stor fördel använde äfven Myioshi stycken af lefvande blad, hvilka under luftpumpen injicerades med lösningen i fråga, derefter hastigt afspolades med vatten och aftorkades med filtrerpapper. Utsåddes nu pollenkorn på den klyföppningsförande undersidan, så vuxo pollenslangarne som parasitiska svamphyfer in i klyföppningarne, för så vidt det injicerade ämnet verkade chemotropiskt retande. I annat fall vuxo de indifferent förbi eller öfver de vidöppna stomata. — Särskildt lämpliga visade sig för sådana försök *Tradescantia*-arter såsom *T. discolor* och *T. procumbens*.

Denna af Myioshi införda metodik har äfven af mig användts i ganska stor utsträckning, när det gällt att undersöka pollenslangarnes förhållande gent emot kolhydrater. Metoden har sina stora fördelar, men lider något afbräck derigenom att efter hvad det visat sig åtskilliga frömjölssorter under de gifna omständigheterna endast skjuta sporadiska slangar. Man kan emellertid ofta på indirekt väg, men fullt exakt, konstatera pollenslangarnes chemotropiska känslighet gent emot kolhydrater. Om det nemligen visar sig, att pollenslangarne vid kultur i ren gelatinlösning attraheras af märket, men deremot i sockerlösning förhålla sig indifferenta gent emot detta, så kan man häraf draga den slutsatsen att den från märket utgående retningen förorsakats af socker. Denna metod, som med fördel kan praktiseras i många fall, inskränkes dock till sin användning deraf att många pollenkorn, särskildt från blommor med skyddade sexualorgan [2]), brista sönder i

[1]) Ueber Chemotropismus der Pilzhyphen, p. 3—5.

[2]) Jfr Lidforss, Zur Biologie des Pollens, Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. XXIX, p. 1—38, och Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens, dersammastädes, Bd. XXXIII p. 232—312.

ren gelatinlösning. Genom att kombinera båda metoderna kan man dock erhålla ganska goda resultat.

Det ofvan sagda berör nu närmast de fall, då det gäller att konstatera chemotropisk känslighet gent emot kolhydrater. Är det deremot frågan om att utröna en af proteinämnen frambragt chemotropisk retning på pollenslangarne, ställer sig saken betydligt enklare. De flesta proteinämnen lösas nemligen så långsamt i vatten och diffundera så sakta, att man kan nå fullt tillfredsställande resultat helt enkelt genom att på den stelnande pollengelatinkulturen applicera små korn af proteinämnet i fast form. Omkring ett sådant korn bildar sig då så småningom en diffusionszon, olika till omfång allt efter proteinämnets löslighet, och för så vidt proteinämnet i fråga öfverhufvudtaget verkar chemotropiskt retande, finner man då att alla de i diffusionszonen befintliga slangarne sträfva hän emot ägghvitekornet.

I princip är sålunda tekniken mycket enkel, och de resultat man på detta sätt erhåller äro hvad den chemotropiska retningens intensitet och tydlighet beträffar, väsentligt öfverlägsna dem, som erhållas vid användning af den Myioshiska metoden. Deremot är det icke möjligt att på detta sätt bestämma t. ex. retningströskelns nivå eller kvantitativt fixera den koncentrationsgrad, vid hvilket den positiva chemotropismen eventuellt slår öfver i negativ o. s. v. För afgörandet af sådana frågor lägger emellertid proteinpreparatens beskaffenhet i regeln oöfverstigliga hinder, dels därigenom, att en stor mängd af dessa ämnen äro mycket svårlösliga i rent vatten, dels äfven derför att en stor mängd, förmodligen de flesta, utgöra en blandning af flera kemiska individer med hvarjehanda föroreningar. Under sådana omständigheter är det tydligt, att alla kvantitativa uppgifter om retningströskelvärde o. s. v. måste bli af en skäligen illusorisk valör, och jag har derför ej heller spilt någon möda på dessa för närvarande olösliga spörsmål.

Som en konstant förorening i proteinpreparaten uppträda som bekant alltid större eller mindre mängder mineralsalter. För den rent kemiska undersökningen äro ju dessa föroreningar af temligen oskyldig natur, men icke så, när det gäller pollenfysiologiska undersökningar. Som jag redan för flera år sedan har visat [1]), äro nemligen pollenkornen ytterst känsliga för äfven helt minimala mängder af ett kalk- eller kalisalt, så att t. ex. pollenkorn, som gro utmärkt i destilleradt vatten, nästan momentant aflida i en lösning, som endast innehåller 0,01 % kalknitrat. En följd häraf är, att en stor mängd proteinpreparat, särskildt sådana som härstamma från animala väfnader, i förstone verka giftigt på pollenkornen. Äro de ifrågavarande proteinpreparaten svårlösliga i vatten, kan den ifrågavarande olägenheten ofta afhjälpas genom upprepad tvättning på filtrum med destilleradt vatten. Föreligga deremot i vatten lättlösliga proteinämnen, måste de dialyseras, derpå utfällas med alkohol, frånfiltreras och efter tvättning med eter torkas. Genom en sådan behandling lyckas det ofta att förvandla ett proteinämne, som i förstone verkade som ett häftigt gift, till en substans, som attraherar pollenslangarne med stor intensitet.

[1]) Zur Biologie des Pollens, p. 36—38.

För öfrigt är det naturligtvis äfven vid dessa undersökningar af största vigt att endast använda friskt och jemt groende pollen. Frömjöl, hvars vitalitet af en eller annan anledning blifvit nedsatt, företer vid kultur vanligen talrika bristningar, och hos de bildade slangarne kan man ofta konstatera en märkbar nedsättning af den chemotropiska sensibiliteten. Dessutom är det naturligtvis af vigt, att välja kulturvätskans koncentrationsgrad så, att om möjligt inga bristningar ega rum. Antaget t. ex. att i en sockergelatinkultur med inströdda ägghvitekorn 50 % af frömjölskornen brista, så diffundera från de brustna kornen kolhydrater, proteinämnen, ferment o. s. v. uti kulturmediet, der de genom att chemotropiskt reta de växande pollenslangarne fullkomligt kunna grumla bort resultatet.

Då det gällt att undersöka pollenslangarnes förhållande gent emot proteinämnen, ha kulturerna allt efter pollenets beskaffenhet företagits antingen i ren gelatin eller gelatinlösningar med en rörsockerhalt varierande från 1—25 %. För jämförelses skull ha äfven, ehuru i mindre utsträckning, andra kolhydrater kommit till användning (glukos, levulos, galaktos, laktos, arabinos o. s. v.).

III. De använda proteinpreparaten.

Utom de preparat, som erhållits från prof. Hammarsten, har jag nästan uteslutande användt preparat, som levererats af den välkända firman Merck i Darmstadt. Ett mindre antal preparat har äfven erhållits från Dr. Grübler i Leipzig.

För öfversigtlighetens skull ger jag här en sammanställning af de begagnade preparaten, så vidt möjligt ordnade efter sina kemiska förvandtskaper [1]).

I. Proteinämnen.

- **Albuminer**
  - Albumin ur ägghvita (Grübler)
  - » » blod (Merck)
  - » » växter (Merck)
- **Globuliner**
  - Globulin ur hästblod (Hammarsten)
  - Fibrinogen (Merck)
  - Krystallin (Merck)
  - Conglutin (Hammarsten)
- **Nukleo-albuminer**
  - Nukleoalbumin ur oxgalla (Hammarsten)
  - Kasein (Merck, Hammarsten)
  - Vitellin af äggula efter Hoppe-Seyler (Grübler)
  - Växtkasein (legumin) (Merck, Hammarsten)

[1]) Jfr Hammarsten, Lehrbuch d. physiolog. Chemie (1899) p. 17.

- **Albuminater**
  - Alkalialbuminat (Hammarsten)
  - Kopparalbuminat
  - Harnachs askfria ägghvita (acidalbuminat? — Grübler)
- **Albumoser och peptoner**
  - Protalbumos (Merck, Hammarsten)
  - Heteroalbumos (Merck, Hammarsten)
  - Dysalbumos (Merck)
  - Pepsinalbumos af fibrin (Hammarsten)
  - Pepton (Merck)
- **Koagulerade ägghviteämnen**
  - Fibrin (Merck)
  - Koagulerad ovalbumin (Hammarsten)

II. Proteider.

Hämoglobin (Merck)

- **Glukoproteider**
  - Submaxillaris-mucin (Hammarsten)
  - Mucinalkali (Hammarsten)
  - Helicoproteid (Hammarsten)
  - Pankreasglucoproteid (Hammarsten)
- **Nukleoproteider**
  - Nuklein (Merck)
  - Pseudonuklein (Hammarsten)
  - Nukleohiston (Hammarsten)

III. Albuminoider.

Elastin (Merck)

IV. Ferment.

Diastas ur malt (Merck, Grübler)
Takadiastas (Kojiferment, Merck)
Emulsin (Grübler)
Invertin (Merck)
Ptyalin (Merck)

V. Ägghviteämnenas spaltningsprodukter och närstående föreningar.

Tyrosin (S. G. Hedin)
Leucin (Merck)
Glykokoll (Merck)
Sarkosin (Merck)
Asparagin (Grübler)
Kreatin (Merck)
Alloxan (Grübler)
Alloxantin (Grübler)
Xanthin (Merck)
Nukleinsyra (Merck)
Nukleinsyradt natron (Merck)

IV. Speciella iakttagelser.

Narcissineæ.

Narcissinéernas frömjöl lämpar sig synnerligen väl för fysiologiska undersökningar, då det i regeln gror mycket jämt och kan anpassa sig för vidt skilda koncentrationsgrader samt derjemte eger en som det synes nästan enastående chemotropisk känslighet. Särskildt gäller detta om *Narcissus Tazetta* och *Hæmanthus globosus,* i mindre grad om *N. poeticus, N. Pseudonarcissus* och *Imanthophyllum miniatum.* Som typ för familjen torde lämpligen uppföras den art, hvars pollenchemotropism synes mest utpreglad, och som derför äfven gjorts till föremål för de noggrannaste iakttagelserna, nemligen

Narcissus Tazetta.

Inverkan af *diastas.* De mest pregnanta resultaten erhållas på följande sätt: diastaspreparatet omröres i en bägare med kallt vatten, de olösta flockarne uppsamlas på ett filtrum samt aftorkas ytterligare på filtrerpapper. Af den på detta sätt erhållna mjuka massan anbringas derefter med en nål eller dylikt helt små portioner — korn af en $^1/_2$—$^1/_4$ millimeter i diameter — på en ännu icke stelnad pollen-gelatinkultur, hvarpå det hela på vanligt sätt placeras i en fuktig kammare. Arbetar man vid en temperatur af omkring + 20° C., kan man ofta redan efter en timme konstatera, att de i diastaskornets omedelbara närhet befintliga pollenslangarne i frappant grad attraheras af detta. Denna attraktion yttrar sig icke endast deri att alla inom en viss zon belägna slangar växa rakt på diastaskornet, utan den gör sig äfven gällande med afseende på det ställe, der pollenslangen anlägges: detta sker nemligen i regeln på den mot kornet vättande sidan. Diastasens retande inverkan utbreder sig derpå öfver ett allt större område, så att man efter tre eller fyra timmar finner en zon af 2—3 millimeter i diameter, inom hvilken alla pollenslangar inslagit riktningen mot diastaskornet. De på detta sätt retade pollenslangarne förete vanligen en helt annan habitus än de som ligga utanför diastaskornets verkningssfer: medan de senare slingra sig fram i mer eller mindre starka vindlingar och tid efter annan göra de skenbart mest omotiverade krökningar, växa de retade pollenslangarne nästan utan undantag rakt på sitt mål. Ha det väl hunnit dit, borra de sig ofta in i proteinmassan, hvars ogenomskinliga beskaffenhet dock vanligen gör det omöjligt att följa deras vidare förlopp. Denna chemotropiska irritationsverkan inträder med samma intensitet, om man för försöket använder diastas, hvars stärkelseupplösande kraft blifvit förstörd genom kokning. Diastasens chemotropiska verksamhet står alltså icke i någon direkt korrelation till dess fermentativa egenskaper [1]).

[1]) De i handeln tillgängliga diastaspreparaten — och andra ha ej stått mig till buds — äro som bekant en blandning af hvarjehanda organiska föreningar, bland hvilka kolhydrater (maltos, araban) och proteinämnen äro de dominerande. Enligt Wroblewskis undersökningar (Ueber die chemische Beschaffenheit der Diastase etc. Zeitschr. f. psysiol. Chemie Bd. 24, pag. 173—223) synes den som ferment verksamma beståndsdelen utgöras af ett proteinämne, och jag har i mitt förutgående meddelande framlagt de skäl, som från kemisk synpunkt tala för att detta proteinämne äfven är den chemotropiskt retande substansen. Att här upprepa denna bevisföring, torde vara öfverflödigt, så mycket mer som det sedermera visat sig att snart sagdt alla proteinämnen utöfva en starkare eller svagare chemotropisk retning på de pollenslangar, som retas af diastaspreparat.

En gifven följd af det ofvan sagda är att man äfven kan reta pollenslangar genom diastashaltiga växtdelar. Detta gäller icke blott om märke, stift och ovula, hvilka t. ex. hos *Narcissus*, enligt hvad reaktionen med vätesuperoxid och guajakol ger vid handen, innehålla stora mängder af diastas, utan äfven om afskurna delar af blad, samt i all synnerhet om groende frön, för så vidt dessa äro stärkelsehaltiga. Så t. ex. erhåller man ytterligt stark reaktion med snitt ur groende ärter eller bondbönor, och denna verkan uteblir icke, om objekten i fråga dödas genom kokning eller behandling med absolut alkohol. — Snitt ur de stärkelsefria fröna af Ricinus communis visade sig deremot verkningslösa.

De undersökta *albuminerna* (ur ägghvita, blod, växter) verkade i förstone mycket giftigt på pollenslangarne, men föranledde efter dialys fullt tydlig chemotropisk retning (af positiv art). Denna var emellertid ej på långt när så stark som den, hvilken erhölls med diastas, och sträckte sig endast till de i kornens omedelbara närhet befintliga slangarne.

Af *globulinerna* föranledda krystallin och globulin ur hästblod omedelbart *starka* chemotropiska irritationsrörelser; fibrinogen, som i sitt ursprungliga skick verkade giftigt, retade efter tvättning med destilleradt vatten, men temligen svagt.

De undersökta *nukleoalbuminerna* (nukleoalbumin ur oxgalla, kasein, legumin, vitellin ur äggula och ur växter) visade sig alla starkt chemotropiskt verksamma, och detta utan dialys eller tvättning med dest. H_2O.

Af *albuminaterna* verkade alkalialbuminat mycket intensivt (betydligt starkare än albumin). Kopparalbuminat, som framställts på vanligt sätt genom fällning af albumin (ur ägghvita) med Cu SO_4 och derefter tvättats i två timmar med dest. H_2O, dödade de närmast liggande kornen, men åstadkom hos de på något längre afstånd belägna pollenslangarne tydliga *repulsionsverkningar* (negativ chemotropism). Sedan preparatet ytterligare två timmar tvättats med dest. H_2O, iakttogs tydlig positiv chemotropism. Harnachs *askfria ägghvita* (Grübler) verkade starkt giftigt, påtagligen till följd af ringa mängder saltsyra; sedan denna aflägsnats genom dialys, kunde dock ingen chemotropisk inverkan förspörjas.

Alla de undersökta *albumoserna* och *peptonerna* verkade i sitt omedelbara skick mycket giftigt på pollenkornen. Genom dialys och resp. tvättning med destilleradt H_2O kunde visserligen de giftiga egenskaperna i det närmaste undanrödjas, men i intet fall kunde någon tydlig chemotropisk retning konstateras.

Af *koagulerade ägghviteämnen* verkade koagulerad ovalbumin starkt positivt chemotropiskt, fibrin helt svagt.

Alla de undersökta *proteiderna* ha visat sig ega mer eller mindre stark chemotropisk retningsförmåga:

Hämoglobin (odialyseradt) visade sig visserligen ej fullt oskadligt för de närmast liggande kornen, men den positiva reaktionen framträdde dock synnerligen vackert. Submaxillarismucin föranledde tydlig retning, men först efter tvättning med dest. H_2O. Mucin-alkali verkade omedelbart och åstadkom näst diastas af alla undersökta ämnen den starkaste retningen.

Helicoproteid och pankreasglukoproteid retade båda positivt, men först efter grundlig tvättning med dest. H_2O.

Nuklein föranledde omedelbart stark retning, pseudonuklein och nukleohiston svagare och först efter grundlig tvättning.

Af *albuminoiderna* visade sig den enda undersökta, elastin, efter tvättning i stånd att utöfva en tydlig, om ock svag positiv retning.

Utom maltdiastas undersöktes äfven några andra ferment, af hvilka emulsin verkade omedelbart, ptyalin efter dialys tydligt positivt chemotropisk. Ett Takadiastaspreparat visade sig vara mycket skadligt och kunde hvarken genom dialys eller tvättning befrias från sina giftiga egenskaper. Invertin verkade äfven giftigt och gaf efter dialys inga säkra resultat.

Af öfriga undersökta ämnen visade sig nukleinsyra och nukleinsyradt natron fullkomligt oskadliga, men verkningslösa. Sak samma gäller om nukleinsyrans spaltningsprodukt, Xanthin.

Äfven *ägghviteämnenas spaltningsprodukter* (tyrosin, leucin, glykokoll) synas vara fullkomligt verkningslösa i pollenchemotropiskt afseende. Det samma har äfven visat sig vara fallet en del del kemiskt närstående ämnen såsom asparagin, sarkosin, kreatin, alloxan och alloxantin.

Mycket egendomlig visade sig inverkan af ett preparat, som erhållits från Merck under signaturen »Proteinsubstans aus Pflanzen» och om hvars framställningssätt Merck på förfrågan benäget lemnat följande upplysningar: »Proteinsubstanz aus Pflanzen ist Glutenfibrin nach Ritthausen durch Ausziehen von frisch dargestelltem Kleber mit 60—80 % Alcohol in der Kälte; lösen des Rückstandes mit 0,1 % Kalilauge, filtriren, fällen mit verdünnter Essigsäure und Ausziehen des Rückstandes bei 30—40° mit 70 % Alcohol. Nach theilweisen Abdestillieren des Alcohols scheidet sich beim Erkalten Glutenfibrin aus, abfiltriren und auswaschen mit Alcohol und Aether».

Anbringas små korn af denna substans, som påtagligen icke är något kemiskt individ, på en pollengelatinkultur, svälla substansfragmenten upp till brunaktiga hyalina massor, omgifna af en ljusare zon. Denna utöfvar en stark attraktion på pollenslangarne, som växa in i massan, der de vanligen skimra igenom; väl inträngda i substansen tillväxa de mycket starkt i längd, men växa icke ut ur kornet, utan följa proteinkornets inre vägg så att ett nästan spiralformigt förlopp uppstår.

Efter 10—12 timmar finner man ofta, att proteinmassans inre förvandlats till ett nystan af spiralformigt sammanslingrade pollenslangar, hvilka har uppnått en längd som aldrig annars i artificiella kulturer. Den genom proteinämnets retning framkallade starka längdtillväxten måste väl närmast betecknas som chemoauxesis [1]), medan deremot pollenslangarnes obenägenhet att en gång inträngda i massan växa ur densamma riktigast torde uppfattas som en yttring af trophotropism.

Af särskildt intresse var det naturligtvis att pröfva *Narcissus* pollenets förhållande gent emot kolhydrater, då det var af principiell betydelse att afgöra, huruvida samma pollenslang kunde retas af i kemiskt afseende vidt skilda substanser. En mängd försök ha utförts i denna riktning såväl med injicerade *Tradescantia*-blad som med perforerade glimmerplattor; af kolhydrater pröfvades hufvudsakligen rör- och drufsocker i 4—8 % koncentrationer. I intet fall var det möjligt att konstatera en från kolhydratet utgående chemotropisk retning; pollenslangarne af *Narcissus Tazetta* vuxo regelbundet förbi eller öfver de (icke slutna) klyföppningarne, utan att visa minsta antydan till att retas. Af de öfriga undersökta Narcissinéerna öfverensstämmer *Hæmantus globosus* in i minsta detalj med *Narcissus Tazetta*. Den ofvan beskrifna egendomliga inverkan som »Proteinsubstanz aus Pflanzen» utöfvar på tacettpollen, inställer sig om möjligt ännu mera pregnant i kulturer af *Hæmanthus*pollen.

Märkbart svagare är den chemotropiska sensibiliteten hos *Narcissus poeticus, N. Pseudonarcissus* och *Imanthophyllum miniatum,* hvilka dock för öfrigt fullkomligt öfverensstämma med *Narcissus Tazetta*.

Andra representanter af denna familj ha ej underkastats någon noggrannare undersökning.

Liliaceæ.

Frömjölet hos denna familj är genomgående ytterst ömtåligt mot mineralsalter, så att t. ex. samma diastaspreparat, som framkallar idealisk chemotropism hos *Narcissus*-pollen, verkar som ett starkt gift på *Lilium-*, *Scilla-* eller *Fritillaria*-pollen. Deremot är *Liliaceernas* frömjöl betydligt resistentare mot fria organiska syror än hvad fallet är med *Narcissinép*ollen. I en gelatinkultur, som jämte 10 % rörsocker på 10 cm. innehöll 0,4 cm. 1 % äpplesyra, utvecklade *Lilium*-pollen fullt normala, om ock starkt vindlade slangar, medan deremot *Hæmanthus-* och *Imantho phyllum*-pollen ej förmådde gro i detta medium. Denna olika resistens mot syror förklarar det i förstone något öfverraskande förhållandet att märken af *Liliacéer* (t. ex. af *Scilla campanulata*) verka giftigt och groningshämmande på *Narcissiné*-pollen.

Med afseende på familjens egenskaper i pollenchemotropiskt afseende råder ganska stor vexling, såsom framgår af följande detaljiakttagelser.

[1]) Med auxesis förstås i detta samband hvarje genom yttre retmedel föranledd lokal ökning i tillväxten. Czapek (Weitere Beiträge zur Kentniss der geotropischen Reizbewegungen, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 32, p. 288—289) fattar termen auxesis i en något trängre bemärkelse.

Lilium croceum.

Frömjölet af denna art undersöktes vanligen i 7 % rörsockergelatin, försatt med något äpplesyra.

Olöst diastas (jemf. sid. 8) utöfvade stark giftverkan, dödade de närmast liggande kornen och tycktes i den derpå följande zonen framkalla repulsion. Sedan de olösta diastasflockarna omsorgsfullt tvättats med destilleradt vatten, erhölls mycket tydlig positiv chemotropism. Retningen är dock ej på långt när så stark som hos *Narcissus,* och de i kornets närhet liggande slangarne växa till att börja med ofta indifferent för att sedermera i låuga bågar uppsöka den retande substansen.

Albumin (ur ägghvita, dialyserad), legumin, globulin (ur hästblod) och krystallin framkallade alla tydlig positiv chemotropism.

Märken af *Lilium croceum* utöfvade i 7 % sockergelatin en tydlig attraktion på slangarne, men i intensitet ej jämförlig med *Narcissus*märkets på motsvarande pollenslangar. Märke af *Hæmanthus* verkade svagt repellerande på *Lilium-pollen.*

Pollen af *Fritillaria imperalis* förhåller sig gent emot proteinämnen ungefär som *Lilium*pollen (tydlig attraktion med dialyserad albumin, diastas, globulin o. s. v.). Deremot kunde egendomligt nog ingen chemotropisk känslighet fastställas hos pollen af *Fritillaria Meleagris* gent emot något af de undersökta preparaten, hvaremot märket i 5 % glukoslösning verkade starkt chemotropiskt.

På pollen af *Tulipa Gesneriana* verkade diastas i hög grad groningsbefordrande, så att alla i diastasmassans närhet befintliga korn drefvo slangar, de öfriga blott sporadiskt. Någon chemotropism kunde ej med säkerhet konstateras, måhända derför att flertalet korn dödt (Jfr sid. 6). Samma groningsbefordrande (samt lifsuppehållande) inverkan som diastas utöfvar på *Tulipa*pollen, utöfvade albumin (dialyserad) på pollen af *Allium ursinum;* här konstaterades äfven tydlig positiv chemotropism.

Scilla campanulata.

För pollenkulturer af denna art, hvars sexualorgan äro väl skyddade, måste användas temligen höga sockerkoncentrationer (12—25 % rörsocker), enär annars bristningar inträda.

Stift (af *Sc. camp.*) i 15 % rörsockergelatin verka starkt positivt chemotropiskt på pollenslangarne, dock endast märket och snittytan. Här uppträder äfven tydlig *chemodolichosis*, i det att de retade slangarne, hvilka utan krökningar växa rakt på märket eller snittytan, äro en tredjedel längre än de oretade.

Albumin, nuklein och kasein visade sig oskadliga men indifferenta, globulin var äfven oskadligt, men tycktes framkalla en antydan till negativ chemotropism.

»Proteinsubstanz aus Pflanzen» var äfven oskadligt och indifferent; slangarne vuxo der och hvar tillfälligtvis in i massan, utan att visa någon märkbar reaktion, vare sig stasis, dolichosis eller auxesis.

Så mycket egendomligare är däremot den inverkan, som diastas utöfvar på pollen af *Scilla campanulata.* Anbringas några korn af olöst, tvättad diastas på en *Scilla*kultur, finner man att alla slangar, som befinna sig i kornets omedelbara närhet, växa radiärt ut från diastasmassan; några af de närmaste, men i regeln endast en ringa procent, gro ej, de öfriga växa nästan alla vinkelrätt ut från kornet. Att dessa slangar äro chemotropiskt retade framgår äfven deraf, att de växa fullkomligt rakt, i analogi med de positivt retade slangarna hos *Narcissus.* Dessutom förete de en tydlig, om ock svag *dolichosis.* Den nu skildrade *negativa* chemotropismen inträdde fullkomligt konstant i gelatinkulturer med 12, 15 och 25 % rörsocker.

Mycket egendomlig visade sig äfven den inverkan, som stift af *Hæmanthus globosus* utöfva på *Scilla*slangarne. Det papillbeklädda märket verkar repellerande på slangarne, som här äfven växa långsammare än annorstädes (chemostasis). Likaså verkar snittytan till största delen repellerande eller groningshämmande. Stiftets papillfria yta verkar deremot starkt attraherande; här inträder äfven utpräglad *chemodolichosis*, i det att de retade slangarne äro dubbelt så långa som de oretade.

Dessa fakta göra det nästan höjdt öfver allt tvifvel att det i detta fall är diastasen och ej förorenande mineralsalter, som åstadkommer den negativt chemotropiska retningen. Inläggas *Hæmanthus*stift i kulturer af *Hæmanthus*pollen, så finner man, att märket och snittytan reta mycket starkt, den papillfria stiftytan deremot svagt. Tydligen är det denna svaga diastasretning som hos *Scillas* pollenslangar föranleder den positiva reaktionen, medan deremot det starkt retande märket föranleder repulsionsverkningar. Under sådana omständigheter kan det ej heller med fog betviflas, att det i försöken med diastas verkligen är *fermentet* (ej mineralsalter) som utlöser den negativa chemotropismen. Saken förhåller sig tydligen så, att både Tacettens och Scillans pollenslangar retas af diastas, men retstämningen (Die Reiztimmung) är hos båda arterna specifikt olika, och det är detta som föranleder olikheten i reaktionssätt.

Agapanthus umbellatus. Frömjölet af denna växt visade sig fullkomligt okänsligt gent emot proteinämnen. Enligt Myioshi [1]) retas pollenslangarne af *Agapanthus* starkt af kolhydrater, och synes sålunda åtminstone att döma af hittills föreliggande data i chemotropiskt hänseende intaga en temligen isolerad ställning inom familjen.

Aesculineæ.

Aesculus Hippocastanum. Frömjölet gror bra i 10 % rörsocker- och 5 % drufsockerlösning; slangbildning inträder mycket hastigt (på 10 minuter). Af olöst, odyaliserad diastas retas slangarna ganska intensivt; liksom *Lilium*slangarna växa de i förstone temligen indifferent, men böja sig efter handen i bågar rakt mot kornen. Albumin, globulin, hämoglobin och nuklein åstadkomma likaledes mycket tydlig positiv chemotropism.

[1]) Die Reizbewegungen der Pollenschläuche, Flora 1894.

Aesculus rubricaulis öfverensstämmer med afseende på pollenchemotropismen fullkomligt med *Ae. Hippocastanum*.

Acerineæ.

Af denna familjs representanter undersöktes endast *A. tataricum*, hvars pollen gent emot proteinämnen (diastas, albumin, globulin, legumin, nuklein o. s. v.) visade ett med *Aesculus*pollenet öfverensstämmande förhållande.

Sambucineæ.

Viburnum Lantana. I 1—5 % rörsockerlösningar erhålles mycket vacker positiv chemotropism med diastas, albumin (ur ägghvita), vitellin (ur äggula), globulin, kristallin, hämoglobin och nuklein. Med Proteinsubstanz aus Pflanzen erhölls äfven här en mycket egendomlig reaktion: kornen (af substansen) anbragta på 5 % rörsockerlösning svälla upp, så att omkring det mörkare centrum en ljusare zon uppstår, som ofta, men icke genomgående är skarpt afsatt mot omgifningen. De korn, hvilka ligga inom eller på gränsen till denna ljusa zon visa ytterst stark *chemotropism*, växa rakt in mot den centrala massan, i hvilken de inträngа. De visa derjemte en mycket påtaglig *chemodolichosis*, enär de på en timme nå den 3—4 dubbla längden mot de oretade slangarne. De korn, hvilka kommit att öfverlagras af proteinsubstans, gro äfven och växa in i massan, men långsammare än de andra; de visa antydan till *chemoauxesis* (förgreningar). Denna skildring af förhållandena baserar sig på iakttagelser gjorda en timma efter sådden.

Viburnum nitidum och *V. Opulus* synes fullkomligt öfverensstämma med *V. Lantana*, medan deremot inga tydliga resultat erhöllos med *V. Tinus*, detta måhända på den grund att de undersökta exemplaren voro drifhusväxter i kruka [1]).

* * *

Myioshi, hvilken författare, såsom redan anförts, först konstaterat pollenslangarnes chemotropiska känslighet gent emot kolhydrater, har inskränkt sina undersökningar till ett jämförelsevis ringa antal arter. Uppgifterna i hans första afhandling stödja sig på experiment med representanter ur endast tre familjer, nemligen *Scrophulariaceæ (Digitalis, Mimulus, Torenia), Onagrariaceæ (Epilobium, Oenothera)* samt *Primulaceæ (Primula chinensis)*. I hans senare arbete anföras äfven *Hesperis* och *Agapanthus* som växter med sockerkänsligt pollen.

Till denna kategori höra, efter hvad mina hittills gjorda erfarenheter ge vid handen åtskilliga representanter för familjen *Rosaceæ* (*Rubus*- och *Spiræa*-arter), *Drupaceæ (Prunus, Amygdalus), Pomaceæ (Pyrus), Ranunculaceæ (Caltha), Rhodoraceæ (Rhododendron)* o. s. v.

[1]) Jfr Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens p. 385.

Emellertid tala åtskilliga omständigheter för att i vissa fall äfven andra ämnen än kolhydrater och proteinämnen kunna utöfva en chemotropisk retning på pollenslangarne. Hittills har det dock ej lyckats mig att utforska dessa retmedels kemiska kvalitet.

V. Allmänna resultat angående de af kemisk inverkan föranledda irritationsfenomenen hos pollenslangarne.

1). *De retande ämnenas kemiska kvalitet.*

Af den i det föregående lemnade framställningen framgår det, att för så vidt erfarenheter räcker, nästan alla de substanser, hvilka af kemisterna betecknas som proteinämnen, ega förmågan att chemotropiskt reta pollenslangar. Bland *ägghvite-kropparne* (i inskränkt mening) gäller detta icke blott om albuminer, globuliner och nukleoalbuminer, utan äfven om albuminater och koagulerade ägghviteämnen. Deremot är det ganska anmärkningsvärdt, att de undersökta albumoserna och peptonerna icke synas vara i stånd att utöfva någon chemotropisk irritationsverkan på pollenslangarne. Då emellertid samtliga mig till buds stående albumos-preparat i sitt ursprungliga skick verkade ytterst giftigt på pollenslangarne, kan den möjligheten ej anses vara utesluten, att en hos dessa ämnen faktiskt förefintlig retningsförmåga maskerats af föroreningar, som ej fullständigt aflägsnats vid dialysen [1]). Hos de mindre ömtåliga groddslangarne af *Penicillium* utlöste de ifrågavarande albumospreparaten positivt chemotropiska irritationsrörelser.

Alla de undersökta *proteiderna* visade sig äfven ega chemotropisk retningsförmåga gent emot pollenslangar. Intensivt verkade mucinalkali, dernäst hämoglobin, svagare, ehuru fullt tydligt helicoproteid, pankreasglukoproteid och nukleohiston.

Äfven den enda undersökta representanten för *albuminoiderna* (Elastin) visade sig, trots sin svårlöslighet ega chemotropisk retningsförmåga. Ingen af de nu anförda ägghvitekropparna, med undantag möjligen af mucinalkali, eger en irritationsförmåga, som ens tillnärmelsevis kan jemföras med den hos maltdiastas. Denna intensiva irritationsförmåga synes dock icke vara något karakteristiskt för fermentet som sådant, då andra ferment såsom ptyalin och emulsin ej utlösa starkare irritationsrörelser än de icke fermentativa proteinämnena och åter andra ferment (takadiastas, invertin) synas chemotropiskt verkningslösa.

[1]) Så t. ex. upphäfves enl. Pfeffer äpplesyrans chemotaktiska inverkan på ormbunksspermatozoiderna, om vätskan innehåller 0,1 % natriumkarbonat. Jfr Botan. Untersuch. aus Tübingen Bd I p. 384 och Bd II p. 671 v. f.

För öfrigt är det höjdt öfver allt tvifvel att diastasens chemotropiska irritationsförmåga existerar *fullkomligt oberoende af dess amylolytiska kraft*. Detta framgår med bestämdhet af de försök som anställts med diastas, hvars fermentativa kraft fullkomligt förstörts genom kokning: denna verkade lika starkt chemotropiskt retande som ett intakt diastaspreparat.

I detta samband torde det emellertid vara på sin plats att erinra om de åsigter angående proteinämnenas fermentativa förmåga, som uttalats af Seegen i dennes arbete »Die Zuckerbildung im Thierkörper» (Berlin 1890). Enligt denna uppfattning är diastatisk verksamhet en egenskap, som tillkommer alla ägghviteämnen, och som icke kan förstöras genom kokning. Seegen stödjer denna sin åsigt derpå, att stycken af de mest olikartade organ efter kokning föranledde sockerbildning, om de i sönderhackadt tillstånd bragtes samman med glykogenlösningar. Under förutsättning att denna åsigt vore riktig, skulle alltså en fullständig parallelism ega rum mellan chemotropisk och fermentativ verkningsförmåga, då som vi redan sett, chemotropisk irritationsförmåga är en egenskap som utmärker alla proteinämnen, och som icke förstöres genom kokning.

Såsom från flera håll påpekats, tala emellertid åtskilliga omständigheter för att bakteriell verksamhet spelat in i de Seegenska försöken och framkallat de amylolytiska fenomenen. Så lockande den ofvan antydda jemförelsen än ter sig, torde det derför ej vara berättigadt att antaga en sådan parallelism mellan chemotropisk och amylolytisk förmåga hos proteinämnena. Deremot skulle en skeptiker med ett visst berättigande kunna uppkasta den frågan, huruvida det verkligen är proteinämnena som sådana, hvilka framkalla den chemotropiska reaktionen. Med tanke på de diastatiska fermentens vidsträckta utbredning i djur- och växtkroppen skulle man kunna tänka sig den möjligheten, att de begagnade proteinämnena vid sin framställning inpregnerats med diastatiska ferment, låt vara helt små mängder, men dock tillräckliga för att frambringa en chemotropisk retning. Det bör nemligen ihågkommas att nästan alla växtens organ föra större eller mindre mängder diastas och i all synnerhet gäller detta om fröna, ur hvilka som bekant de vegetativa proteinämnena i allmänhet framställas. I djurkroppen förefinnas diastatiska ferment icke blott i spottkörtlar, pankreas o. s. v. utan enligt hvad Bial [1]) och Röhmann [2]) för ej längre sedan uppvisat äfven i blod- och lymfserum. Ja, till och med i hönsägget förefinnes enligt Müllers och Masuyamas [3]) helt nyligen publicerade undersökningar ett diastatiskt ferment, och detta såväl i gulan som i hvitan.

Att på kemisk väg lemna ett exakt svar på den här uppkastade frågan synes ej låta sig göra, då det för närvarande ej torde vara möjligt att jemsides med stora mängder af ägghviteämnen påvisa små mängder diastas, som förlorat sin

[1]) Ueber die diastatische Wirkung des Blut- und Lymphserum, Pflügers Arch., Bd. 52. p. 136—156, och Weitere Beobachtungen über das diastatische Ferment des Blutes, Bd. 53, p. 156—170.

[2]) Zur Kentniss des diastatischen Fermentes der Lymphe, Pflüg. Arch. Bd. 52, p. 156—170.

[3]) Ueber ein diastatisches Ferment im Hühnerei, Zeitschr. f. Biologie, N. F. Bd. 21, p. 242—559.

amylolytiska kraft. Men det fins dock andra omständigheter, som tala för att den ofvan uppkastade förmodan ej är riktig. Enligt Bials och Röhmanns undersökningar äro blodkropparna fullkomligt diastasfria, men det ur blodkropparna framställda hemoglobinet eger stark chemotropisk retningsförmåga. Äfven det förhållandet, att en del ägghviteämnen (särskildt det ofvan omnämnda preparatet »Proteinsubstanz») framkallar en betydligt starkare chemoauxesis än sjelfva diastasen, gör det temligen sannolikt, att det äfven är dessa ämnen som orsaka chemotropismen.

En fråga som ovilkorligen tränger sig på den som uppmärksamt betraktar t. ex. *Narcissus*slangarnes förhållande gent emot vissa proteinämnen är den, huruvida dessa pollenslangar icke afsöndra ett proteolytiskt ferment. Då man ser, hur pollenslangarne borra sig djupt in i en proteinmassa, hvars konsistens påtagligen är mycket fastare än det gelatinösa mediet, får man ovilkorligen det intrycket att detta inträngande i proteinmassan ej kan förklaras endast genom ett från pollenslangarne utöfvadt mekaniskt tryck utan att här en proteolytisk enzymverkan är med i spelet. Detta synes så mycket sannolikare som det redan för flera år sedan af Strasburger påvisats, att pollenslangarne stundom secernera ett amylolytiskt ferment, och enligt Myioshi kunna de äfven, tack vare ett cellulosalösande ferment, genomborra cellulosa-väggar [1]). — Försök att makrokemiskt isolera det efter all sannolikhet förefintliga proteolytiska fermentet har jag emellertid ännu ej varit i tillfälle att utföra.

Det har i det föregående redan framhållits att peptoner och albumoser, så vidt min erfarenhet räcker, icke utöfva någon chemotropisk inverkan på pollenslangarne. Detsamma gäller äfven om de spaltningsprodukter, som uppstå vid längre gående sönderdelning af ägghviteämnena såsom tyrosin, leucin, asparagin och glykokoll. Dessa preparat voro antingen oskadliga, men verkningslösa (tyrosin), eller också utöfvade de ett mer eller mindre skadligt inflytande på pollenslangarne. Analogt förhöllo sig äfven de kemiskt närstående föreningarne sarkosin, kreatin, alloxan och alloxantin.

Af de vid det chemotropiskt verksamma nukleinets sönderdelning uppstående spaltningsproduktiverna visade sig äfven nukleinsyran (och nukleinsyradt natron) oskadlig men chemotropisk indifferent. Det samma gäller om det vid nukleinsyrans spaltning uppstående xantinet. Nukleinets chemotropiska verksamhet synes alltså uteslutande bero på den i detsamma innehållna albuminkomplexen.

Med afseende på de chemotropiskt verksamma *kolhydraterna* har jag intet väsentligt att tillägga till Myioshis undersökningar, enligt hvilka saccharos, glukos och dextrin utöfva stark, levulos svagare och maltos nästan ingen attraktion på pollenslangarne.

[1]) Enligt Green [Phil. Trans. 185 (1894) B. 385] afsöndra vissa växters pollen äfven invertin; till dessa hör bland andra Narcissus.

Då emellertid mina undersökningar i detta afseende endast omfatta ett begränsadt antal familjer, är det icke osannolikt, att representanter för andra växtgrupper alstra ett pollen, hvars slangar visa en i chemotropiskt hänseende annorlunda beskaffad retbarhet gent emot de ofvannämnda kolhydraterna.

I fysiologiskt hänseende är det emellertid af stort intresse, att de båda grupper af ämnen, som ensamma synas vara i stånd att reta pollenslangarne chemotropiskt, just utgöra växtorganismens bästa *näringsämnen.* Påtagligen står detta i samband dermed, att pollenslangen på sin väg från märket till mikropylen måste upptaga näring; den förhåller sig härvidlag fullkomligt som en inträngande främmande parasit, och Strasburger hade alltså i sjelfva verket fullkomligt rätt, då han för femton år [1]) sedan betecknade pollenslangens vandring från märket till mikropylen som en yttring af trophotropism.

Huruvida andra ämnen än proteinämnen och kolhydrater äro i stånd att chemotropiskt reta pollenslangarne, är en fråga som för närvarande måste lemnas öppen. En sådan möjlighet förefinnes naturligtvis alltid, och det ligger härvidlag närmast till hands att tänka på sådana fall, der pollenslangen har en jämförelsevis kort väg att tillryggalägga, och der alltså föreningar med mindre näringsvärde skulle kunna räcka till.

2). *Olika reaktionsformer, framkallade af kemisk inverkan.*

Såsom en art af kemisk irritationsverkan måste man beteckna det inflytande, som vissa ämnen utöfva på pollenkornens groning. Många pollenkorn (t. ex. *Papilionaceernas*) gro utan förmedling af några kemiska retmedel, endast luften innehåller tillräckliga mängder vattengas, men lika ofta synas specifika retmedel vara nödvändiga. För pollenkornen af *Azalea* och *Rhododendron* t. ex. utgör enligt Molischs undersökningar [2]) äpplesyra det specifika retmedlet vid groningen; för andra t. ex. *Sambucus, Hydrangea, Ranunculus* o. s. v. framkallas groning genom rörsocker [3]) och åter andra arter t. ex. *Tulipa, Allium* o. s. v. alstra ett frömjöl, hvars groning i hög grad befordras af diastas, resp. albumin, äfven om dessa ämnen ej äro absolut nödvändiga för slangbildningen.

Nära beslägtad med denna irritationsverkan är den, som åtskilliga proteinämnen utöfva på *Narcissineernas* och *Viburnum*-arternas pollenslangar, och som i det föregående betecknats som *chemoauxesis.* Denna reaktion kan antingen yttra sig så, att pollenslangen genom inverkan af proteinämnet föranledes att förgrena sig *(Viburnum)* eller efter inträngandet i proteinämnets massa erfar en kolossal längdtillväxt, eller också så, att ett pollenkorn, som normalt drifver en slang genom proteinämnets inverkan föranledes att drifva två *(Hæmanthus)* på proteingelatinlösning. Anmärkningsvärdt är i detta afseende *Impatiens*pollenet (*I. parviflora* och *I. noli-tangere*), hvilket i rörsockerlösning normalt drifver *en* slang (någon gång två) men i glukoslösningar konstant *fyra.*

[1]) Ueber fremdartige Bestäubung, p. 63.
[2]) Molisch, Zur Physiologie des Pollens, p. 7.
[3]) Lidforss, Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens p. 278. 282, 291

Såsom en reaktionsform, hvilken på grund af de föreliggande undersökningarne måste anses tillkomma alla pollenslangar, ha vi att anföra *chemotropismen.* Denna synes väsentligen följa samma lagar som af Pfeffer konstaterats gälla för chemotaxien, d v. s. den positiva chemotropismen slår vid en viss koncentration af retämnet öfver i negativ. Myioshi har konstaterat detta för kolhydraterna *(Digitalis)*, förf. för diastaset *(Scilla).* Giftiga ämnen såsom Cu-salter och äfven alkalisalter verka också tydligt repellerande, dock ej så intensivt som t. ex. diastas. — Huruvida den faktiskt förefintliga negativa chemotropismen spelar någon rol vid pollenslangens ledning till mikropylen, torde dock vara tvifvelaktigt.

En annan irritationsverkan, som ofta åstadkommes af små mängder mineralsalter, är ett förlångsammande af tillväxten, som man i enligt med den af Czapek föreslagna terminologien kan beteckna som *chemostasis* [1]). En sådan chemostasis förorsakas ofta af kalium-, natrium- och kalciumsalter i 0,1– 0,01 % koncentrationer, för så vidt icke dessa verka dödande. Denna af mineralsalter förorsakade minskning i tillväxthastigheten får icke förblandas med den hämning i tillväxten, som inträder, i fall kulturmediet äger en så hög osmotisk valör, att vattenupptagandet försvåras (t. ex. i 40—50 % rörsockerlösningar). Den i senare fallet framkallade tillväxthämningen är påtagligen ingen irritationsverkan, utan är närmast att jemföra med det motstånd, som ett rent mekaniskt hinder kan sätta för tillväxten.

Såsom *chemodolichosis* ha vi slutligen att beteckna den reaktionsform, hvilken yttrar sig deri, att det kemiska retmedlet förorsakar en ökning i tillväxthastigheten. Denna reaktion inträder ganska ofta, ehuru långt ifrån alltid, som ett epifenomen vid den chemotropiska retningen. Äfven i sådana fall, der chemotropismen utfaller negativt, kan man stundom iakttaga en obetydlig chemodolichosis (*Scilla* med diastas).

Den nu nämnda reaktionsformen är uppenbarligen en analogi till det af Pfeffer iakttagna förhållandet, att vissa bakterier öka sin rörelsehastighet, när de komma inom räckhåll för en positivt chemotaktiskt verkande substans.

3). *Chemotropism och systematisk förvandtskap.*

Det antal familjer, angående hvilkas pollenchemotropism säkra dato föreligga, är ännu alldeles för litet för att tillåta några generella slutsatser beträffande förekomsten och utbredningen af den chemotropiska sensibilitetens olika former i växtriket. De hittills gjorda iakttagelserna synas tala för att närstående slägten ofta ega samma art af chemotropisk känslighet, men denna regel kan ej göra anspråk på allmän giltighet, då t. ex. bland *Liliaceerna Agapanthus* i motsats till de öfriga

[1]) Angående den här använda terminologien jfr Czapek, Weitere Beiträge zur Kentniss der geotropischen Reizbewegungen, Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. XXXIII.

undersökta slägtena eger sockerkänsliga pollenslangar, och bland *Sambucineerna* *Viburnum* alstrar ägghvitekänsliga, *Sambucus* deremot sockerkänsliga pollenslangar.

Att döma af de hittills gjorda observationerna, synes sensibilitet gent emot kolhydrater vara den vanligare formen af chemotropisk retbarhet. Dock synas proteinämnena, der de öfvertaget reta, frambringa en betydligt intensivare reaktion än kolhydraterna inom sin sfer. Den starka sensibiliteten gent emot proteinämnen och särskildt mot diastas synes äfven vara något specifikt egendomligt för pollenslangarne i fråga, då t. ex. groddslangar af *Phycomyces* och *Penicillium* i sockergelatinkulturer förhålla sig fullkomligt indifferenta gent emot diastas, albumin, globulin o. s. v., men deremot under samma omständigheter ganska starkt retas af de gent emot pollenslangarne verkningslösa eller giftiga albumoserna.

VI. Förefinnes negativ aerotropism hos pollenslangarne?

Vid pollenkulturer under täckglas konstaterar man regelbundet, att endast de korn gro, hvilka ligga i täckglaskantens omedelbara närhet, medan deremot de öfriga kornen ej förete spår af slangbildning. Mangin, som först fäst uppmärksamheten på detta förhållande [1]), påpekar äfven fullt rigtigt, att orsaken härtill är den att de från täckglaskanten mera aflägset liggande kornen ej kunna erhålla den för groningen nödvändiga syrgasmängden.

Molisch [2]), som anstält täckglaskulturer med en mängd pollenarter, har nu gjort den anmärkningsvärda iakttagelsen att i vissa fall de i täckglaskantens närhet befintliga pollenslangarne ej, såsom man skulle vänta, växa ut i alla möjliga rigtningar, utan visa en bestämd tendens att växa bort från täckglaskanten i riktning mot kulturvätskans inre (täckglasets medelpunkt). Särdeles vackert iakttog Molisch detta fenomen hos *Narcissus Tazetta* samt hos en del andra växter såsom *Azalea indica*, *Camellia japonica*, *Cephalantera rubra*, *Deutzia scabra*, *Digitalis ambigua*, *Epipactis latifolia*, *Fritillaria Meleagris* o. s. v. Dock påträffade Molisch äfven pollenarter, hvilkas slangar under analoga kulturbetingelser vuxo utan någon som helst regelbundenhet i orienteringen *(Orobus vernus* och andra *Leguminoser)*, *Primula acaulis*, *Reseda odorata* o. s. v.); i vissa fall *(Viola odorata)* var det svårt att afgöra, till hvilken af dessa båda kategorier växten hörde

Orsaken till det märkliga fenomen, som konstateras vid täckglaskulturen af pollen från *Narcissus* m. fl., betecknas af Molisch [3]) såsom *negativ aerotropism*. Re-

[1]) Mangin, Recherches sur le Pollen, Bull. de la Societé botan. de France, Tome 33 (1886) p. 517.

[2]) Zur Physiologie des Pollens, p 11.

[3]) l. e. p. 10—16.

dan det faktum att endast de i täckglasets närhet befintliga slangarne gro, visar att syremängden i kulturmediet hastigt aftager utifrån och inåt. I början är syremängden densamma i hela vätskemängden; men då kornen andas intensivt, och det förbrukade syret endast långsamt och i otillräcklig mängd ersättes genom diffussion, så komma de yttre lagren att innehålla en betydligt större syremängd än de inre. Detta talar enligt Molisch's åsigt för att Narcissens pollenslangar fly den atmosferiska luften, d. v. s. växa från ställen med hög syrehalt till sådana med lägre, alltså äro negativt aerotropiska. Ty den ifrågavarande egendomliga företeelsen betingas påtagligen af en differens mellan de yttre vätskelagren och de inre, och denna differens kan enligt vår författares mening endast ligga i den olika syrehalten.

Man kunde nu visserligen, fortsätter Molisch, vilja förklara saken så, att till följd af vattenafdunstning gelatinet vid kulturens kant blefve något tätare och sockerlösningens koncentration här något högre, och att dessa omständigheter betingade slangarnes tillväxtrigtning inåt. Denna tydning af fenomenet, strandar dock enligt M. på tvenne fakta: dels det, att den negativa aerotropismen äfven inträder om man med pinsammaste noggrannhet sörjer för att kulturerna befinna sig i fuktighetsmättad luft, dels derpå, att företeelsen äfven inträder, om man använder sockerlösningar utan gelatin.

Molisch har äfven öfvervägt den möjligheten, att den på gränsen mellan luft och kulturmedium befintliga vätskehinnan skulle kunna lägga ett hinder i vägen för pollenslangarnes utväxande i fria luften, då det t. ex. genom Büsgens undersökningar har visats, att i en gelatindroppe som en kort tid varit utsatt för afdunstning, det yttersta lagrets konsistens räcker till för att hos hyftrådarne af *Botrytis cinerea* framkalla en kontaktverkan, som yttrade sig i bildningen af appressorier. Äfven denna förklaring afvisas dock af Molisch på den grund, att äfven sådana slangar, som påtagligen befinna sig utanför ytspänningszonen, visa samma tillväxtrigtning inåt. Dessutom kunna pollenkorn, som lagts ofvanpå en stelnad sockergelatindroppe, drifva sina slangar in i droppen.

På grund af alla dessa omständigheter kommer Molisch till det resultat, att de ifrågavarande pollenslangarne äro negativt aerotropiska. Denna tolkning har äfven accepterats af Myioshi [1]), och i öfverensstämmelse härmed påträffar man sedan dess i de gängse hand- och läroböckerna den uppgiften, att pollenslangarne i allmänhet äro chemotropiska gentemot kolhydrater och i en del fall negativt aerotropiska [2]).

Ett under flera år fortsatt studium af pollenslangarnes irritationsrörelser har bragt mig till en annan uppfattning. Icke negativ aerotropism, utan trophotropism är orsaken till pollenslangarnes bortväxande från täckglaskanten.

[1]) Die Reizbewegungen der Pollenschläuche, Flora 1894.

[2]) Så t. ex. af Noll i Strasburger-Schenk-Noll-Schimper Lehrbuch der Botanik, Detmer, Das pflanzenphysiologische Praktikene, zweite Auflage, Strasburger, das bot. Praktikum, dritte Auflage.

De iakttagelser, hvilka ledt mig till denna åsigt, grunda sig hufvudsakligen på kulturer med pollen af *Narcissus Tazetta, N. poeticus, Imanthophyllam miniatum* och *Digitalis ambigua*. Jag börjar med en redogörelse för förhållandena hos

Digitalis ambigua.

Liksom hos andra *Digitalis*-arter eger äfven frömjölet hos *Digitalis ambigua* en i allmänhet mycket jämn groningsförmåga, som gör det synnerligen lämpligt för fysiologiska försök. Dessutom ega *Digitalis*-pollenkornen en visserligen icke enastående, men dock ganska anmärkningsvärd förmåga att anpassa sig efter kulturvätskans koncentrationsförhållanden. Så t. ex. gror detta frömjöl ofta ganska väl i 2 % gelatinlösning, utan sockertillsats, men det kan å andra sidan med lätthet bringas till groning i gelatinlösningar, som på 100 g. H_2O innehålla 50 g. rörsocker, ja t. o. m. i gelatinlösningar, som på 100 g. H_2O innehålla 100 g. rörsocker, eger ännu slangbildning rum. Optimum synes ligga vid en concentration af 10 g. rörsocker på 100 g. H_2O.

I kulturer af det sistnämnda slaget inträder den af Molisch skildrade företeelsen, som i det följande för enkelhetens skull må benämnas det Molisch'ska fenomenet, med idealisk tydlighet. De fullkomligt rakt vuxna slangarne bilda i regeln en rät vinkel med täckglaskanten och äro på detta sätt anordnade med en precision, som man skulle vilja kalla militärisk. Vid närmare granskning af sådana kulturer märker man dock, att denna precision i orientering ej öfverallt är densamma. Den framträder alltid mest utpräglad på sådana ställen, der många slangar ligga tillsammans; på sådana ställen deremot, der slangarne ligga strödda eller isolerade, uppträder fenomenet med märkbart mindre konstans, i det att man här och hvar påträffar slangar, hvilkas tillväxtrigtning synes fullkomligt indifferent.

Medan det Molischska fenomenet i stort sedt dock alltid uppträder synnerligen vackert i 10 % rörsockerlösningar, försvagas det nästan till försvinnande, om kulturerna företagas i 2 % gelatinlösningar utan socker. I sådana lösningar brista ofta många pollenkorn, men man kan dock stundom erhålla ganska brukbara kulturer, ehuru slangarne här aldrig nå den längd som i sockerhaltiga gelatinkulturer. De i detta medium utdrifvande slangarne synas ofta fullkomligt ha mist tendensen att växa bort från täckglasranden; så vuxo t. ex. i ett försök 20 slangar inåt (mot täckglasets midt), 10 utåt och 17 indifferent, i ett försök 19 inåt, 11 utåt och 34 indifferent o. s. v.

Å andra sidan försvagas det Molischska fenomenet äfven, om koncentrationen af socker eller gelatin höjes öfver en viss punkt. Ännu vid en sockerhalt af 30 % inträder fenomenet synnerligen vackert, men stegras sockerhalten till 50 %, visa endast de allra yttersta slangarne någon tendens att växa inåt, de öfriga växa indifferent. Med afseende på gelatinens koncentration, synes optimum för det Molischska fenomenets inträdande ligga vid 1 % förutsatt att sockerhalten är 10 %; stiger gelatinens koncentration öfver 3 %, försvagas fenomenet märkbart intill en halt af 5 % gelatin, hvarutöfver ingen groning eger rum.

Redan dessa fakta harmoniera ej rätt väl med antagandet att det är negativ aerotropism, som drifver slangarne från täckglaskanten. Halten af syrgas är ju i kulturvätskorna genomgående densamma, och det finnes näppeligen någon rimlig anledning för det antagandet att pollenslangarnes sensibilitet gent emot syrgas skulle vexla med sockerkoncentrationen. Ett bestämdt bevis mot den Molischska tolkningen af fenomenet kan dock svårligen hemtas från dessa fakta.

Ett sådant erhåller man däremot med all önskvärd tydlighet, om man i kulturvätskan under täckglaset anbringar en naturlig syrealstrare. Som sådana syrekällor användes med fördel fragment af (helst unga) blad från vattenväxter såsom *Batrachium, Ceratophyllum, Elodea* eller alger såsom *Chara, Spirogyra, Zygnema* o. s. v. Inlägges ett sådant blad- eller algfragment i en ännu ej stelnad pollenkultur, och utsättes det hela efter täckglasets påläggning för måttlig belysning i fuktig kammare, så fortfar den klorofyllhaltiga växtdelen att assimilera, och tack vare den på detta sätt alstrade syrgasen bli de i närheten befintliga kornen i stånd att drifva fullt normala slangar. Syrealstrarnes lifvande inflytande sträcker sig dock endast till en viss begränsad zon, så att man mellan denna och täckglaskanten påträffar ett distrikt, der pollenkornen på grund af syrebrist ej kunnat gro; förhållandena i bladfragmentets närhet äro alltså hvad syrehalten angår alldeles desamma som vid täckglaskanten. Det oaktadt finner man kring det assimilerande bladstycket icke spår af någon företeelse, som kunde tolkas som negativ aerotropism; pollenslangarne växa här utan ringaste antydan till orientering i förhållande till syrekällan, ehuru de i dennas omedelbara närhet äro lika kraftiga som vid täckglasranden.

Denna iakttagelse, som gjorts hvarje gång detta försök upprepats, bevisar till full evidens, att orsaken till det Molischska fenomenet icke kan vara negativ aerotropism. Deremot ger försökets resultat ingen upplysning om den verkliga orsaken till sagda fenomen.

En fingervisning i denna riktning erhåller man dock genom att på annat sätt variera försöksanordningen. Nedsänkas täckglaskulturerna försiktigt under vatten, så att täckglasets öfre yta befinner sig i jemnhöjd med vattenytan utan att vara öfverspolad af vatten, så gro de vid täckglasets kant befintliga pollenkornen i det närmaste lika bra som i kulturer under glasklocka. Deremot är det Molischska fenomenet fullkomligt upphäfdt: slangarne växa utan någon bestämd orientering slumpvis i alla möjliga riktningar, oaktadt syrgashalten i kulturmediet företer vexlingar fullkomligt analoga med hvad fallet är i kulturer i fuktig kammare. Detta förhållande icke blott bevisar, att syrgasens olika fördelning i kulturvätskan icke kan vara orsaken till det Molischska fenomenet, utan det gör det äfven i hög grad sannolikt att orsaken till detta fenomen i sjelfva verket är att söka deri, att vattentillgången vid täckglaskulturer under glasklocka ej är densamma i olika zoner af kulturmediet, och att pollenslangarne växa i den rigtning, der vattenupptagandet sker lättast.

Efter denna teoretiska digression återgå vi till de erfarenhetsrön som gjorts med

Coronilla varia.

Frömjölet af denna leguminos gror ganska bra i ångmättad atmosfer samt utmärkt i rörsockerlösningar från 5—30 %.

I 5 % och 10 % rörsockerlösning inträder vid täckglaskulturer i fuktig luf *icke* det Molischska fenomenet. Detta är deremot fallet i 20 % lösningar, men äfven här inträder fenomenet vackrast, då många korn gro tätt in på hvarandra. I 30 % rörsockerlösning, der groningen försiggår mindre regelbundet, växa slangarne utan någon bestämd orientering i förhållande till täckglaskanten.

Äfven här se vi alltså att kulturvätskans sockerhalt spelar en bestämd rol för inträdandet af det Molischska fenomenet.

Deutzia scabra.

I 1 % rörsockerlösning god groning; der och hvar visa slangarne en tydlig tendens att växa inåt, från täckglaskanten.

I täckglaskulturer med fragment af *Ceratophyllum*blad som syreafsöndrare erhölls god groning omkring syrekällan, men härvid vuxo slangarne fullkomligt regellöst, utan någon som helst orientering i förhållande till syrekällan.

Hæmanthus globosus.

Frömjölet af denna växt, hvars sexualorgan äro fullkomligt exponerade för regn och dagg, är synnerligen lämpligt för fysiologiska försök. Dels är groningsförmågan mycket jemn, dels förmå kornen att drifva slangar så väl i destilleradt vatten som i sockerlösningar af ganska hög koncentration. Det Molischska fenomenet inträder här med idealisk tydlighet, och detta såväl i kulturer med ren gelatin som i socker-gelatinkulturer af olika koncentration.

Täckglaskulturer med fragment af unga *Elodea*blad o. s. v. ha för *Hæmanthus* gifvit resultat alldeles analoga med dem, som förut erhållits genom likartade kulturer med *Deutzia* och *Digitalis*-pollen: vacker groning kring syrekällan, men ingen orientering af slangarne i förhållande till denna.

Af bestämdt intresse är, att man vid försök med *Hæmanthus*pollen kan framkalla det Molischska fenomenet äfven i kulturer utan täckglas. Använder man gelatinkulturer utan sockertillsats och iakttager man härvid, att pollenkornen endast utsås i kulturdroppens kant, så finner man, förutsatt att kulturerna hållas i ångmättad atmosfer, att samtliga vid droppens kant befintliga korn drifva sina slangar inåt i riktning mot droppens medelpunkt. Försöket lyckas naturligtvis endast för så vidt den omgifvande luften är så fuktig, att de i sjelfva kanten liggande kornen ej tillföljd af genom afdunstning framkallad vattenbrist hindras att gro.

[1]) Vid anställandet af sådana kulturer är det naturligtvis af vigt, att icke från syreafsöndraren ämnen diffundera, som kunna verka positivt chemotropiskt på pollenslangarne, hvarför man på förhand genom särskilda kulturer måste öfvertyga sig om frånvaron af sådana ämnen. Lika vigtigt är naturligtvis, att den som syrekälla begagnade växtdelen icke (t. ex. i sina membraner) innehåller mineralsalter, som kunna diffundera och verka skadligt, eventuellt föranleda negativ chemotropism. Det senare har jag faktiskt iakttagit i vissa fall *(Zygnema)*.

Det Molischska fenomenet inträder i detta fall endast för så vidt pollenkornen äro begränsade till droppens kanter, men uteblir, om kornen äro jemnt (och tätt) fördelade öfver hela kulturmediet.

Försöken angående syrets inverkan på slangarnes tillväxtrigtning ha i detta fall äfven varierats så, att i stället för täckglas ett glimmerblad, i hvilket med en rakknif gjorts en fri skåra, lagts öfver kulturen. Kring springan i glimmerbladet inträdde i detta fall groning, alldeles som kring en naturlig syreafsöndrare, men slangarne vuxo äfven i detta fall utan någon som helst orientering i förhållande till springan, ofta rakt under den o. s. v.

Narcissus Tazetta.

Med pollen af denna växt, som synes ha varit Molisch's hufvudsakliga försöksplanta, och hvars pollen utmärker sig för god grobarhet och ytterst stark chemotropisk sensibilitet, ha utförts en mängd kulturer varierade på olika sätt, men alla med resultat analoga till dem, som erhållits med de redan anförda arterna. En utförlig redogörelse för försöken med *Narcissus Tazetta* torde derför vara öfverflödig och jag inskränker mig derför till att omnämna, att i kulturer med naturlig syreafsöndrare under täckglas eller med genomskurna glimmerblad ingen riktande inverkan af syret kunnat förspörjas och att det Molischska fenomenet varit fullkomligt upphäfdt i täckglaskulturer, som hållits nedsänkta under vatten på sätt som ofvan beskrifvits (pag. 23).

Fullkomligt analoga resultat ha erhållits med pollen af *Imanthophyllum miniatum*. Andra växter ha icke närmare undersökts i detta afseende.

Diskussion af resultaten.

Den tydning, Molisch gifvit åt det af honom först iakttagna egendomliga fenomenet, synes vid första ögonkastet synnerligen plausibel, och den har äfven accepterats af så skarpsynta och framstående forskare som Myoshi, Strasburger, Noll, Detmer o. s. v. Det oaktadt vederlägges denna teori fullkomligt af de försök med naturliga syreafsöndrare under täckglaset, för hvilka ofvan redogjorts, och hvilka ge vid handen att ensidig syretillförsel icke utöfvar någon som helst inverkan på pollenslangarnes tillväxtriktning.

Frågan blir då hvad den verkliga orsaken är till den egendomliga tillväxtriktning, som dessa pollenslangar visa vid täckglaskulturer.

Det torde då till att börja med vara lämpligt framhålla en möjlighet, som ingen af de båda forskare, hvilka egnat detta spörsmål sin uppmärksamhet (Molisch och Myoshi), tagit med i räkningen. Antaget att socker och vattentillgången under försökets gång är densamma på hvarje punkt i kulturmediet, så gör sig dock snart nog en annan faktor gällande, som i hvarje fall skulle kunna tänkas verka orienterande på de groende pollenslangarne. Man måste nemligen ihågkomma, att de pollenkorn, hvilka på grund af syrebrist ej kunna gro, snart nog måste börja

att andas intramolekulärt [1]), och vid den intramolekulära andningen bildas som bekant utom kolsyra och alkohol äfven andra ämnen, särskildt små mängder organiska syror [2]). Från de ställen, der de bildas, komma alltså dessa ämnen att diffundera ut mot den vid täckglaskanten befintliga zonen af kulturmediet, och förutsatt nu att pollenslangarne vore retbara medels organiska syror på samma sätt som ormbunkspermatozoerna reagera på äpple- och maleinsyra, skulle otvifvelaktigt en irritationsrörelse i riktning inåt mot de intramolekulärt andande kornen komma till stånd.

Denna tydning af fenomenet, som jag sjelf för några år sedan trodde ega en viss sannolikhet, faller emellertid på det redan förut omnämnda faktum att pollenslangarne i täckglaskulturer, som på ofvan angifvet sätt nedsänkts i vatten, icke visa den ringaste tendens att växa inåt mot de ogrodda kornen, ehuru förhållandena med afseende på en eventuel halt af organiska syror härvidlag äro fullt analoga med dem i täckglaskulturer. Direkta försök ha för öfrigt gifvit vid handen, att åtminstone pollenslangarne af *Digitalis* och *Narcissus* icke i märkbar grad chemotropiskt retas af organiska syror vare sig som salter eller i fri form.

Man skulle möjligen kunna tänka sig att det ifrågavarande fenomenet framkallades genom vexlingar i kulturvätskans sockerhalt, hvilka i sin ordning kunde förklaras deraf, att de i periferien befintliga slangbildande pollenkornen upptaga socker ur näringsmediet [3]), hvilket deremot icke eller åtminstone i betydligt ringare grad är fallet med de icke groende kornen. Man skulle till stöd för en sådan tolkning äfven kunna anföra det ofvan omnämnda förhållandet, att den som negativ aerotropism tydda företeelsen i regeln uppträder bäst utpräglad, der många korn ligga tillsammans och der sålunda konkurrensen om näringsämnen är starkast. Men äfven denna tydning vederlägges ohjelpligt af det enkla faktum, att t. ex. pollenslangar af *Hæmanthus, Imanthophyllum* o. s. v. i ren gelatinlösning visa samma karakteristiska orientering som i sockergelatinlösningar.

Den riktiga förklaringen erhålla vi otvifvelaktigt lättast, om vi betrakta förhållandena i det fall der det gestaltar sig enklast, nemligen i en gelatinkultur utan socker och utan täckglas, i hvilken pollenkornen utsåtts endast i den perifera zonen d. v. s. i kanten. Här växa nu slangarne regelbundet från kanten och inåt mot kulturmediets inre zoner, och det frågas hvad orsaken är till denna bestämda tillväxtrigtning.

Låt oss då betrakta ett groende pollenkorn, som befinner sig omedelbart intill den på objektglaset utbredda kulturdroppens kant. Kornet upptar vatten, sväller, det bildas en protuberans, som växer ut till pollenslang, och för denna pollenslang,

[1]) Enligt Pfeffer (Planzenphysiologie, 2 uppl.) inträder intramolekulär andning, när luftens syrgashalt sjunker till 1 %.

[2]) Jmfr Pfeffer, Planzenphysiologie, Bd 1 kapitlen andning och jäsning.

[3]) Att pollenslangarne i vissa fall åtminstone kunna upptaga socker, framgår med bestämdhet af Mangins och Molischs iakttagelser om stärkelsebildning i pollenslangar vid kultur i sockerlösningar (Molisch l. c. p. 23, Mangin l. c. p. 517).

som växer omedelbart intill och låt oss antaga parallelt med gelatindroppens kant, är vattentillgången påtagligen icke densamma i alla riktningar: det är tydligt, att ett starkare tillflöde kommer att ega rum från den sida, som vetter inåt mot den utplattade gelatindroppens centrum. Den ena flanken af pollenslangen kommer sålunda att beträffande vattenupptagandet vara gynnsammare situerad än den andra, och det är påtagligen denna differens som härvidlag verkar som irritation och utlöser en krökningsrörelse mot gelatinsubtratets centrum. Fenomenet är närmast jemförligt med den form af hydrotropism, som af Stahl [1]) konstaterats hos *Myxomyceternas* plasmodier, hvilka på ett vattendränkt substrat vandra åt det håll, der fuktigheten förefinnes rikligast.

Af de i det föregående berörda sakförhållandena synas tvenne moment vid första påseendet tala emot den här framställda tydningen af det Molischska fenomenet. Det har i det föregående redan framhållits, att i vissa fall *(Digitalis Colutea)* kulturmediets sockerhalt utöfvar ett högst väsentligt inflytande på den tydlighet, hvarmed fenomenet uppträder, och man kan då fråga sig, huru detta förhållande kan bringas i samklang med den uppfattning, enligt hvilken differenser i vattentillgången förorsaka pollenslangarnes orientering vid täckglaskulturer. Vid närmare påseende finner man emellertid, att det Molischska fenomenet alltid inträder tydligast vid användning af sådana kulturvätskor, i hvilka pollenslangarne växa raskast och bäst. Ju raskare pollenslangen växer, desto större vattenkvantiteter behöfver den till sin disposition och desto skarpare framträda differenserna med afseende på vattentillgången i de olika zonerna under täckglaset [2]). Icke sockerhalten i och för sig, utan den olika tillväxtenergin är alltså orsaken till olikheterna i de föregående kulturerna.

Af Molisch och Myioshi uppgifves, att fenomenet äfven inträder, om man i stället för stelnande gelatinlösningar använder sockerlösningar eller rent vatten. Detta är fullt riktigt, så till vida som de korn, hvilka ligga i sjelfva kanten af kulturdroppen, alltid drifva sina slangar i riktning inåt. Äfven i detta fall är det påtagligen vattentillgången, som bildar det afgörande momentet beträffande slangarnes tillväxtriktning.

Man kan nu fråga sig, hvarpå det beror, att icke alla, utan endast en del pollensorter visa det Molischska fenomenet. Detta står påtagligen i samband med en olika hydrotropisk känslighet resp. en olika förmåga att upptaga vatten i gasform. Så t. ex. finner man, att pollenslangarne af *Epilobium angustifolium* ganska ofta växa ut ur gelatinet och ut i den omgifvande luften, ur hvilken de påtagligen kunna upptaga den för fortsatt växande nödiga vattenmängden. Dessa pollenkorn gro nemligen mycket väl i fuktig luft (liggande på objektglaset), hvilket deremot i allmänhet icke är fallet med de undersökta Narcissineerna.

[1]) Zur Biologie der Myxomyceten, Bot. Zeit. 1884.

[2]) Det i det föregående skildrade förhållandet, att neml. det Molischska fenomenet framträder tydligast då många pollenkorn ligga tätt tillsammans, beror tydligen på analoga grunder-

På grund af hvad som i det föregående anförts kan man med bestämdhet draga den slutsatsen, att en negativ aerotropism ej existerar hos pollenslangarne. De orienteringsrörelser, hvilka af Molisch, Myioshi m. fl. tydts som negativ aerotropism, äro förorsakade dels af pollenslangarnes begär att upptaga vatten, dels af ensidigt vattentillflöde.

VII. Allmän öfversigt angående pollenslangarnes irritabilitetsförhållanden.

Jemte den i det föregående behandlade chemotropiska retbarheten förefinnes äfven hos pollenslangarne en mer eller mindre utpreglad *hydrotropisk* retbarhet. Hydrotropiska rörelser kunna utlösas dels genom en olika halt af luftens fuktighet (Myioshi), dels genom en olika fördelning af flytande vatten i kultursubstratet.

Med afseende på *geotropism* ha mina undersökningar ledt till samma negativa resultat som Kny's och Myioshi's. I sjelfva verket skulle en utpreglad geotropisk känslighet i de flesta fall vara ofördelaktig, och ofta rent af omöjliggöra pollenslangarnes nedträngande till mikropylen.

Ej heller har det lyckats mig att upptäcka någon *phototropisk* känslighet. En negativ phototropism synes från biologisk synpunkt ej alldeles ofördelaktig för pollenslangarne, snarare tvärtom, men tyckes efter Kny's, Myioshi's och mina undersökningar faktiskt aldrig förefinnas. Detsamma gäller om *tigmotropism*.

Äfven med afseende på *termotropism* ha mina undersökningar i öfverensstämmelse med Pfeffers gifvit uteslutande negativa resultat.

Att döma af de hittills föreliggande undersökningarne synes alltså *chemotropism* och *hydrotropism* vara de enda former af tropism-irritabilitet, som förefinnas hos pollenslangarne. Dessa faktorer jemte pollenslangarnes egenskap att växa i riktning af minsta motståndet synas i själfva verket vara tillräckliga för att möjliggöra pollenslangens vandring från märkets yta till äggcellen.

Innehåll.

I. Inledande historik . . . . . p. 1
II. Metodik . . . . . » 4
III. De begagnade preparaten . . . . . » 6
IV. Speciella iakttagelser . . . . . » 8
V. Allmänna resultat angående de af kemisk inverkan föranledda irritationsfenomenen hos pollenslangarne . . . . . » 15
IV. Förefinnes negativ aerotropism hos pollenslangarne? . . . . . » 20
VII. Allmän öfversigt angående pollenslangarnes irritabilitetsförhållanden . . . . . » 28