



LUND UNIVERSITY

Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser. II.

Lidforss, Bengt

Published in:
Lunds universitets årsskrift. Andra avdelningen

1906

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Lidforss, B. (1906). Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser. II. *Lunds universitets årsskrift. Andra avdelningen*, 1(6), 3-41.

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. N. F. Afd. 2. Bd 1. Nr 6.
KONGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 16. Nr 6.

STUDIER

ÖFVER

POLLENSLANGARNES IRRITATIONSRÖRELSER

AF

BENGT LIDFORSS

II.



LUND 1906
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI.

I en föregående afhandling ¹⁾, som för fem år sedan publicerades i dessa handlingar, har jag påvisat, att pollenslangarne hos en del angiospermer, tillhörande familjerna *Narcissineæ*, *Liliaceæ*, *Aesculineæ*, *Aceraceæ* och *Sambucineæ* af proteinämnen föranledas till kemotropiska krökningar. En sådan kemotropisk retbarhet hos pollenslangarne var dittills endast känd hos ett fåtal familjer (*Scrophulariaceæ*, *Onagrariaceæ*, *Primulaceæ*), där MYIOSHI ²⁾ konstaterat förhandenvaron af kemotropisk retbarhet, men där det kemiska retmedlet utgjordes af en sockerart (rörsocker, drufsocker, dextrin). Känsligheten för proteinämnen visade sig i de undersökta fallen icke inskränkt till någon särskild grupp bland dessa ämnen, utan sträckte sig till samtliga disponibla representanter för *albuminer*, *globuliner*, *nukleoalbuminer*, *albuminater*, *glukoproteider* och *nukleoproteider*, samt dessutom till en del ferment såsom *diastas*, *ptyalin*, *emulsin*. Hvad utbredningen af denna proteokemotropism bland angiospermerna beträffar, så tycktes åtskilliga omständigheter tala för, att den ifrågasvarande retbarheten visserligen ej vore en sällsynt företeelse hos blomväxterna, men dock inskränkt till vissa bestämda familjer eller släkten.

Under de fem år, som förflutit sedan förra delen af dessa undersökningar offentliggjordes, har kännedomen om de kemotropiska irritationsrörelsernas förekomst i växtriket erfarit en väsentlig komplettering, så till vida som det lyckats några amerikanska och tyska forskare att genom delvis fullkomligt inkastfria experiment påvisa förhandenvaron af kemotropisk retbarhet hos de högre växternas rötter. Visserligen hade JÖNSSON ³⁾ redan för tio år sedan, och utan tvifvel med full rätt, tolkat de krökningar, som vid inverkan af arseniksyrliga salter instälde sig hos en del rötter, såsom irritationsrörelser af negativt kemotropisk natur, men denna uppgift, som publicerats i en svensk, af botanister föga uppmärksammas tidskrift, synes tills datum ha blifvit förbisedd och har i hvarje fall ej upptagits i den utomskandinaviska hand- och lärobokslitteraturen. Däremot har CZAPPEK (1898) uttryck-

¹⁾ Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser I, Kongl. Fysiografiska Sällskapets Handlingar, Bd. 12, N:o 4; Ueber den Chemotropismus der Pollenschläuche, Ber. der deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XVII, p. 236—242.

²⁾ MYIOSHI. Ueber Chemotropismus der Pilze, Botan. Zeit. 1894, och Ueber Reizbewegungen der Pollenschläuche, Flora, 78 Bd. (1894) p. 76—93.

³⁾ B. JÖNSSON: Iakttagelser rörande arsenikens inverkan på groende frön, i Landtbruksakademiens Handlingar och Tidskrift, 1896 p. 110 och ff.

ligen framhållit¹⁾ att alla försök, som af honom anstälts i syfte att påvisa en eventual kemotropism hos rötterna, slagit fel, och äfven STAHL²⁾ (1899) synes anse frånvaron af kemotropisk känslighet hos rötterna som sannolik och i biologiskt hänseende till en viss grad kompenserad genom Mycorrhiza-symbiosen.

I själfva verket är det ej svårt att förstå, att konstaterandet af en eventuell förhandenvarande kemotropism hos rötterna måste stöta på icke obetydliga svårigheter. Dels är rötternas i allmänhet starkt utpräglade geotropism egnad att motverka den kemotropiska reaktionen, och detta hinder kan af lätt insedda skäl härvidlag ej elimineras genom klinostaten, såsom fallet är t. ex. vid fototropiska försök. Därjämte kräver den kemotropiska reaktionen såsom varande en tillväxt-rörelse alltid en viss, äfven i optimala fall tämligen betydande *tid*³⁾, under hvilken den som irritament verkande koncentrationsdifferensen lätt nog sjunker ned till värden under retningsminimum.

Förlidet år (1904) har det emellertid lyckats FREDERICK C. NEWCOMBE och ANNA L. RHODES⁴⁾ att på experimentell väg lemna tämligen otvetydiga bevis för existensen af kemotropisk retbarhet hos rötterna. Efter att förgäfvat ha sökt att medels kapillarrör, pergamenthinnor, fuktadt filtrerpapper o. s. v. åstadkomma de önskade försöksbetingelserna, tillgrepo förff. en utväg, som till en viss grad erinrar om den vid pollenfysiologiska undersökningar med stor fördel använda gelatinmetoden. Försöksrötterna placerades nämligen mellan tvänne klossar af 6-procentig gelatin, af hvilken den ena beredts med enbart dest. H₂O, den andra med en vattenlösning af det ämne, hvars kemotropiska inverkan skulle undersökas; genom ett lagom tryck pressades gelatinklossarne intill hvarandra, så att rotens ena sida befann sig i beröring med ren gelatin, den andra sidan däremot med salt-haltig gelatin. Det visade sig nu, att om den ena gelatinklossen innehöll t. ex. 0,28 % natriumfosfat (Na₂HPO₄), så växte samtliga rötterna in i denna, hvarvid de krökte sig i vinklar af i medeltal 43°. För öfrigt visade rötterna normal tillväxt och ett friskt utseende, så att krökningarne ej gärna kunde anses vara af traumatisk natur. Att de ej berodde på osmotropism sluta förff. däraf, att rötterna vuxo fullkomligt rakt nedåt, om den ena gelatinklossen i stället för natriumfosfat innehöll 3½ proc. rörsocker. Vid användning af starkare natriumfosfatlösningar (1,5 proc.) erhöles inga negativa krökningar; äfven dessa lösningar föranledde roten att växa

¹⁾ CZAPEK: Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotrop. Reizbewegungen, Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXII, p. 291.

²⁾ STAHL: Ueber den Sinn der Mykorrhizenbildung, Jahrb. f. wissenschaftliche Botanik Bd. XXXIV.

³⁾ För kraftigt reagerande groddrötter, hypokotylar o. s. v. utgör reaktionstiden, under förutsättning af optimala reaktionsbetingelser, 60—80 minuter (CZAPEK, Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen, Jahrb. f. wissenschaftl. Botan. Bd. XXXII, p. 186). De korta reaktionstider, som nyligen angifvits af MOISESCU (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. XXIII, p. 364—366) grunda sig på mikroskopiska mätningar, som svårigen kunna ifrågakomma vid kemotropiska försök med rötter.

⁴⁾ NEWCOMBE and RHODES: Chemotropism of roots. The Botanical Gazette Vol. XXXVII. 1904. N:o 1 s. 23—35.

in i den fosfathaltiga gelatinklossen, där den snart bortdog, ett förhållande som af NEWCOMBE och RHODES jämnställes med det af ROTHERT m. fl. konstaterade faktum, att vissa fritt kringsimmande organismer styra in i lösningar af en osmotisk valör så stark, att den verkar momentant plasmolyserande och dödande.

Medels den nu skildrade gelatinmetodiken kunde NEWCOMBE och RHODES äfven påvisa negativ kemotropism hos rötterna. Bereddes den ena gelatinklossen med lösningar af ammoniumnitrat, kalciumnitrat, kaliumnitrat och magnesiumsulfat i koncentrationer isosmotiska med 0,28 % Na₂HPO₄, så växte flertalet rötter in i den motsatta, endast vatten innehållande gelatinmassan, och de öfriga förblefvo raka. — De nu refererade resultaten erhöles med rötter af hvit *lupin*; användes däremot rötter af *Cucurbita pepo*, så erhöles mycket svaga utslag, och förff. hålla det på den grund för sannolikast att gurkrötterna ej äro kemotropiskt retbara.

De af NEWCOMBE och RHODES erhållna resultaten ha i år (1905) bekräftats och i väsentliga punkter kompletterats af två tyska forskare, LILIEFELD¹⁾ och SAMMET²⁾, som samtidigt och öberoende af hvarandra anställt undersökningar öfver rötternas kemotropism.

LILIEFELD, hvars undersökning utförts på KNY's laboratorium i Berlin, använde för sina försök att börja med den af NEWCOMBE och RHODES införda metodiken, enligt hvilken roten placeras mellan två gelatinklossar, af hvilka blott den ena innehåller det ämne, hvars kemotropiska retningsförmåga skall undersökas. Då emellertid denna metod i flera fall gaf otillfredsställande resultat, använde LILIEFELD en annan försöksanställning, som i hufvudsak kan återges på följande sätt. Runda glasskålar af 15 cm. genomskärning och 12 cm. höjd fylldes med en lösning af 3 % gelatin i destilleradt vatten. Efter stelmandet utskars i midten ett rundt hål, som rymde 20 ccm. vätska; häri braktes det ämne, som skulle prövas, antingen i vattenlösning, eller i händelse af svårlösighet suspenderadt i vatten. Rötter af *Lupinus*-groddplantor (15—40 cm. långa) borrades därefter på olika afstand från det centrala hålet ned i gelatinmassan — detta kan ske utan att rötterna skadas — och det hela placerades därpå under 24—48 timmar i en mörk och fuktig kammar. Det i den genomskinliga gelatinen i centrifugal riktning diffunderande saltet föranledde nu i många fall rötterna till krökningar, som direkt kunde iakttagas och fotograferas. Genom jämförande kulturer i vatten och fuktig luft fastställdes äfven, om och i hvad grad det använda saltet i homogen fördelning påverkade resp. hämmade rotens normala tillväxt.

Med tillhjälp af den nu skildrade försöksmetoden, som visat sig vara vida öfverlägsen den af NEWCOMBE och RHODES använda, har LILIEFELD kunnat påvisa en otvetydig kemotropisk reaktionsförmåga hos rötterna äfven i sådana fall, där experiment utförda efter den NEWCOMBESKA metoden utfallit genomgående nega-

¹⁾ E. LILIEFELD: Ueber den Chemotropismus der Wurzel, Beihefte zu Botanisches Centralblatt. Bd. XIX, Abth. 1, Heft 1, pp. 131—212.

²⁾ R. SAMMET: Untersuchungen über Chemotropismus und verwandte Erscheinungen bei Wurzeln, Sprossen und Pilzfäden, Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. 41, pp. 611—649.

tivt. Positiva krökningar erhöles med Na_2HPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, KNO_3 , K_2SO_4 , K_2HPO_4 , K_2CO_3 , Na_2CO_3 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ maltextrakt, köttextrakt samt med vissa anilinfärgämnen t. ex. eosin, fuchsin och methylenblått, dessa sistnämnda i 0,01-procentiga lösningar. För salternas vidkommande synes den för retningseffekten optimala koncentrationen under de gifna försöksbetingelserna mestadels ligga mellan 1—0,1%; retningsminimum ligger i vissa fall ganska lågt, för $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ t. ex. vid 0,0001 %. Anmärkningsvärdt är, att de nu nämnda salterna under *alla* omständigheter, (alltså äfven vid supraoptimal koncentration) verka positivt kemotropiskt; endast kaliumnitrat bildar härifrån ett undantag, i det att 0,1-procentiga lösningar föranleda positiva krökningar, 0,2—0,5-procentiga lösningar förhålla sig indifferent och 0,5—1-procentiga lösningar verka repulsivt.

Å andra sidan visade det sig i de LILIEFELDSKA försöken, att en del salter, däribland flera goda närsalter, regelbundet framkalla repulsionsverknningar, äfven i relativt låga koncentrationer. Detta gäller om NH_4Cl , NH_4NO_3 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaCl , KCl , CaCl_2 samt salterna af de tunga metallerna, i främsta rummet Cu , Pb , Zn , Hg . Bland alkalimetallernas salter intager NaCl en särställning så till vida, som repulsionen redan framträder vid användning af 0,0001-procentiga lösningar. medan däremot KCl ej synes verka i svagare koncentration än 0,1 %, Tungmetallhalterna framkallade redan i 0,00001-procentiga lösningar (sublimat) utpräglade repulsionsverknningar. — Fria syror verkade i koncentrationer af 0,001, 0,01 och 0,1 % starkt repulsivt, däremot erhöles svag attraktion vid användning af fosforsyra och svafvelsyra i 0,0001-procentiga lösningar.

De försöksväxter, LILIEFELD använt för sina undersökningar ha dels utgjorts af *Papilionacéer* (*Lupinus luteus*, *Vicia Faba*, *Pisum sativum*), hvilka i hufvudsak gifvit de ofvan refererade resultaten, dels af *Cruciferer*, hvilkas rötter dock på grund af sin spädhet ej kunde nedstickas i den stelade gelatinmassan, utan därför undersökts efter den NEWCOMBESKA metoden, som äfven i dessa fall gifvit mindre tillfredsställande resultat. Rötterna af *Cucurbita Pepo*, hos hvilka NEWCOMBE och RHODES ej kunde påvisa någon kemotropisk retbarhet, reagerade i försök anställda efter LILIEFELDS metod tydligt kemotropiskt, ehuru märkbart svagare än rötterna af de ofvannämnda *Papilionacéerna*.

Ungefär samtidigt med de nu refererade undersökningarna af LILIEFELD har från Leipzigerinstitutet utgått ett arbete af R. SAMMET, hvars förra hälft sysselsätter sig med rötternas kemotropism. SAMMET har kommit till samma resultat som LILIEFELD så till vida, som han hos rötterna af de undersökta försöksväxterna, i främsta rummet *Lupinus albus* och *Vicia sativa*, kunde påvisa otvetydiga kemotropiska krökningar. Dessa voro vid användning af svagare koncentrationer af positiv natur och inträdde gent emot *alla* de använda substanserna, ehuru en hel del såväl i kemiskt som näringsfysiologiskt hänseende högst olikartade föreningar pröfvades (alkohol, eter, kamfer, klornatrium, kaliumnitrat, rörsocker, gips, ättiksyra, glycerin). Vid användning af starkare koncentrationer fann SAMMET, att den positiva reaktionen mestadels slog öfver i negativ. Då man erinrar sig, att LILIEFELD i sina försök

med klornatrium endast erhöles negativa krökningar äfven vid användning af så svaga koncentrationer som 0,0001 %, och att i de LILIEFELDSKA försöken en bestämd kemisk förening, oberoende af den koncentration, hvori den användes, i allmänhet endast utöfvade ett bestämt slag af retningsverkan (positiv *eller* negativ), så framgår det tydligt nog, att de båda forskarnes resultat differera i ej oviktiga punkter. Till en del torde detta kunna förklaras däraf, att försöksväxterna ej varit alldeles desamma; den hufvudsakliga anledningen till resultatens skiljaktighet torde dock vara att söka i den olika försöksanordningen. SAMMET lät nämligen det kemotropiska retmedlet diffundera ut genom väggarne af en PFEFFERSK lercell, som befann sig i ett vattenfylldt kärl, hvori försöksrötterna placerats på bestämda afstand från lercellen, och som var uppställd på ett darrfritt bord. Måhända förklaras olikheten i resultat däraf, att rötterna under de af SAMMET åstadkomna försöksbetingelserna reagera på retningar så svaga, att de ej förmå utlösa en reaktion hos de i gelatin växande rötterna.

I hvarje fall torde man på grund af de nu anförda undersökningarna kunna betrakta det som definitivt fastslaget, att fanerogamernas rötter i allmänhet äga en utpräglad kemotropisk känslighet, ehuru flera omständigheter synas tala för, att denna hos olika arter är både i kvantitativt och kvalitativt hänseende tämligen olika utvecklad. De data, som hittills föreligga på detta område, måste dock i stort sedt betecknas som tämligen fragmentariska, och det torde på goda grunder kunna antagas att fortsatta undersökningar, som taga behörig hänsyn till ekologiska förhållanden o. s. v., skola kunna bringa i dagen nya och intressanta rön angående kemotropismen hos de högre växternas rötter.

* *
 *
 *

På de områden, där kemotropismen först konstaterades, ha emellertid sedan förra delen af dessa undersökningar publicerades (1901), så vidt det framgår af den förf. tillgängliga tidskrift- och handbokslitteraturen, inga nya rön blifvit offentliggjorda. Allt hvad man för närvarande känner angående svamphyfernas och pollenslangarnes kemotropism grundar sig på de undersökningar, som i detta hänseende utförts och publicerats af MIYOSHI och författaren och som i flera hänseenden måste betecknas som tämligen ofullständiga. Det är denna lucka, som de föreliggande undersökningarna afse att utfylla med hänsyn till pollenslangarnes kemotropism.

Metodikens har i stort sedt varit densamma som beskrifvits i Studier I. Under undersökningens gång har emellertid dels vissa modifikation af försökstekniken visat sig vara förmånliga, dels ha vissa felkällor framträdt i en skarpare dager, hvilket gör det nödvändigt att förutskicka några anmärkningar angående försökstekniken.

II. Metodologiska anmärkningar.

Med afseende på kultursubstratet har det i flera fall befunnits synnerligen fördelaktigt att i stället för gelatin använda *agar-agar*, hvarvid 1-procentiga lösningar visat sig äga den lämpligaste konsistensen ¹⁾. Fördelarne med *agar-agar* ligga icke blott i substansens otjänlighet som näringssubstrat för bakterier, utan också och hufvudsakligast däri, att många pollensorter, som i sockergelatinlösningar antingen alls icke gro eller också blott drifva förkrympta eller dåligt utvecklade slangar med försvagad vitalitet, i *agar-agar* däremot utveckla fullt normala, lifskraftiga slangar. Orsaken till gelatinets mindre lämplighet i dessa fall är utan tvifvel att söka i de föroreningar, förnämligast kalksalter, hvarmed denna substans vanligen är behäftad; emellertid har det ej lyckats mig att i nämnvärd grad undanröjda dessa olägenheter, vare sig genom dialys eller extraktion med destilleradt vatten eller utspädda syror.

Genom att använda *agar-agar* har det lyckats mig att frankalla artificiell pollengroning i flera sådana fall, där detta hittills ej varit möjligt. Så t. ex. anför MOLISCH ²⁾, hvars uppgifter på denna punkt bekräftats af flera andra forskare, att det ej varit honom möjligt att förmå pollenkor af *Graminées*, *Umbelliferer* och *Compositer* att gro i de af honom använda kulturmedierna. Faktiskt har dessa växters pollen en afgjord obenägenhet att gro utom på motsvarande märken, men det har dock lyckats att genom användning af socker-agarlösning förmå flera representanter för de ofvannämnda familjerna till pollengroning utanför märket (*Zea Mays*, *Helianthus speciosus*, *Myrrhis odorata*, *Meum athamanticum*). Till och med en *Hieracium*art, tillhörande gruppen *Pilosella*, dref i 30 % rörsocker-agarlösning sporadiska, men normalt utvecklade slangar.

I andra fall, och dessa ha varit de talrikaste, har *agar-agar*ns företrädare hufvudsakligen legat däri, att de utväxande pollenslangarne ägt en vida bättre lifskraft än de, som bildats i gelatin. Detta är särskildt fallet med många representanter för familjerna *Liliaceæ*, *Bromeliaceæ*, *Rutaceæ*, *Papaveraceæ*, *Hydrophyllaceæ* o. s. v.; främjålet af dessa växter drifver visserligen slangar i sockergelatin, men dessas lifskraft är ofta så nedsatt, att den kemotropiska reaktionen alldeles uteblir ³⁾, ehuru den inträder klart och tydligt hos sådana pollenslangar, som växa i *agar-agar*. Ge-

¹⁾ 1,5—2-procentiga lösningar, som i vissa fall vore att föredraga, erbjuda den olägenheten, att de alltför hastigt stelna vid vanlig rumstemperatur, och därigenom försvåra eller omöjliggöra en orientering af pollenkor i näringssubstratet.

²⁾ MOLISCH: Zur Physiol. des Pollens etc. Sitzber. d. Wiener Akad. math.-naturw. Cl. Bd. CII, Abth. I. 1. Juli 1803. — LIDFORSS: Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXXIII p. 232 — OSTENFELD: Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 1904.

³⁾ Detta är orsaken till att t. ex. pollenslangarne af *Agapanthus umbellatus* i Studier I p. 19 uppgifvits vara okänsliga gent emot proteinämnen.

nom användning af detta sistnämnda kultursubstrat har det därför lyckats mig att påvisa otvetydig kemotropism i en mängd fall, där gelatinkulturer endast gifvit negativa eller otydliga resultat.

I öfrigt har metodiken varit densamma som skildrats i Studier I p. 4—6, d. v. s. små fragment af proteinämnen ha placerats på den stelnade agardroppen, hvar efter preparatet förvarats under glasklocka i fuktig luft. I många fall har det emellertid konstaterats, att *sockerlösningens koncentration* indirekt spelar en afgörande rol med hänsyn till den kemotropiska reaktionens inträdande vid retning med proteinämnen. Många pollensorter gro nämligen i utspädda (1—3 %) socker-agarlösningar så hastigt, att slangarne nått sin maximala storlek, innan ännu en retningströskeln öfver-skridande diffusionszon hunnit bildas kring det i agardroppen befintliga proteinfragmentet. Under sådana omständigheter växa slangarne utan vidare förbi proteinfragmenten, och man får det intrycket, att de äro okänsliga för retning af ägg-hviteämnen. Genom att höja sockerkoncentration i agarlösningen kan man nu dels *försena pollengroningen*, dels minska *pollenslangarnes tillväxthastighet*, och på så sätt erhålla en tydlig kemotropisk reaktion äfven med sådant pollen, hvars slangar i svaga sockerlösningar tyckas förhålla sig indifferent gentemot proteinämnen. Exempel härpå utgör t. ex. *Tradescantia*-pollenet, hvars slangar i 2 % rörs-agar tyckas okänsliga gentemot albumin, men i 7—10 procentig rörs-agar däremot attraheras mycket starkt, vidare *Tropæolum majus*, hvars pollenslangar i 10 % rörsocker-agar ofta växa rakt förbi proteinfragmenten, men i 20—25 % lösningar attraheras energiskt o. s. v. Å andra sidan kan en mycket stark sockerlösning försena groningen därefter, att koncentrationsdifferensen — på grund af riklig diffusion — i protein-kornens närhet blir alltför svag för att kunna åstadkomma någon retning ¹⁾.

Utom de i »Studier I» p. 6—7 upptagna proteinämnena ha äfven följande substanser undersökts:

Zein (Hammarsten)	} erhållna af Prof. BANG.
Nukleinsyrad histon	
Nukleoproteid ur lymfkörteln	
Saltsur histon	
Basisk histon	
Guanylsyra	
Glutaminsyra	

Dessutom har en del preparat af animala organ pröfvats t. ex. *thyreoidea sicc. pulv.*, *lien pulv. sicc.* o. s. v., hvarjämte äfven en del födoämnen såsom bröd, ost, kokt äggula o. s. v. kommit till användning.

Innan vi öfvergå till en skildring af de kemotropiska fenomenen, torde det emellertid vara skäl att meddela några iakttagelser angående

¹⁾ Äfven pollenslangarnes retstämning (Reizstimmung) påverkas uppenbarligen af sockerhaltens koncentration så till vida, att allt för låga och allt för höga koncentrationer icke blott försvaga reaktionsförmågan, utan äfven nedsätta sensibiliteten.

Proteinämnenas inverkan på pollengroningen.

Utom sin kemotropiska inverkan utöfva proteinämnena i många fall en *gröningsbefordrande* irritationsverkan på pollenkornen. I vissa fall — härpå utgöra *Gramineerna* ett typiskt exempel — har det *öfverhufvudtaget ej varit möjligt* att bringa pollenkornen till groning, för såvidt de ej retas med protein, med andra ord, de gro endast i den del af kulturmediet, som befinner sig i proteinfragmentens *omedelbara* närhet. Sak samma gäller äfven om t. ex. pollenet af *Pontederia cordifolia*, *Funckia cordata*, *Whitlawia*-arter, *Gentiana Saponaria* och *G. Pneumonanthe* m. fl. ¹⁾

I andra fall utöfvar proteinämnet en mer eller mindre *stärkande* inverkan på pollenkornens lifskraft, så att de bli i stånd att öfvervinna gröningshämmande faktorer af mera tillfällig beskaffenhet:

1) i lösningar *med hög sockerhalt*, där pollenkornen på grund af det i mediet rådande starka osmotiska trycket ej kunna växa (drifva slangar), utlöser proteinämnet ofta en groning, som annars uteblifvit. Så gro t. ex. *Leucogum*-pollenet mycket bra — utan protein — i 10 % rörsockerlösningar, men i 20 % rörsockerlösningar endast i omedelbar närhet af ett proteinfragment. Detta förhållande har konstaterats i en mängd fall, såsom närmare framgår af den i det följande lämnade speciella redogörelsen.

2) I lösningar *med ringa sockerhalt*, hvarigenom det inre turgortrycket blir så starkt att tillväxten hämmas eller omöjliggöres — jämför saltvattensalger, som inställa sin tillväxt vid öfverföring i svagare NaCl-lösningar — utlöser äfven proteinämnena ofta en groning, som annars uteblifvit. Exempel: *Ruta graveolens* i 1 % rörsocker-agarlösning, *Allium ursinum* m. fl.

3) Sådant pollen, som på grund af sin ålder har förlorat grobarheten i socker-agarlösningar, gro ofta mycket bra vid tillsats af proteinfragment till kulturmediet. Äfven i detta fall är naturligtvis groningen lokalt begränsad till zonen närmast omkring proteinämnena. Exempel: *Narcissus poeticus* m. fl. (Äfven gamla frön påstås af THOMSON-DORPAT kunna återvinna sin grobarhet genom behandling med diastalösningar, hvilket förefaller något apokryfiskt).

III. Proteokemotropismens utbredning bland angiospermerna.

På det stadium, som mina undersökningar befunno sig år 1901, kunde jag endast meddela 5 angiosperm-familjer, inom hvilka det lyckats mig att påvisa re-

¹⁾ Enligt BURCK gro pollenkornen af *Mussendaea* endast i sådana lösningar, som innehålla levulos (Kon. Ak. van Wetensch., Amsterdam. Proceeding 1900). Då i detta fall minimala mängder af levulos kunna utlösa groningen, är det tydligen här frågan om en rent kemisk och ej osmotisk retningsverkan ss. i de fall, då pollenet ej gro i dest. vatten, men däremot väl i en 2—5 % rörsockerlösning o. s. v. Proteinämnenas inverkan härvidlag är påtagligen af rent kemisk natur.

presentanter med för proteinämnen känsliga pollenslangar (proteokemotropism). Dessa familjer voro: *Liliaceæ*, *Narcissineæ*, *Aesculineæ*, *Accrineæ*, *Sambucineæ*.

Sedan dess har det, i främsta rummet tack vare den vidgning af experimentalfältet, som *agar-tekniken* medfört, lyckats mig att påvisa proteo-kemotropism hos snart sagdt alla undersökta angiosperm-familjer, hvilkas pollen öfverhufvudtaget kunna bringas till groning. Endast i enstaka fall har detta misslyckats, troligen blott till följd däraf, att pollenslangarnes vitalitet, trots alla kauteler, varit nedsatt i det artificiella gröningsmediet. Däremot har otvetydig proteo-kemotropism påvisats hos följande familjer:

Monocotyledones.

<i>Alismaceæ</i>	<i>Typhaceæ</i>	<i>Narcissineæ</i>
<i>Juncagineæ</i>	<i>Commelynaceæ</i>	<i>Bromeliaceæ</i>
<i>Potamogetoneæ</i>	<i>Colchicaceæ</i>	<i>Irideæ</i>
<i>Gramineæ</i>	<i>Liliaceæ</i>	
<i>Palmæ</i>	<i>Convallariaceæ</i>	

Dicotyledones.

<i>Corylaceæ</i>	<i>Sapindaceæ</i>	<i>Boraginaceæ</i>
<i>Cactaceæ</i>	<i>Aceraceæ</i>	<i>Solanaceæ</i>
<i>Ranunculaceæ</i>	<i>Rhamnaceæ</i>	<i>Scrophulariaceæ</i>
<i>Papaveraceæ</i>	<i>Crassulaceæ</i>	<i>Plantaginaceæ</i>
<i>Crucifereæ</i>	<i>Amygdalaceæ</i>	<i>Oleaceæ</i>
<i>Capparidaceæ</i>	<i>Papilionaceæ</i>	<i>Gentianaceæ</i>
<i>Resedaceæ</i>	<i>Loasaceæ</i>	<i>Apocynaceæ</i>
<i>Euphorbiaceæ</i>	<i>Datiscaceæ</i>	<i>Campanulaceæ</i>
<i>Tropaeolaceæ</i>	<i>Begoniaceæ</i>	<i>Lobeliaceæ</i>
<i>Balsaminaceæ</i>	<i>Lythraceæ</i>	<i>Rubiaceæ</i>
<i>Rutaceæ</i>	<i>Onagrariaceæ</i>	<i>Caprifoliaceæ</i>
<i>Staphyleaceæ</i>	<i>Aristolochiaceæ</i>	<i>Sambucineæ</i>

Med representanterna af gruppen *quercifloræ* (utom *Corylus*), *Urticifloræ*, *Malvaceæ*, *Umbellifereæ* och *Compositæ* har visserligen erhållits pollengroning i socker-agarlösningar, men med hänsyn till kemotropismen inga otvetydiga resultat. Såsom redan framhållits, tyda emellertid åtskilliga omständigheter på, att de negativa resultaten i dessa fall berott på att pollencellernas vitalitet varit nedsatt i det konstgjorda näringsmediet, och att kemotropismen på den grund uteblifvit. I hvarje fall gestaltar sig faktiskt saken så, att de familjer, hos hvilkas pollen ingen tydlig proteo-kemotropism kunnat konstateras, bilda undantagen, de däremot, hvilkas pollen härvidlag gifvit positivt resultat, den stora majoriteten. Man torde alltså vara fullt berättigad till det generella påståendet, att *kemotropisk retbarhet gent emot proteinämnen (proteokemotropism) är en egenskap, som är allmänt utmärkande för angiospermernas pollenslangar.*

Efter denna anticerande resumé följa nu de speciella iakttagelserna. Härvid bör anmärkas, att då det i det följande uppges, att en bestämd växts pollenslangar retas t. ex. af koagulerad albumin och kasein, detta ej får fattas så, som skulle de öfriga proteinämnen i detta fall vara verkningslösa. Af lätt insedda skäl har författaren ofta nöjt sig med att öfverhufvudtaget konstatera förhandenvaron af proteokemotropism, och alltså underlåtit att i hvarje särskildt fall pröfva alla till buds stående proteinämnen. I de fall, där detta skett, ha emellertid växter tillhörande vidt skilda grupper visat en frapperande öfverensstämmelse, så att t. ex. alla de proteinämnen, som kemotropiskt reta *Narcissinè*-pollen, utöfva en liknande inverkan icke blott på pollen af *Tradescantia*, utan också på pollen af t. ex. *Datisca canabina* och *Lythrum Salicaria*.

IV. Speciella iakttagelser.

Moncotyledones.

Alismaceæ.

Butomus umbellatus. Tämligen god groning i 10—15 % rörs.-agar. Vacker kemotropism gent emot helikoproteid samt koagulerad albumin; gentemot alkali-albuminat likaledes tydlig positiv retning, men ingen tydlig kemotropism gentemot växtprotein.

Potamogetoneæ.

Aponogeton distachyum. Mycket hastig groning i 1 % rörs.-agar. Tydlig kemotropism gentemot koag. ovalbumin.

Potamogeton perfoliatus gaf inga säkra resultat, enär det disponibla pollenet grodde mycket dåligt i rörs.-agar.

Gramineæ.

Graminéerna höra till de växter, hvilkas pollen endast undantagsvis kan bringas till groning i konstgjorda näringsvätskor. Alla hithörande försök, med undantag af dem, som anstälts med *Zea Mays*, ha misslyckats, ehuru alla tänkbara kauteler iakttagits och försöken anstälts med olika sockerarter och olika koncentrationer med eller utan agar och gelatin.

Försöken med *Zea Mays* utfördes så, att pollenet ur nyss öppnade ståndarknappar fick nedfalla direkt i 2 % rörs.-agar på objektglaset. Under sådana omständigheter bibehöllo kornen sin vitalitet i 16—20 timmar, men groning inträdde

endast, för såvidt fragment af proteinämnen införts i kulturdroppen. I protein-ämnets omedelbara närhet inträdde då talrika bristningar af *Zea*-pollenkornen, men en del, ofta 10—15 % af de närmast liggande kornen drefvo långa, väl utvecklade slangar, som visade en omisskännlig, stundom ganska vacker positiv proteo-kemotropism. En sådan konstaterades gent emot koag. ovalbumin, alkali-albuminat, kasein och mucinalkali.

Öfriga undersökta Graminéer kunde ej förmås till slangbildning i konstgjorda näringsvätskor.

Palmæ.

Af denna stora familj har jag blott varit i tillfälle att med hänsyn till kemotropismen undersöka pollenet af en art, näml. *Chamoedorea lunata*. Dess pollen gror ganska bra i 1 % rörs.-agar och visar mycket vacker kemotropism gent emot alkali-albuminat, i det att de korkskrufikt vridna slangarne växa massvis rakt på proteinkornen.

Äfven globulin, koag. ovalbumin och vitellin utöfvade stark positiv retning gent emot *Chamoedorea*-pollenet.

Typhaceæ.

PEFFER uppger ¹⁾, att pollenslangar af *Typha latifolia* i 10 % rörs.-gelatin vuxo rakt förbi märket af *Typha*, ett förhållande, som af honom, ehuru med en viss reservation, tolkas som bevís på frånvaron af kemotropisk retbarhet hos pollenslangarne. Det *Typha*-pollen (af *T. latifolia*), som stod mig tillbuds, visade talrika bristningar i 10 % rörs.-agar, men grodde ganska jämnt i 15 % rörs.-agar. I lösningar af denna koncentration inträdde tydlig positiv kemotropism gent emot koag. ovalbumin och alk.-albuminat.

Commelynaceæ.

Tradescantia virginica. Frömjölet af denna art är jämte *Narcissinè*ernas pollen måhända det tacksammaste försöksobjektet i och för pollenkemotropiska undersökningar. I destilleradt vatten och svaga rörsockerlösningar inträder groning mycket hastigt, ofta på 1—2 minuter, och slangarne växa lika raskt som de hos *Impatiens*-arterna ²⁾; men redan i 7,5-procentiga rörsockerlösningar visa flertalet korn ännu efter 5 timmar icke spår af groning, för såvidt de ej befinna sig i omedelbar närhet af ett proteinämne, och i 10 % lösningar inträder öfverhufvudtaget ingen groning, för såvidt den ej utlöses af en proteinsubstans. Pollenslangarne äga mycket stark kemotropisk känslighet gentemot proteinämnen, men den allt efter kulturmediets koncentration varierande gronings- och tillväxthastigheten gör att den kemotropiska reaktionen utfaller tämligen olika allt efter agarlösningens sockerhalt. Ur försöksprotokollen må följande data anföras:

¹⁾ Untersuchungen aus dem botan. Institut. zu Tübingen Bd. I, p. 470.

²⁾ Jfr. LIDFORSS: Weitere Beiträge zur Biol. des Pollens, Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. XXXIII, p. 301; BÜCHNER: Zuwachsgrößen und Wachstumsgeschwindigkeiten bei Pflanzen. Inaug.-dissert. 1901, p. 14 ff.

10 % rörs.-agar. Ännu efter 24 timmar ingen groning i preparaten utom i proteinfragmentens omedelbara närhet; här förefinnes vacker och regelbunden groning, slangarne växa på och borra sig in i kornen; stundom pressa de sig utefter kornen på ett sätt, som till utseendet mycket erinrar om haptotropiska fenomen, men som påtagligen är framkalladt af kemotropism. Med positivt resultat pröfvades alkalialbuminat, kasein, globulin.

7,5 % rörs.-agar. Efter 1/2 timme utmärkt groning och idealiskt vacker kemotropism kring fragment af nuklein, vitellin och alkoholextraherad thymus; för öfrigt inga groningar i preparatet. Ännu efter 5 timmar äro flertalet korn ogrodda, men kring proteinfragmenten lika vacker kemotropism som med det känsligaste Narcissinépollen, ehuru slangarne vanligen växa fram mot irriteret i vidare bågar än hvad fallet är hos *Narcissus*.

Äfven en del torra pulverformiga preparat af animala organ t. ex. *lien siccatus* pulv. (Merck) samt thyreoidea sicc. framkallade i 7,5 % rörs.-agar tydlig, men ej synnerligen stark pos. kemotropism.

I 5 % rörs.-agar inträder groningen fullkomligt oberoende af proteinämnenas närvaro och i regeln mycket hastigt (på ett par minuter). Ofta finner man därför, att kemotropismen vid denna koncentration framträder märkbart svagare än i agarlösningar med högre sockerkoncentration. Särskildt är detta fallet, om svårslösliga proteinämnen i *torrt* tillstånd appliceras på kulturvätskan; ha däremot proteinkornen förut varit i tillfälle att uppsuga vatten, så att en partiell upplösning redan börjat, sker naturligtvis diffusionen i agardroppen hastigare. I 5 % rörs.-agar erhöles mycket kraftig kemotropism med alkalialbuminat, helicoproteid, nukleoalbumin ur oxgalla, zein, nuklein, intorkad thymus, mucinalkali; mindre stark, men dock mycket tydlig med vitellin, växtprotein, parakasein och glutenkasein; svag kemotropism med pseudonuklein. Histon verkade giftigt, utan att framkalla vare sig positiv eller negativ kemotropism.

I 2 % rörs.-agar gestaltade sig förhållandena ungefär på samma sätt som i 5 % lösning.

Tydliga *repulsionsverknningar* erhöles med *sur äpplesyrad kalk*. Smärre fragment af detta tämligen svårslösliga salt placerades i en 5 % rörs.-agar-kultur, där de småningom, men helt sakta gingo i lösning, så att ett rundt diffusionsfält uppstod. I hela den centrala delen af detta fält undertrycktes groningen, delvis på grund af kornens bortdöende, men i diffusionszonens periferi växte nästan alla slangar centrifugalt utåt, påtagligen till följd af negativ kemotropism.

Öfverensstämmande resultat erhöles äfven med pollen af andra *Commelyna*-céer t. ex. *Tradescantia zebrina*, *Commelyna caelestis*.

Colchicaceæ.

Zygademus elegans. Efter tre timmar vacker groning i 1 % rörs.-agar; tydlig kemotropism gentemot koag. ovalbumin och alkalialbuminat.

Med liknande resultat undersöktes äfven frömjöl af *Zygademus glaberrimus* och *Colchicum autumnale*. Frömjölet af *Colchicum* visar såväl i 5 % rörs.-gelatin som i ren gelatin tydlig pos. kemotropism gent emot den papillklädda delen af märket. Snittytan synes verka giftigt; den öfriga delen af märket indifferent.

Liliaceæ.

Scilla verba. God groning i 15 % rörs.-agar. Tydlig positiv kemotropism gent emot alkalialbuminat, svagare gent emot ovalbumin.

Scilla pratensis. Mer än 50 % brista i 20 % rörsockergelatin, men de utvuxna slangarne visa ofta otvetydig positiv kemotropism gent emot dialyserad ägggula. — Repulsionsfenomen sådana som vid inverkan af diastas iakttagits hos *Scilla campanulata*¹⁾, kunde ej konstateras hos de två ofvannämnda *Scilla* arterna.

Chionodora Lusilia. I 15 % rörs.-agar vacker kemotropism gent emot alk.-albuminat, svagare gent emot koag. ovalbumin.

Chionodora major: som föregående.

Allium luteum. Utmärkt groning i 15 % rörs.-agar. Globulin: tydlig kemotropism, dock tämligen lokalt begränsad. Kasein: utmärkt vacker kemotropism-vida starkare än med globulin, påminnande om den hos *Narcissus Tazetta*, men bågarne något vidare.

Allium odorum. God groning i 5—15 % rörs.-agar; utmärkt kemotropism gentemot kasein, parakasein och helicoproteid, betydligt sämre gent emot nuklein.

Allium Stellerianum undersöktes i 7,5 % rörs.-agar med samma resultat som föregående arter.

Ang. *Allium ursinum* jfr. Studier I p. 12.

Agapanthus umbellatus. Utmärkt groning i 1—5 % rörs.-agar; stark och tydlig positiv kemotropism gent emot alkalialbuminat, koag. ovalbumin, globulin, kasein och helicoproteid²⁾.

Funckia cordata. Kulturer i 10 % rörs.-agar visade efter 6 timmar följande förhållanden:

Kasein: ingen groning i preparatet utom i kaseinkornens omedelbara närhet; här vacker groning och tydlig positiv kemotropism.

Globulin (kristallin från Merck). Ingen groning utom där och hvar kring proteinkornen; här äfven tydlig kemotropism.

Koagulerad ovalbumin och växtprotein förmådde ej framkalla spår af groning i 10 % rörs.-agar.

I 7,5 % rörs.-agar efter 4 timmar: ingen groning utom i omedelbara närheten

¹⁾ Studier I p. 13.

²⁾ De negativa resultat, som förut erhöles med pollen af *Agapanthus umbellatus* torde i främsta rummet bero därpå, att gelatinet för flertalet *Liliacéers* pollen är ett relativt ogynnsamt kultursubstrat. Detta torde äfven vara orsaken till, att pollen af *Tulipa Gesneriana* och *Fritillaria imperialis* gifvit negativa resultat med hänsyn till proteokemotropism. (Jfr. Studier I p. 12).

af nukleinkorn, här däremot långa slangar, som visa synnerligen vacker kemotropism. Alkalialbuminat: samma inverkan.

I 5 % rörs.-agar inträder groning i hela preparatet, här är alltså den från proteinkornen utgående retningen öfverflödlig. Vacker pos. kemotropism gent emot alkalialbuminat, mucinalkali och nuklein, mindre tydlig gent emot legumin.

Hemcrocallis flava. I 5 % rörs. tämligen ojämn groning, men tydlig, vacker kemotropism gentemot kasein och mucinalkali.

Angående öfriga *Liliacéer* jfr. Studier I p. 11—13.

Convallariaceæ.

Cordyline Haageana. I 5 % rörs.-agar jämn och vacker groning. Utmärkt pos. kemotropism gent emot ovalbumin, alkalialbuminat, globulin, legumin, kasein, helikoproteid, mucinalkali och nuklein.

Charlewoodia congesta. Frömjölet af denna art öfverensstämmer med hänsyn till groning och kemotropism fullkomligt med det af *Cordyline*.

Narcissineæ.

Zephyranthus candidus. God groning i 5 % rörs.-agar, mindre god i 0,75 % men i båda fallen tydlig kemotropism gentemot alkalialbuminat, parakasein och helikoproteid.

Zephyranthus Atamascorum. Som föregående.

Crinum capense. Groning i 5—10 % rörs.-lösning, vacker kemotropism gent emot alkalialbuminat, mucinalkali och globulin.

Galanthus nivalis. 15 % rörs.-agar. Tämligen god groning i hela preparatet, men märkbart bättre i närheten af korn af växtprotein och alkalialbuminat; här äfven tydlig kemotropism.

10 % rörs.-agar: mycket jämn groning, synnerligen stark kemotropism gentemot koagulerad äggula.

Leucojum vernum. Efter tre timmar konstaterades följande:

I 15 % rörs.-agar ingen groning utom *omedelbart* intill korn af alkalialbuminat, här äfven utmärkt kemotropism; däremot visade sig kristallin och mucinalkali oförmögna att utlösa groning.

I 20 % rörs.-agar: kring korn af alkalialbuminat svag groning och svag, men tydlig kemotropism; för öfrigt ingen groning i preparatet.

Leucojum æstivum. I 20 % rörs.-agar endast groning i närheten af proteinfragment (diastas). Omkring dessa mycket vacker groning och hos *de närmast liggande pollenslangarne utpräglad kemotropism*, som däremot ej förefinnes hos de på längre afstånd från proteinämnet utvuxna slangarne. Här förefinnes alltså en zon, där diastasen visserligen åstadkommit groning, men ej kemotropism.

Narcissus poeticus. Utom med de i Studier I nämnda proteinämnen har positiv kemotropism erhållits med *Zein* (Hammarsten) samt ett preparat af alkohol-

tvättad thymus¹, erhållet från prof. BANG. Däremot visade sig ett likaledes från prof. BANG erhållet preparat af nukleinsyrad histon vara kemotropiskt verkningslöst, ehuru oskadligt. Saltsur histon (BANG) och basisk histon (BANG) visade sig båda vara starkt giftiga, utan kemotropisk inverkan. Samma var förhållandet med nukleoproteid ur lymfkörtlar samt guanylsyra och glutaminsyra.

Med positivt resultat har däremot pröfvats dels en del näringsämnen såsom *kokt äggula*, *hvetebrod* o. s. v., dels snitt ur *ogrodda frön* t. ex. *Ricinus*-frön, *Sojabönor*, *bittermandel*, *ärter* o. s. v. Alla dessa substanser visade sig utöfva en mer eller mindre stark kemotropisk inverkan på pollenslangarne af *Narcissus poeticus*.

Anmärkningsvärda resultat ha äfven erhållits öngående proteinämnenas inverkan på äldre, försvagadt pollen. Så t. ex. har det visat sig, att *Narcissus*-pollen, taget från blommor, hvilka under en vecka förvarats (med stjälkarne stående i vatten) i laboratoriet, ej grodde i 20 % rörsockergelatinlösningar utom i proteinkornens omedelbara närhet. Här inträdde äfven kemotropism, men denna var starkt försvagad. Pollen, som efter en torr, varm period hemtats ur frön för 14 dagar sedan afblommade pingstliljor, grodde i 7 % rörsockerlösning endast i kanterna af preparatet, där lösningen koncentrerats genom afdunstning, samt dessutom i omedelbarhet af fragment af växtprotein, där äfven kemotropism inträdde. I detta fall var alltså proteinsubstansen i stånd att häfva en genom för högt turgortryck uppkommen sivering af tillväxten. Liknande iakttagelser ha äfven gjorts i andra fall t. ex. med frömjölet af *Ruta graveolens*.

Vallota purpurea. Frömjölet af denna växt lämpar sig synnerligen väl för fysiologiska studier, dels emedan det gror nästan lika bra i ren gelatin eller agar¹) som i 1—10 % rörsockerlösning, och dels därför att de utväxande slangarne äga en synnerligen starkt utpräglad kemotropisk sensibilitet, som emellertid med afseende på de retande ämnenas kemiska kvalitet fullkomligt öfverensstämmer med *Narcissus*. De ifrågavarande försöksprotokollen förbigås därför i detta samband, däremot har det onekligen sitt intresse att skärskåda de resultat, som erhållits vid försök angående den inverkan, som andra växters märken och stift utöfva på pollenslangarne af *Vallota*. Ur de hithörande protokollen må följande data anföras, hvarvid bör anmärkas att samtliga dessa kulturer utförts i 5 % rörs.-gelatinlösningar.

Torenia asiatica: märket och stiftets snittyta utöfvar stark pos. kemotropisk retning.

Salvia sp.: märkefikarne reta svagt, stiftets snittyta tydligt.

Thunbergia allata: stiftets snittyta attraherar; öfre delen af stiftet och märket verkar tämligen giftigt, så att en möjligen förhandenvarande kemotropism maskeras.

Cyclamen europeum: märke och stift synas verkningslösa, stiftets snittyta verkar mycket giftigt.

¹) För många *Narcissineæ*s pollen synes gelatin vara ett lika lämpligt kultursubstrat som agar.

Begonia rex: stark attraktion mot det papillklädda märket.

Lupinus polyphyllus: märket verkar mycket giftigt, synes repellera; snittytan giftig, men stiftet för öfrigt indifferent.

Lathyrus silvestris: märkesspetsen giftig, stiftet och snittytan attraherande.

Lathyrus tintillans: den papillklädda delen af märket starkt attraherande, likaså snittytan.

Colchicum autumnale: den papillklädda delen af märket starkt pos. kemotropiskt, snittytan mycket giftig.

Agapanthus umbellatus som *Colchicum*, men snittytan dödande på en omkrets med 6—7 mm. genomskärning.

Bromeliaceæ.

Billbergia amoena. I 1,5 % rörs.-agar utmärkt groning, och synnerligen vacker kemotropism gent emot växtprotein; slangarne växa äfven in i proteinsubstansen och böja sig sedan samman till ett nystan liksom *Hæmanthus*-slangarne. Äfven koagulerad äggula framkallar tydlig pos. kemotropism.

I ren agar inträder likaledes vacker groning och utpräglad kemotropism gent emot kasein.

I 15 % rörs.-agar gro endast de korn, som ligga inom diffusionszonen från något proteinämne t. ex. växtprotein, kasein. Positiv kemotropism framträdde äfven i detta fall synnerligen tydlig.

Däremot ha kulturer af *Billbergia*-pollen i sockerlösningar med *gelatin* endast gifvit negativa resultat med afseende på kemotropismen: kornen grodde ganska väl i 6—12 % rörs.-gelatinlösningar, men pollenslangarne vuxo fullkomligt indifferent förbi fragment af diastas, globulin, mucin, mucinalkali och växtprotein, ehuru samtliga dessa ämnen visade sig oskadliga. Troligen stod kemotropismens uteblifvande i detta fall i samband med gelatinens halt af ämnen (salter o. s. v.), som försvagat den kemotropiska sensibiliteten (jfr. *Liliaceæ*.)

Irideæ.

ELFVING¹⁾ uppger, att han förgäfves sökt förmå de undersökta *Iris*-arternas pollen att gro i konstgjorda näringslösningar. Detta har ej heller lyckats mig med de af ELFVING anförda arterna, men väl med:

Iris Pseudacorus, hvars frömjöl i 5—10 % rörs.-agar drifver långa, vindlade slangar, som visa otvetydig pos. kemotropism gent emot koag. ovalbumin, alkali-albuminat och helikoproteid.

Sisyrinchium Bermudianum. I 0,15 % rörs.-agar god groning kring alkali-albuminat och tydlig kemotropism gent emot detta.

¹⁾ ELFVING: Studium über die Pollenkörner der Angiospermen, Jenaische Zeitschrift f. Naturwiss. 1879, Bd. I.

Pontederiaceæ.

Pontederia cordifolia. I 1 % rörs.-gelatin mestadels endast sporadisk groning, men kring korn af alk.-albuminat eller ovalbumin synnerligen vacker slangbildning. Här förefinnes äfven tydlig kemotropism, slangarne växa i långa bågar in emot proteinsubstansen, hvars groningsretande inverkan äfven sträcker sig till den perifera zon, där ingen kemotropisk reaktion kommer till stånd. (Jfr. *Leucojum*.)

I 7,5 % rörs.-agar inträder utomordentligt *hastig* groning — på ett par minuter bildas långa slangar; här konstaterades äfven tydlig kemotropism gent emot kasein, globulin, mucinalkali.

Med representanter af *Musaceæ* och *Orchidaceæ* ha tillsvidare inga fullt säkra resultat erhållits, beroende på dessa växters obenägenhet att bilda pollenslangar i konstgjorda kulturer.

Dicotyledones.

Salicineæ.

Salix caprea. I 8 % rörs.-gelatin tydlig kemotropism gent emot dialyserad ovalbumin. — Äfven märken af *S. caprea* utöfva i 8 % rörs.-lösning tydlig attraktion.

Corylaceæ.

Corylus Avellana. I ren agar (1 %) tämligen god groning, bäst i närheten af proteinsubstans t. ex. alkali-albuminat; här äro slangarne långa, vindlade och visa otvetydig pos. kemotropism.

Pollenslangarne af *Corylus* äro i rena agarkulturer ovanligt långlifvade. Så t. ex. befunnos sådana slangar ännu efter en veckas uppehåll i agardroppen vara fullt lifskraftiga, efter att under denna tid ha vuxit högst betydligt och upprepade gånger förgrenat sig dikotomiskt.

Urticaceæ.

Urtica urens. Pollen af denna art gror tämligen dåligt i ren agar eller 1 % rörs.-lösning, men visar tämligen tydlig kemotropism gent emot koag. ovalbumin.

Cactaceæ.

Cereus grandiflorus. Tämligen god groning i 20 % rörs.-agar. Positiv kemotropism gent emot diastas och koag. ovalbumin.

Ranunculaceæ.

Aconitum pyrenaicum. I 2 % rörs.-agar inträda en del bristningar, men flertalet korn drifva väl utvecklade slangar, som visa tydlig pos. kemotropism gent emot koag. ovalbumin.

I 10 % rörs.-agar: hastig och jämn groning, tydlig kemotropism gent emot koag. ovalbumin.

Angående *Caltha palustris* jfr. Studier I p. 14 samt denna afhandling, noten till kapitlet »Repulsionsfenomen».

Papaveraceæ.

Papaver Rhæas. Synnerligen vacker groning i 10 % rörs.-agar, slangarne ännu efter 20 timmar synnerligen lifskraftiga, växa ur agarn ut i luften, hvilket antyder frånvaro af negativ aerotropism. Tydlig kemotropism gent emot koag. ovalbumin.

I 10 % rörs.gelatin groningsansatser redan efter 1/2 timme, men blott sporadisk slangbildning, ingen tydlig kemotropism.

Cruciferae.

Hesperis violacea. I 1 % rörs.gelatin brista alla korn, ingen enda groning. I 5 % rörs.gelatin inträda en del groningar, som antingen befinna sig i kanten af preparatet, där sockerhalten stegrats genom afdunstning, eller också i omedelbar närhet af diastaskorn, som äfven framkalla positiv kemotropism.

Capparidaceæ.

Cleome gigantea. I 2—10 % rörs.-agar god groning och mycket vacker pos. kemotropism gent emot koag. ovalbumin.

Resedaceæ.

Reseda luteola. I 5 % rörs.-agar hastig, jämn groning, men ingen tydlig kemotropism gent emot alkalialbuminat och koag. ovalbumin. I 10—15 % rörs.-agar, där groningen sker långsammare, inträder omisskänlig pos. kemotropism gent emot de ofvannämnda proteinämnena samt emot globulin.

Euphorbiaceæ.

Frömjölet af de undersökta *Euphorbiaceæ* (*Mercurialis perennis*, *M. annua*, *Euphorbia splendens*, *Euphorbia* sp., *Ricinus communis*) gror påfallande dåligt såväl i agar- som gelatinlösningar med eller utan socker. I allmänhet befordras dock groningen märkbart af proteinämnen, hvilka också af allt att döma framkalla positiv kemotropism. På grund af pollenslangarnes mindre goda kondition var emellertid denna kemotropism ofta tämligen otydlig.

Tropæolaceæ.

Tropæolum majus. I 10 % rörs.-agar mycket hastig groning, af slangarne brista efterhand omkring 50 %. Ingen tydlig kemotropism gent emot de undersökta proteinämnena (alkalialbuminat, koagulerad ovalbumin).

I 15 % rörs.-agar tydlig slangbildning på 2—3 minuter; efter en timme iakttofs följande:

Kasein: mycket tydlig kemotropism, men inskränkt till proteinsubstansens allra närmaste omgifning.

Globulin: samma inverkan som kasein.

Vitellin: » » » »

Växtprotein: tydlig kemotropisk inverkan, sträckande sig öfver märkbart större yta än i föregående fall. — Mucinalkali: som växtprotein, men inverkan ännu mera diffus.

I 20 och 25 % rörs.-agar inträder groningen betydligt långsammare, men kemotropismen är starkt utpräglad gent emot proteinsubstanser (koag. ovalbumin, alkalialbuminat).

Balsaminaceæ.

Impatiens scabrida. I 15 % rörs.-agar tydlig kemotropism gent emot koag. ovalbumin. I sockergelatinlösningar erhöles endast negativa resultat med hänsyn till kemotropismen.

Rutaceæ.

Ruta graveolens. I 10 % rörs.gelatin erhöles ingen groning, men väl i 5—10 % rörs.-agar; i senare fallet också vacker pos. kemotropism gent emot alkalialbuminat och koagulerad ovalbumin.

I ren agar erhöles (i augusti, varmt och torrt väder) äfven groning, men här endast i omedelbar närhet af proteinkornen, som i detta fall alltså förmådde upphäfva en genom inre turgortryck uppkommen tillväxthämning. Här äfven utpräglad kemotropism.

Vid en senare företagen kulturserie (25 sept.) erhöles äfven i ren agar allmän vacker groning, troligen beroende på att luftens större fuktighetshalt minskat pollen-kornens vattentilldragande kraft.

Staphyleaceæ.

Staphylea trifoliata. Utmärkt groning i 20 % rörs.gelatin. Att börja med drifva kornen vanligen två, stundom tre lika långa slangar, af hvilka dock i regeln endast en når någon mera betydande längd. Under första tiden äro dessa slangar starkt, ofta halfcirkelformigt krökta, men växa snart mera rakt och visa då en utpräglad pos. kemotropism gent emot växtprotein och dialyserad äggula. Kemotropismen, som sträcker sig öfver en yta af flera millimeters genomskärning, är hos denna art lika påfallande som hos *Narcissinéerna*.

Staphylea pinnata. Pollen tämligen dåligt, gror oregelbundet i sockergelatin, men de utvuxna slangarne visa en lika utpräglad protekemotropism som hos föregående art.

Angående *Sapindaceæ* och *Aceraceæ* jfr. Studier I p. 13—14.

Malpighiaceæ.

Malpighia glabra. Tämligen dålig groning i 5 % rörs.-agar, men omiskänlig kemotropism gent emot alkalialbuminat.

Rhamnaceæ.

Ceanothus azureus. På två timmar utmärkt groning i 2 % rörs.-agar och vacker kemotropism gent emot alkalialbuminat och kasein; slangarne växa i långa bågar, påminnande om dem hos *Tradescantia*. — På sådana ställen, där pollenkor- nen kommit att ligga tätt tillsammans i för öfrigt isolerade massor, bilda de ut- växande slangarne hopslingrande bylten eller nystan, hvilket tyder på en starkt utvecklad, negativt aerotropisk känslighet. (Jfr. i det följande kap. om negativ aerotropism).

Crassulaceæ.

Echeveria metallica. I 3 % rörs.-gelatin mycket hastig och kraftig groning och tydlig kemotropism gent emot koagulerad ovalbumin.

I ren gelatin god, men långsammare groning, för öfrigt som i föreg. fall.

I 10 % rörs.-agar jämn groning, men först efter 4—5 timmar; kemotropism synnerligen starkt utpräglad gent emot koag. ovalbumin.

Pachyphytum bracteatum: som *Echeveria*.

Drupaceæ.

Prunus avium. I 7 % rörs.-gelatin tydlig kemotropism gent emot det egna märket (den papillbeklädda ytan) samt emot koag. ovalbumin.

Papilionaceæ.

Lathyrus latifolius. I 5—10 % rörs.-agar tämligen hastig groning och ingen tydlig kemotropism gent emot proteinsubstanser. I 20 % rörs.-agar däremot lång- sammare groning, och inskränkt till proteinsubstansens omedelbara närhet i detta fall mycket tydlig kemotropism gent emot koag. ovalbumin.

Baptisia Leucantha. I 10 % rörs.-agar ingen groning utom i närheten af växt- protein och globulin; här äfven pos. kemotropism.

Loasaceæ.

Mentzelia Lindleyana. Synnerligen vacker och regelbunden groning i 10—15 % rörs.-agar. Utomordentligt stark kemotropism gent emot alkalialbuminat, koagule- rad ovalbumin och helikoproteid.

Alkoholtvättad thymus verkar groningshämmande, så att de närmast liggande kornen förete kulformiga uppsvallningar i stället för slangar; på längre afstånd från kornen inträder dock äfven här tydlig positiv kemotropism.

Datisceæ.

Datisca cannabina. Frömjölet af denna art gror synnerligen jämnt och bra i agarlösningar med tillsats af 1—2 % rörsocker. I 1 % rörs.-agar inträder på kort tid groning i hela preparatet, och utmärkt pos. kemotropism gent emot alkalialbu- minat, koagulerad ovalbumin, legumin, kasein, parakasein, vitellin, globulin, heliko- proteid, nuklein, pseudonuklein (svag, men tydlig retning), alkoholtorkad thymus.

I 2 % rörs.-agar inträder under de tre första timmarne groning endast i omedelbar närhet af korn af de ofvannämnda proteinsubstanserna, som alla verka i hög grad groningsbefordrande och samtidigt framkalla utpräglad positiv kemo- tropism. Småningom inträder dock groning i större delen af preparatet, och kemo- tropismen blir då ofta mindre tydlig.

Begoniaceæ.

Begonia hybrida. Jämn groning i 15 % rörs.-agar; tydlig kemotropism gent emot koagulerad ovalbumin, samt äfven, ehuru mindre tydligt, gent emot alkali- albuminat.

I 1,2 % rörs.-agar äfvenledes god groning; alkalialbuminat och globulin verka under dessa omständigheter något skadligt, så att många korn dö utan slangbild- ning i proteinsubstansens omedelbara närhet; de utvuxna slangarne visa tydlig positiv kemotropism.

Lythraceæ.

Lythrum Salicaria. Pollenslangarne af denna art äga en synnerligen starkt utbildad kemotropisk känslighet, påminnande om den hos *Narcissus Tazetta*. Ur försöksprotokollet må följande meddelas:

18 juli, varm, solig dag: i 5 % rörs.-agar många bristningar, men utomor- dentligt vacker kemotropism gent emot alkalialbuminat, koagulerad ovalbumin, heliko- proteid, vitellin och globulin.

30 juli, regnigt väder, tämligen kallt. Utmärkt groning i 5 % rörs.-agar, men endast kring proteinkornen; här äfven en stark ökning af tillväxthastigheten, så att de slangar som retas kemotropiskt, äro betydligt längre än de på gränzonen liggande, hvilka visserligen föranledts till groning, men ej till kemotropism.

Små, medelstora och stora pollenkor-ns slangar visa med afseende på kemo- tropismen inga skiljaktigheter.

Heimia salicifolia. I 1 % rörs.-agar synnerligen vacker, äfven på tämligen långt håll märkbar pos. kemotropism gent emot alkalialbuminat.

Aristolochiaceæ.

Aristolochia elegans. Sporadisk groning i 10 % rörs.-agar, men tydlig kemo- tropism gent emot koag. ovalbumin.

Primulaceæ.

Primula obconica. Tämligen god groning i 5 % rörs. agar. Påtaglig kemotropism gent emot alkalialbuminat och koagulerad ovalbumin.

P. chinensis: som föregående.

Cyclamen europæum. I 10 % rörs. agar utmärkt groning, men bäst i närheten af ett proteinämne. Tydlig kemotropism gent emot alkalialbuminat och kasein.

Hydrophyllaceæ.

Whillavia campanulacea. I 10—15 % rörs. agar utmärkt groning kring korn af koagulerad ovalbumin, men för öfrigt icke. Kring proteinsubstansen utmärkt positiv kemotropism. Kring globulin (kristallin) likaledes utmärkt groning på täml. stort område och vacker pos. kemotropism. Alkalialbuminat: dålig groning, men de utvuxna slangarne visa utpräglad kemotropism.

Phacelia tanacetifolia. I 10—25 % rörs. gelatin dålig groning, men de bildade slangarne visa tydlig pos. kemotropism gent emot växtprotein och koagulerad ovalbumin.

Phacelia congesta och *Cosmanthus fimbriatus:* som *Whillavia.*

Boraginaceæ.

Symphytum officinale. I 10 % rörs. agar i allmänhet endast sporadisk groning, men tämligen riklig slangbildning kring alkalialbuminat; här äfven en del bristningar men för öfrigt tydlig vacker kemotropism. I 15—20 % rörs. agar inträdde öfverhufvudtaget ingen groning.

Öfriga undersökta Boraginéer kunde ej förmås till slangbildning i kulturvätskor.

Solanaceæ.

Schizanthus pinnatus. God groning i 10 % rörs. agar. Tydlig kemotropism gent emot alkalialbuminat, som äfven verkar groningsbefordrande och stärkande med hänsyn till vitaliteten.

Nicotiana Sanderæ och *N. rustica:* som *Schizanthus.*

Scrophulariaceæ.

Veronica longifolia. Utmärkt groning i 10 % rörs. agar, tydlig kemotropism gent emot koagulerad ovalbumin; slangarna växa i långa bågar som hos *Tradescantia* i svaga sockerlösningar.

Linaria vulgaris. I 10 % rörs. agar sporadisk groning, lösningen tydligen något för stark, men det oaktadt tydlig kemotropism gent emot koagulerad ovalbumin.

Gesneraceæ.

Rhytidophyllum tomentosum. Vacker groning i 10 % rörs. agar. Tydlig pos. kemotropism gent emot koagulerad ovalbumin, alkalialbuminat, globulin och helikoproteid.

Med *Rhytidophyllum* öfverensstämma *Isoloma hirsuta* och *Columnnea frutescens.* — I sockergelatin erhöles, trots tämligen god groning, inga säkra resultat med de nu nämnda Gesneracéerna.

Oleaceæ.

Syringa vulgaris. God groning i 20 % rörs. gelatin; utpräglad pos. kemotropism gent emot märket, samt äfven, ehuru svagare, gent emot växtprotein.

Olea verrucosa. I 2 % rörs. agar inga bristningar, men endast sporadiska groningar, dock talrikare i närheten af kaseinkorn, som äfven föranleda positivt kemotropiska krökningar. Globulin verkar på samma sätt, men synes vara något kraftigare som kemotropikum.

Gentianaceæ.

Gentiana Saponaria. I 2 % rörs. agar tämligen dålig groning utom omkring korn af proteinsubstans, som verka i hög grad stimulerande på groningen och kornens lifskraft öfverhufvud. Tydlig positiv kemotropism iaktogs gent emot koagulerad ovalbumin, kasein (synnerligen stark), parakasein och helikoproteid.

Gentiana Pneumonanthe. Pollen tämligen nyckfullt med häusyn till groningen i kulturvätskor; t. ex. i 5 % rörs. agar stundom ganska vacker groning, stundom ingen. Proteinämnen verka dock alltid groningsstimulerande. Utmärkt vacker pos. kemotropism gent emot kasein, vitellin, globulin.

Erythraea litoralis och *E. glomerata:* som *Gentiana.*

Loganiaceæ.

Buddleia Lindleyana. Groning i 2 % rörs. agar hufvudsakligen inskränkt till proteinsubstansens närhet; tydlig kemotropism, slangarne växa mestadels redan från början rakt på proteinfragmenten (koagulerad ovalbumin, alkalialbuminat, kasein).

Apocynaceæ.

Lochnera rosea. Utmärkt groning i 10 % rörs. agar; synnerligen vacker pos. kemotropism gent emot koag. ovalbumin, globulin, kasein och helikoproteid.

Lobeliaceæ.

Lobelia fulgens. Efter 5 timmar i 10 % rörs. agar antydning till börjande groning i hela preparatet, men kring korn af koag. ovalbumin långa slangar, som visa utmärkt pos. kemotropism. — I 10 % rörs. gelatin med tillsats af små mäng-

der fri äpplesyra, redan efter 1 timme tydlig groning, men starkast avancerad kring korn af koag. ovalbumin, som äfven reta pos. kemotropiskt.

Isotoma longiflora. God groning i 10 % rörs.-agar, men stark påskyndning i närheten af koagulerad ovalbumin, som också framkallar mycket vacker pos. kemotropism. De närmast liggande kornens slangar växa rakt på, de andra i långa bågar mot proteinsubstansen.

Globulin och alkalialbuminat utöfva i rörs.-agar samma inverkan som ovalbumin. I sockergelatinlösningar gaf pollen af denna art endast negativa resultat med hänsyn till kemotropismen.

Cinchonaceæ.

Penthas carnea. God groning i 50 % rörs.-agar, men mycket hastigare än annars kring proteinsubstanser. Stark positiv kemotropism gent emot koagulerad ovalbumin, alkalialbuminat, kasein och helikoproteid; slangarne växa ofta i långa bågar emot kornen, som de sedan smyga sig utefter skenbart haptotropiskt. De ofvannämnda proteinämnen verka alla starkt groningsstimulerande.

Med *Penthas* öfverensstämmar fullkomligt *Manettia* sp. och *Hamelia patens*.

Galiaceæ.

Galium verum. Groning i 5 % rörs.-agar. Tydlig kemotropism gent emot koag. ovalbumin och globulin.

Caprifoliaceæ.

Lonicera tatarica. I 20 o/o rörs.-gelatin stark pos. kemotropism gent emot märket, samtidigt brista många korn. Äfven otvetydig pos. kemotropism gentemot växtprotein, som dock tyckes verka något skadligt.

Sambucus racemosa. Utmärkt groning i 1 % rörs.-gelatin, vacker kemotropism gent emot tvättad olöst diastas, mindre god, men dock tydlig gent emot växtprotein.

Angående *Viburnum* jfr. Studier I p. 14.

IV. Allmänna resultat angående den kemotropiska reaktionen.

1). *De kemotropiskt retande ämnernas kemiska kvalitet.*

De erfarenheter, som i detta hänseende meddelats i Studier I 1, grunda sig hufvudsakligen på försök, som anstälts med pollen af Narcissinées. De fortsatta iakt-

tagelser, som af förf. anstälts under de sista fem åren, ha emellertid ådagalagt, att de resultat, som med hänsyn till irritamentens kemiska kvalitet faststälts för Narcissinées pollenslangar, äga generell giltighet öfver hela angiospermlinjen, för så vidt öfverhufvudtaget protekemotropism här kunnat konstateras. Åtminstone har det i alla närmare undersökta fall visat sig, att den kemotropiska retningsförmågan ej tillkommer någon särskild grupp af proteinämnen, utan utmärker samtliga grupper af hithörande ämnen *med undantag af histonerna*. Af dessa hade visserligen en förening (nukleohiston från Hammarsten), som pröfvats 1900, visat sig utöfva en svag retning; sedan dess har jag emellertid genom prof. BANG's välvilja erhållit flera af honom framställda originalpreparat af histoner, hvilka alla ha visat sig vara starka gifter för pollenslangarne. De ifrågavarande preparaten utgjordes af *basisk histon*, *saltur histon* och *nukleinsyrad histon*. Äfven ett från prof. BANG erhållet preparat af nukleoproteid ur lymfkörtlar verkade giftigt på pollenslangarne.

Bortsett från dessa undantag synes det stora flertalet proteinämnen äga förmågan att reta pollenslangarne kemotropiskt, samt äfven verka groningsstimulerande. Detta gäller i hvarje fall för de undersökta representanterna för *albuminer*, *albuminater*, *globuliner*, *nukleoalbuminer*, *glukoproteider*, *nukleoproteider*, *albuminoider* samt bland fermenten *diastas*, *emulsin* och *ptyalin*.

Angående den starkare eller svagare retningsverkan, som dessa substanser utöfva på pollenslangarne, kunna knappast några generella lagbundenheter uppvisas. Hvad t. ex. Narcissinéesna beträffar, så äro här framför allt diastas och mucin-alkali starka retmedel; men i andra fall, t. ex. för Liliacéernas vidkommande, visar sig detta ej vara fallet, i det att dessa växters pollenslangar retas vida bättre t. ex. af koagulerad ovalbumin. Det är emellertid högst sannolikt, att denna differens ej förorsakas af proteinämnenas egen natur, utan beror på förorenande mineral-salter o. s. v., som äro oskadliga för Narcissinées pollenslangar, men till en viss grad paralysera proteinsubstansens kemotropiska inverkan på det för salter i hög grad ömtåliga Liliacépollenet. En gifven roll spelar naturligtvis här äfven preparatets vattenlöslighet, som i sin ordning växlar med preparatets framställningssätt, dess ålder o. s. v. Under sådana omständigheter inses det lätt nog, att några allmänna slutsatser härvidlag näppeligen skulle äga vetenskapligt värde.

Däremot ha de fortsatta undersökningarna skänkt allmängiltighet åt den genom studiet af Narcissinéesna vunna erfarenheten, att — bortsett från kolhydraterna — proteinämnen och de dessa närstående fermenten äro de enda substanser, som förmå utöfva en *positiv kemotropisk inverkan* på pollenslangarne, så att dessa ämnen härvidlag kunna betraktas som specifika retmedel, jämförliga med äpplesyran hos Pteridofyterna, rörsockret hos bladmossorna o. s. v. Utom de ämnen, som anges i Studier I p. 17 (klyfningsprodukter af ägghviteämnen och närstående ämnen), ha äfven en del andra, analoga föreningar t. ex. glutaminsyra och guanilsyra pröfvats med hänsyn till pollenkemotropisk inverkan, men alla med negativa resultat.

Endast i ett fall har en kropp, ej tillhörig proteinämnenas klass, visat sig kunna reta positivt kemotropiskt. Detta var fallet med lecithin (ex ovo, från

Merck), hvilket utlöste en relativt svag, men tydlig positiv kemotropism hos pollenslangarne af *Tradescantia virginica*. Om det i detta fall varit lecithinet som sådant eller små föreningar af proteinsubstans, som förorsakat den kemotropiska retningen, vågar jag ej afgöra. Anmärkas bör, att *Tradescantia*-pollenet utmärker sig för en ovanligt skarp sensibilitet gent emot proteinämnen. Gent emot mindre protein-känsliga pollenslangar t. ex. *Allium* visade sig lecithinet overksam som kemotropikum.

Utom af de ofvannämnda proteinämnena, som trots sitt mer eller mindre förorenade tillstånd dock måste betraktas som kemiska individer i vanlig mening, föranledas pollenslangarne till positivt kemotropiska krökningar äfven af en del andra i kemiskt hänseende heterogena substanser. Hit höra dels en del preparat af djuriska organ t. ex. *Lien pulv. sicc.* (Merck), *Testes pulv. sicc.* (Merck), samt en del födoämnen t. ex. hvetebröd, gulan och hvitan ur hönsägg¹⁾, vissa ostsorter. I alla dessa fall är det påtagligen de ifrågavarande substansernas halt af proteinämnen, som föranledt pollenkemotropismen. Den, som för undervisningsändamål o. s. v. vill demonstrera pollenslangarnes proteokemotropism, behöfver alltså endast gelatin, socker och ett hårdkokt ägg, hvarvid gulan är att föredraga framför den oftast något skadligt verkande hvitan. Som försöksväxter lämpa sig allt efter årstiden *Narcissus*-arter, *Viburnum Lantana*, *Aesculus*, *Lythrum Salicaria*, *Lobelia fulgens* o. s. v.

Med hänsyn till de kemotropiskt verksamma ämnenas natur diskuterades i Studier I p. 16—17 den frågan, »huruvida det verkligen är proteinämnena som sådana, hvilka framkalla den kemotropiska 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 impregnerats med diastatiska ferment, låt vara helt små mängder, men dock tillräckliga för att frambringa en kemotropisk retning. Det bör nämligen ihågkommas, att nästan alla växters 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 och RÖHMANN för ej länge sedan uppvisat, äfven i blod- och lymfserum. Ja, till och med i hönsägget förefinnes enligt MÜLLER'S och MASUYAMA'S undersökningar ett diastatiskt ferment och detta såväl i gulan som hvitan.»

För den nu antydda möjligheten talade utom hvad som nyss anförts, äfven den utomordentligt starka kemotropiska retverkan, som de pröfvade diastapreparaten utöfvade i sådana fall, där deras halt af mineralsalter ej verkade skadligt. Mot det ifrågavarande antagandet talade bland annat det förhållandet, att *hämoglobinet*,

¹⁾ Äfven gulan och hvitan ur *skatägg* (s. k. *Tata-albumin*) verkar starkt positivt kemotropiskt på *Narcissus*-pollen, ehuru samtidigt något giftigt.

som framställes ur de fullkomligt diastafria röda blodkropparne, dock är ett ganska skarpt pollenkemotropicum¹⁾.

Sedan förra delen af dessa undersökningar offentliggjordes, ha emellertid beständare hållpunkter vunnits för afgörandet af detta spörsmål. Å ena sidan har ett preparat af *kristalliseradt* och enligt uppgift *fermentfritt* albumin, för hvilket jag har att tacka prof. BANG, visat sig vara ett kraftigt kemotropikum gent emot t. ex. *Narcissus*-pollenslangar. I samma riktning gå äfven de slutsatser, som kunna dragas ur de rön, hvilka nyligen gjorts med hänsyn till *Marchantia*-spermatozoernas kemoaxis. Enligt hvad förf. ådagalagt²⁾, påverkas äfven dessa kemotaktiskt af proteinämnen, och visa med hänsyn till de kemotaktiskt verksamma ämnenas kvalitet en påfallande öfverensstämmelse med pollenslangarne³⁾. För dessa fritt kring-simmade spermatozoer är det möjligt att med ganska stor noggrannhet bestämma »retningströskeln», d. v. s. den lägsta koncentration, vid hvilken retmedlet ännu verkar kemotropiskt. För diastasen å ena sidan och det med ytterst små diastasmängder impregnerade ovalbuminet erhåller man då så närliggande värden ($\frac{1}{200000}$, $\frac{1}{100000}$), att hvarje tanke på att diastasen i senare fallet skulle vara den kemotaktiskt verksamma beståndsdelen i preparatet måste uppgifvas. Ehuru analogislutledningar som bekant endast äga ett relativt berättigande på det biologiska området, torde man dock i betraktande af pollenslangarnes och *Marchantia*-spermatozoernas öfverensstämmelse i öfrigt, i det nyss relaterade förhållandet kunna se en bekräftelse af den åsikten, att det är proteinämnena själfva, som oberoende af diastatiska tillsatser föranleda den kemotropiska reaktionen hos pollenslangarne.

Ett förhållande, som i förstone synes tala för den uppfattningen, att halten af diastatiska ferment vore afgörande med hänsyn till ett preparats verksamhet som kemotropikum, skall emellertid i korthet omnämnas i detta samband. Angående förekomsten af diastatiska ferment i assimilerande blad ha BROWN och MORRIS⁴⁾ konstaterat, att diastas alltid förefinnes i örtbladen, men hos olika växter i högst olika mängd. Genom att låta 10 gr. af den torkade och pulveriserade blads substansen under 48 timmar inverka på stärkelselösning och därefter bestämma mängden af bildad maltos, kunde BROWN och MORRIS kvantitativt bestämma den i olika blad befintliga diastasen och ha på grundvalen af dessa bestämningar uppgjort en tabell, ur hvilken följande data må anföras:

10 gram maltdiastas	ge 634	gr. maltos
» <i>Pisum</i> -blad	» 240	» »
» <i>Lathyrus</i> -blad	» 100	» »
» <i>Tropaeolum</i> -blad	» 4—10	» »
» <i>Hydrocharis</i> -blad	» 0,3	» »

¹⁾ Möjligt vore dock, att *hämoglobinet* sekundärt kunde impregneras med diastas från blodets serum.

²⁾ LIDFORSS: Ueber die Reizbewegungen der *Marchantia*-spermatozoiden, Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. XLI, Heft 1.

³⁾ l. c. p. 77—78.

⁴⁾ BROWN and MORRIS: Journ. of the Chemical Soc. 1893. p. 660.

Undersöker man de af BROWN och MORRIS analyserade bladen med hänsyn till deras förmåga att kemotropiskt reta pollenslangar, d. v. s. placerar man med dest. vatten afspolade tvärsnitt af bladen i en stelrande gelatinkultur af t. ex. *Narcissus*-pollen, så finner man en bestämd parallellism mellan den af BROWN och MORRIS funna diastashalten och snittets kemotropiska retningsförmåga: *Pisum* och *Lathyrus* blad reta mycket starkt, *Tropaeolum*- och *Hydrocharis*-blad föranleda ingen märkbar kemotropism. Emellertid vore det säkerligen förhastadt att på grund här af vilja tillerkänna diastasen något monopol som pollenkemotropikum. Diastasens intensiva verkningar som kemotropikum torde till stor del bero därpå, att den diffunderar raskare ¹⁾ än de egentliga proteinämnen, hvilket förklarar den starka retningsverkan, som Papilionacébladen utöfva på pollenslangarne. Å andra sidan torde, såsom redan JOST framhållit ²⁾, den ringa diastatiska kraften hos *Hydrocharis*- och *Tropaeolum*-blad stå i samband med dessa växters rikedom på garfsyra, som genom utfällning gör diastasen överksam. Då detta äfven gäller om proteinämnen, som af garfsyra öfverförs till olösliga föreningar, så erhåller dessa blads kemotropiska verkningslöshet härmed sin naturliga förklaring, utan att proteinämnenas förmåga att som sådana utöfva kemotropisk retning på pollenslangarne behöfver sättas i fråga.

* * *

I det föregående har endast afhandlats den kemotropism, som hos pollen slangarne utlöses af proteinämnen och närstående föreningar (diastas o. s. v.). Enligt MIYOSHI's undersökningar retas emellertid åtskilliga pollenslangar äfven af kolhydrater (druf-, frukt- och rörsocker samt dextrin), och det uppstår då den frågan, i hvad förhållande denna *saccharo-kemotropism* står till den hittills afhandlade proteokemotropismen. A priori föreligger ju å ena sidan den möjligheten, att liksom bladmosornas spermatozoer endast retas af kolhydrater, och *Marchantia*-spermatozoerna endast af proteinämnen, så kunde hos vissa bestämda växtgrupper endast kolhydrater, hos andra däremot endast proteinämnen utgöra de gent emot pollenslangarne verksamma kemotropica. Å andra sidan förefinnes äfven den möjligheten, att pollenslangarne hos en och samma växt kunna retas kemotropiskt så väl af proteinämnen som kolhydrater. Ett sådant analogt förhållande finna vi realiseradt hos t. ex. spermatozoerna af *Salvinia* ³⁾ och *Equisetum* ⁴⁾, hvilka liksom

¹⁾ BROWN and MORRIS.

²⁾ JOST: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, p. 199.

³⁾ SHIBATA: Studien über die Chemotaxis der *Salvinia*-spermatozoiden, The Botanical Magazine, Vol. XIX N:o 219.

⁴⁾ LIDFORSS: Ueber die Chemotaxis der *Equisetum*-spermatozoiden, Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. XXIII, Heft 7. — SHIBATA: Ueber die Chemotaxis der Spermatozoiden von *Equisetum*, The Botanical Magazine, Vol. XIX N:o 223.

ormbunkspermatozoerna lockas af äpplesyra, men därjämte retas mycket starkt kemotropiskt af *calcium* och *strontium*-salter.

På det stadium, där mina pollenkemotropiska undersökningar befunno sig vid redigerandet af Studier I, förelågo åtskilliga fakta, som syntes tala för det förstnämnda alternativet. Så t. ex. befunnos pollenslangarne af *Agapanthus umbellatus*, som enligt MIYOSHI retas af kolhydrater och af honom användts som försöksobjekt vid konstaterandet af WEBBERSKA lagens giltighet för saccharokemotropismen ¹⁾, vid odling i sockergelatin vara fullkomligt okänsliga gent emot de använda proteinämnen. Dessutom visade det sig, att pollenslangar af *Narcissus poeticus* i flera fall vuxo indifferentt förbi eller öfver klyföppningarne hos *Tradescantia*-blad, som injicerats med 5—10 % rörsockerlösningar. Under sådana förhållanden föreföll det sannolikt, att vissa pollenslangar retades af kolhydrater, andra af äggviteämnen, och i Studier I talas därför om *sockerkänsliga* och *proteinkänsliga* pollenslangar, dock med bestämdt framhållande af att »det antal familjer, angående hvilkas pollenkemotropism säkra data föreligga, ännu är alldeles för litet för att tillåta några generella slutsatser beträffande förekomsten och utbredningen af den kemotropiska sensibilitetens olika former i växtriket» ²⁾.

På grund af de erfarenheter, som numera föreligga, måste det emellertid anses vara fullt bevisadt, att båda slagen af kemotropisk retbarhet kunna koexistera hos pollenslangarne af samma växt. Ett bestämdt vittnesbörd härom utgör bl. a. just pollenet af *Agapanthus umbellatus*, hvars slangar i rörs.-agar intensivt retas af albumin, globulin o. s. v. Genom tillämpning af samma teknik som användts för att bestämma retningsströskeln och för hvilken utförligt redogöres i nästa kapitel, har det äfven lyckats mig att hos vissa Narcissinées t. ex. *Vallota purpurea* påvisa positiva krökningsrörelser, föranledda af 5—8 % rörsockerlösningar. Vid bedömandet af dessa försöks beviskraft ³⁾ måste emellertid äfven hänsyn tagas till det i Afdeln. VI närmare berörda förhållandet, att nämligen pollenslangarne i allmänhet äro osmotropiskt retbara. Ett särhållande af kemotropism och osmotropism hos pollenslangarne försvåras högst väsentligt däraf, att kolhydraternas osmotropiska inverkan här ej kan direkt jämföras med, resp. ersättas af isosmotiska saltlösningar, enär äfven i öfrigt oskadliga neutralsalter (KNO_3 , KCl, NaCl o. s. v.) redan vid låga koncentrationer verka starkt giftigt på pollenkornen. Då emellertid

¹⁾ MIYOSHI: Reizb. der Pollenschl., Flora 78, p. 81.

²⁾ Studier I, p. 19.

³⁾ I Studier I p. 4 angifves för påvisandet af saccharo-kemotropism hos pollenslangarne, en metod, som visserligen grundar sig på en fullt riktig tankegång, men som dock i praktiken ej alltid leder till inkastfria resultat. Om nämligen en växts pollenslangar retas af motsvarande märke i ren agar eller gelatin, men däremot icke i t. ex. 2—5 % rörsockeragar, så ligger det ju onekligen närmast till hands att i sistnämnda fall betrakta uteblifvandet af den kemotropiska reaktionen som en följd af och ett bevis för att den från märket i agar-kulturen utgående kemotropiska retningen verkligen förorsakas af rörsocker. Olikskheten i försöksresultaten kan dock äfven bero därpå, att slangarne i rörsockerlösningen växa hastigare än de i ren agar och sålunda hinna växa förbi stiftet, innan ännu en tillräckligt stark diffusionszon af proteinämne eller diastas hunnit bildas. Jfr. sid. 9.

MYOSHI uppger¹⁾, att de af honom studerade pollenslangarne intensivt retas af rörsocker, men däremot nästan alls icke («fast gar nicht») af isosmotiska maltoslösningar, så måste man, förutsatt att denna uppgift är riktig²⁾, häri se ett bevis för att de ifrågasvarande krökningsrörelserna verkligen äro af kemotropisk natur.

Hvad slutligen *sensibiliteten* för proteinämnen beträffar, så måste denna bero på en helt annan *perceptionsprocess* än den, som äger rum vid retningen medels kolhydrater. Detta följer omedelbart af det förhållandet, att proteinämnenas förmåga att utlösa kemotropiska krökningsrörelser hos pollenslangarne (i och för sig) på intet sätt påverkas af samtidigt närvarande kolhydrater. Vi måste alltså antaga, att det hos pollenslangarne finnes en särskild perceptionsapparat för proteinämnen, en annan för kolhydrater.

2). Retningströskeln.

En noggrann bestämning af den minimala koncentration, som kräfvades för att utlösa en synlig kemotropisk reaktion, stöter på icke obetydliga svårigheter. I främsta rummet beror detta därpå, att de kemotropiska krökningarna äro tillväxtrörelser, som kräva en viss tid för att realiseras, medan t. ex. den kemotaktiska reaktionen kan införas momentant. Innan reaktionstiden lupit till ända, kan därför ett koncentrationsfall, som i sin ursprungliga storlek räckte till för att framkalla en reaktion, ha hunnit utjämnas, och den äfven hos pollenslangarne befintliga autotropismen sörjer då för, att den ursprungligen inducerade reaktionen ej kommer till stånd. — En annan omständighet, som äfven är egnad att till en viss grad göra de erhållna värdena för retningsminimum illusoriska, är proteinämnenas konstanta halt af föroreningar, hvilkas grumlande inverkan på resultaten härvidlag ligger i öppen dag.

Emellertid framgår det redan af den intensiva kemotropiska inverkan, som en del i rent vatten mycket svårlosliga proteinämnen (kasein, globulin, nuklein o. s. v.) utöfva på pollenslangarne, att retningströskeln i dessa fall ligger synnerligen lågt.

¹⁾ Botan. Zeit. 1894 p. 25.

²⁾ I MYOSHI's pollenfysiologiska arbeten finnas enstaka uppgifter, angående hvilkas tillförlitlighet jag på grund af egna erfarenheter måste hysa vissa tvifvelsmål. Så t. ex. uppger i Flora Bd. 78 p. 80, att pollenslangarne af *Hesperis matronalis* kemotropiskt (och positivt) retas af ovula, tillhörig samma växt, om de växa på agartärningar, innehållande 0,25 %, 0,5 % och 1 % rörsocker och fuktade med en sockerlösning af samma koncentration, men att den kemotropiska reaktionen uteblir, om agartärningarna innehålla 2 % rörsocker. På grund häraf och under förutsättning af att den WEBERSKA lagen har samma giltighet för *Hesperis* som för *Agapanthus* drar nu MYOSHI den slutsatsen, att det af *Hesperis*-märket afsöndrade retmedlet består af en 0,4 % rörsockerlösning. — I de kulturförsök, som af mig anstälts under ofvan angifna försöksbetingelser, har det stora flertalet pollenkor af *Hesperis* brustit i 0,25—1-procentiga rörsockerlösningar; i starkare sockerlösningar har däremot konstaterats en tydlig protekemotropism. I betraktande af pollenets variabla beskaffenhet och äfven med tanke på att MYOSHI's undersökning utförts under PFEFFER's ledning, vågar jag dock för närvarande ej bestrida riktigheten af dessa MYOSHI's uppgifter.

Några exakta värden kunna naturligtvis ej erhållas på denna väg, då substansen användes i fast form.

För att något närmare kunna bestämma retningströskeln ha därför försök anstälts med diastaslösningar. Försöken utfördes på så sätt, att pollenkorerna fingo gro i en på objektglaset utbredd gelatindroppe, i hvars midt före stelrandet placerats en glaspärla. Efter 1—2 timmar, då slangarne befunno sig i rask tillväxt, borttogs glaspärlan försiktigt med en pincett, och i det på detta sätt uppkomna runda hålet ifylldes nu en diastaslösning af bestämd koncentration. Den från det centrala runda hålet i centrifugal riktning genom gelatinet diffunderande diastasen utlöste nu, allt efter lösningens koncentration, starkare eller svagare kemotropiska krökningsrörelser, hvilkas uppträdande och förlopp direkt kunde fullföljas under mikroskopet.

Som försöksväxt vid dessa experiment tjänade mestadels *Vallota purpurea*, hvars pollen gror raskt och jämnt, och hvars pollenslangar äga en starkt utbildad känslighet gent emot proteinämnen.

Med tillhjälp af den nu skildrade försöksmetoden har det kunnat påvisas, att *Vallota's* pollenslangar ännu af 1- och 0,1-procentiga diastaslösningar föranledas till tydliga positivt kemotropiska krökningar. Med lösningar af en diastashalt under 0,1 % erhöles däremot inga säkra resultat. Med iakttagande af de ofvan gjorda reservationerna skulle alltså retningströskeln i detta fall kunna fastställas till 0,1 % diastas. För andra, mindre känsliga pollenslangar torde den ligga åtskilligt högre.

3). Reaktionstiden.

Med reaktionstid betecknar man som bekant numera den tid, som åtgår från det ögonblick irritamentet börjar verka och till den tidpunkt, då en synlig reaktion börjar inträda. Då reaktionstiden bland annat äfven är afhäufig af tillväxthastigheten, är det tydligt att denna storhet kommer att bli olika, allt efter den inverkan kulturmediets beskaffenhet utöfvar på pollenslangarnes tillväxthastighet. I sockerlösningar af optimal koncentration ernär reaktionstiden sina minsta värden, men blir större i den mån tillväxthastigheten sjunker på grund af kulturvätskans allt för stora eller allt för ringa osmotiska kraft. Det hufvudsakliga intresset anknyter sig naturligtvis till sådana värden, som erhållas med under *optimala* betingelser växande pollenslangar.

Reaktionstiden kan utan svårighet bestämmas antingen därigenom, att på en i tillväxt stadd gelatin- (eller agar-)kultur placeras ett fragment af proteinämnet i fast form, som då sjunker ned i gelatinet och i den mån det löses blir centrum i en kemotropiskt verkande diffusionszon. Denna metod kan emellertid endast användas vid experiment med *lättlösliga proteinämnen* t. ex. diastas och albumin, hvarvid naturligtvis lösnings- och diffusionstid måste frånräknas. Säkrare resultat erhålles genom att anbringa retämnet i löst form och då lämpligen i en kavitet i gelatinet, såsom ofvan skildrats.

På detta sätt har reaktionstiden för kraftigt växande pollenslangar af *Vallota purpurea* befunnits utgöra omkring 5 minuter, för *Tradescantia virginica* och *Narcissus Tazetta* 2—3 minuter. För andra mindre känsliga pollenslangar erhållas vida högre värden.

En bestämning af presentationstiden d. v. s. *den minsta tid*, under hvilken irritamentet måste verka för att en reaktion skall komma till stånd, har af lätt insedda skäl ej kunnat verkställas.

4). *Repulsionsfenomen.*

I »Studier I» p. 13 har utförligt redogjorts för de repulsionsverkningar, som diastas i viss koncentration åstadkommer hos pollenslangarne af *Scilla campanulata* och som äfven framkallas af det papillklädda märket hos *Hæmanthus globosus*. Af den l. c. lemnade redogörelsen framgår det tydligt nog, att repulsionen i detta fall utgått från själfva proteinämnet (diastasen) och ej förorsakats af inblandade föreningar.

Sådana af proteinämnen framkallade repulsionsverkningar synas emellertid mycket sällan förekomma hos pollenslangarne. Så t. ex. har det hittills ej varit möjligt att framkalla några som helst repulsionsfenomen af detta slag hos Narcissinéerna, oaktadt hithörande växter, såsom redan framhållits, i allmänhet utmärka sig för ett gent emot proteinämnen ytterst känsligt pollen. Äfven de mest koncentrerade diastaslösningar ¹⁾ utlöste t. ex. hos pollenslangarne af *Vallota purpurea*, endast positivt kemotropiska krökningar. För öfrigt är ju redan den hos många pollenslangar förefintliga benägenheten att tränga in i den retande proteinmassan ett tydligt vittnesbörd om att någon negativ proteokemotropism hos dem ej kan träda i verksamhet.

Däremot förmå en del ämnen, hvilka samtidigt utöfva mer eller mindre intensiva giftverkningar, att framkalla utprägladt negativ kemotropism hos många pollenslangar ²⁾. Detta gäller dels om vissa tungmetallsalter, t. ex. kopparsalter i

¹⁾ Erhållna genom upplösning af 1 gr. diastas i 10 gr. H₂O.

²⁾ I MYIOSHI'S första arbete (Botan. Zeit. 1894 p. 25) uppgifves att alkohol, ammoniumfosfat, kalisalpetet och äpplesyradt natron verka »mer eller mindre repulsivt» på pollenslangarne af de undersökta arterna. Härvid är dock att märka, att den tankegång, som ledt MYIOSHI vid försöken öfver negativ kemotropism, involverar ett metodologiskt fel af betydelse. För att konstatera kemotropiska repulsionsverkningar förfor MYIOSHI på följande sätt (Bot. Zeit. p. 19): »Mit einem Stoff, der uns schon als anlockend bekannt ist, mischen wir einen andern, dessen Wirkung geprüft werden soll. Ist die anziehende Wirkung des ersten Stoffes nun in nichts gemindert, so schliessen wir auf vollständigen Indifferentismus des letzteren. Bleibt hingegen eine Anlockung aus, so können wir behaupten, dass der zweite Stoff auf die Hyphe abstossend wirkt.» MYIOSHI förbiser här, att ett uteblifvande af den kemotropiska reaktionen äfven kan komma till stånd därigenom, att den tillsatta substansen utan att i och för sig verka repulsivt, försvagar eller upphäver hyfernas resp. pollenslangarnes sensibilitet för det retande ämnet och härigenom förorsakar uteblifvandet af reaktionen. De i texten af förf. lemnade uppgifterna grunda sig därför enbart på sådana försök, där verkliga repulsionskrökningar direkt iakttagits.

mycket utspädda lösningar ¹⁾ samt om en del *sur*a, icke alltför lösliga salter t. ex. *sur äpplesyrad kalk*. Placeras några korn af detta tämligen långsamt diffunderande salt på en sockeragarkultur af *Tradescantia*-pollen, så dö de närmast liggande kornen utan att gro, men i diffusionszonens periferi växa nästan alla slangar radierande bort från diffusionscentrum, påtagligen drifna af negativ kemotropism. — På samma sätt verka äfven en del märken och snittytor från stift tillhörande andra växter, särskildt på Narcissiné- och Commelynacépollen. (Jfr. sidd. 7—8).

Under de i naturen herskande förhållandena torde emellertid dessa repulsionsverkningar spela en i hvarje fall högst underordnad rol, och de ha därför ej heller gjorts till föremål för några utförligare undersökningar. Pollenslangarnes förmåga att undfly ett giftigt kopparsalt är emellertid af ett visst teoretiskt intresse, såsom ett nytt exempel²⁾ på de *latenta retbarheter*, som stundom förefinnas hos växternas organ, och som särskildt af SACHS ³⁾ erhållit sin vetenskapliga belysning och värdesättning.

V. Hydrotropism.

En sådan retbarhet har redan konstaterats af MYIOSHI, ehuru med tillhjälp af en tämligen vansklig försöksteknik ³⁾. I vissa fall kan man emellertid påvisa den ifrågavarande tropismen på ett enklare sätt. Härtill lämpa sig dock endast sådana pollenslangar, som röja benägenhet att i starkt fuktig luft växa ut ur kultursubstratet ut i luften. Öfverför man ett sådant preparat i torrare (dock icke allt för torr) luft, med iakttagande af att objektivglasets öfversida med gelatin- eller agardroppen är vänd nedåt, så finner man, att de ifrågavarande slangarne kröka sig uppåt och smyga sig tätt utefter det fuktiga kultursubstratet alldeles som rötter i hydrotropiska försök smyga utefter den fuktiga stramaljen. Orsaken är tydligen i båda fallen densamma, alltså positiv hydrotropism. — Underlåter man att vid dessa försök vända preparatet med kulturdroppen nedåt, löper man fara att med positivt hydrotropiska krökningar förväxla sådana kollapser, som ofta inställa sig hos pollenslangarne till följd af minskad turgescens, framkallad genom vattenförlusten i den torra luften.

Medels den ofvan skildrade föranställningen har positiv hydrotropism kunnat påvisas hos pollenslangarne af *Bromelia vittata* och *B. amena*, *Iris Pseudacorus*,

¹⁾ Jfr. Studier I p. 9.

²⁾ SACHS: Über latente Reizbarkeiten, Flora 1893, Heft 1.

³⁾ MYIOSHI: Ueber Reizbeweg. der Pollenschläuche, Flora Bd. 74 (1894), p. 90.

Lilium Martagon, *Oenothera biennis*, *Epilobium angustifolium*, *Fuchsia virgata* m. fl. Troligen är positiv hydrotropism vidt utbredd hos pollenslangarne.

Nära besläktade med de hydrotropiska äro några riktningrörelser, som dock måste hållas i sär från de förra såsom varande yttringar af en särskild tropism, nämligen osmotropism.

VI. Osmotropism.

Riktningrörelser, som förorsakas af i vatten lösta ämnen, hvarvid dessa ämnen icke verka på grund af sina kemiska egenskaper, utan genom det osmotiska tryck de utöfva, ha först konstaterats af MASSART¹⁾. Negativ osmotaxis fann MASSART hos några i sött vatten lefvande bakterier (*Spirillum Undula* och *Bacterium Megatherium*), positiv osmotaxis däremot hos några i hafvet lefvande spiriller. MASSART'S undersökningar på detta område ha sedermera fullföljts och fördjupats af ROTHERT²⁾, hvares ifrågavarande arbete dock endast behandlar fritt rörliga organismer.

Angående osmotropiska rörelser d. v. s. tillväxtkrökningar, förorsakade af lokala differenser i mediets osmotiska tryck, förefinnas endast sporadiska uppgifter i litteraturen. I JOST'S förträffliga »Vorlesungen über Pflanzenphysiologie» omnämnes osmotropism alls icke, och äfven i PFEFFER'S handbok³⁾ finner man i kapitlet »Chemotropismus und Osmotropismus» utom allmänna betraktelser öfver osmotropismens väsen endast den uppgiften, att osmotropisk retbarhet förefinnes hos vissa mögelsvampars mycelium och »wohl auch von dem verschiedener anderer Pilze». Uppgiften om osmotropismens förekomst hos mögelsvamparne stöder sig på arbeten af MYIOSHI⁴⁾ och STEYER⁵⁾ där emellertid denna tropism behandlas skäligen fragmentariskt. Några andra uppgifter om osmotropismens utbredning i växtriket föreligga, så vidt jag vet, icke.

Hos alla i detta hänseende undersökta pollenslangar förefinnes emellertid en väl utpräglad negativ osmotropism. Tekniken vid dessa på osmotropism riktade försök har gemenligen varit följande:

Pollenkornen utsås i den yttersta kanten af gelatin- eller agardroppen, hvares sockerhalt väljes tämligen låg, dock ej så låg, att pollengröningen skadligt influeras.

¹⁾ MASSART: Archives de Biologie, Bd. 9 (1889) p. 575.

²⁾ Densamme: Bullet. Acad. Belg., Bd. 22.

³⁾ ROTHERT: Beobachtungen und Betrachtungen über die taktischen Reizerscheinungen, Flora, Bd. 88 (1901).

⁴⁾ PFEFFER: Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., Bd. II, pp. 581—586.

⁵⁾ MYIOSHI: Ueber Chemotropismus der Pilze, Bot. Zeit. 1894.

⁶⁾ K. STEYER: Ueber Reizkrümmungen bei Phycomyces, Leipzig 1901.

Preparatet förvaras att börja med i starkt fuktig luft, men öfverföres sedermera, när slangarne nått en viss längd, i torrare luft, så att en lifvigare afdunstning äger rum. Genom det sätt, hvarpå afdunstningen under dessa omständigheter sker, blir sockerkoncentrationen i kulturdroppens kant starkare än i droppens midtpartier, hvartill kommer att de utväxande slangarne upptaga vatten i större proportion än socker, så att äfven härigenom en koncentrerung af sockerhalten vid droppens kanter kommer till stånd. Under sådana omständigheter fly pollenslangarne, drifna af negativ osmotropism, den högre koncentrationen och växa rakt inåt, centripetalt, så att förhållandena i ett sådant preparat (utan täckglas) på ett öfverraskande sätt påminna om de riktningrörelser, som ofta uppträda i med täckglas betäckta pollenkulturer, och som af MOLISCH m. fl. tolkats som yttringar af negativ aërotropism. Använder man pollen med större korn och grofva slangar t. ex. *Vallota purpurea* eller *Epilobium angustifolium*, kan pollenslangarnes centripetala regelbundna tillväxt- riktning utan svårighet iakttagas makroskopiskt.

En dylik negativ osmotropism har efter den här angifna metoden kunnat påvisas hos pollenslangarne af en mängd växter, så t. ex. hos alla de i det föregående nämnda arterna af släktena *Narcissus*, *Vallota*, *Heemanthus*, *Imantophyllum*, *Lilium*, *Impatiens*, *Tropaeolum*, *Epilobium*, *Oenothera*, *Lythrum* o. s. v. Man torde näppeligen taga fel, om man betraktar den negativa osmotropismen som en allmänt utbredd egenskap hos angiospermernas pollenslangar.

Att de i detta kapitel behandlade riktningrörelserna verkligen äro af osmotropisk och ej af kemotropisk natur framgår, utom af de redan berörda förhållandena, äfven af de resultat, som erhållits med sådana kulturer i gelatin eller agar, där sockret varit ersatt af glycerin. I 3—6-procentiga glycerinlösningar (isosmotiska med 6—12-procentiga druf- och 12—25-procentiga rörsockerlösningar) växa många pollenslangar lika bra, stundom t. o. m. bättre än i motsvarande sockerlösningar. Nu har redan MYIOSHI¹⁾, hvares uppgifter på denna punkt jag tillfullo kan bekräfta, påvisat att glycerinen icke är i stånd att utlösa kemotropiska retningsrörelser hos pollenslangarne. Odlar man nu pollen af t. ex. *Narcissus poeticus* under de försöksbetingelser, för hvilka ofvan redogjorts, i 1,5—3-procentig glycerin-gelatin resp. glycerin-agar, så finner man att slangarne växa centripetalt inåt från droppens kant mot dess midt med lika stor precision som i isosmotiska rörsockerlösningar — tydligen ett ytterligare bevis för att dessa irritationsrörelser äro af osmotropisk art.

Vid de osmotropiska retningsfenomenen inträder mycket ofta, man vore nästan frestad att säga som regel, en ökning af tillväxthastigheten, som enligt den af CZAPEK införda terminologien bör betecknas som osmo-dolichosis. Har man i en lagom starkt afdunstande socker-gelatinkultur utsatt pollenkorn dels i kanten, dels i droppens midt, så retas åtminstone under de första timmarna de i centrum befintliga slangarne icke osmotropiskt. Jämför man nu t. ex. efter tre timmars förlopp de perifert belägna och osmotropiskt retade slangarne med de centralt liggande

¹⁾ Bot. Zeit. 1894, p. 26.

oretade, så befinnas vanligen de förra vara märkbart, ofta dubbelt längre än de senare. Man får det intrycket, att de retade slangarne med uppjudande af sina yttersta krafter söka undfly en koncentration af näringsvätskan, som slutligen måste förlama och döda dem, och till en viss grad nå de ju äfven sitt mål.

I biologiskt hänseende torde den negativa osmotropismen också spela en viss rol vid pollenslangarnes inträngande i märket eller åtminstone vid deras inåtvända tillväxtriktning, då ju det ofta sockerhaltiga märkesekretet småningom afdunstar, så att förhållanden i viss mån analoga med de nu skildrade vid artificiella kulturer, komma till stånd.

* * *

*

En positiv osmotropism, som föranleder pollenslangarne att från en svagare sockerkoncentration växa in i en starkare, är mycket vanskelig att påvisa på den grund, att en sådan tropism endast med svårighet kan särskiljas från positiv kemotropism. Dock tala åtskilliga förhållanden för den uppfattningen, att de af kolhydrater föranledda krökningsrörelser, som af MYIOSHI tolkats som yttringar af positiv kemotropism, i vissa fall äro af osmotropisk natur. För närvarande är jag emellertid ej i stånd att lämna några afgörande bevis härvidlag, så att denna fråga tillsvidare måste lämnas derhän.

VII. Äerotropism.

Den i det föregående skildrade negativa äerotropismen räcker i de flesta fall till för att förklara de inåtriktade tillväxtrörelser, som pollenslangarne ofta utföra äfven i med täckglas täckta kulturer, och som af MOLISCH m. fl. tydts som yttringar af negativ äerotropism¹⁾. Särskildt det i Studier I p. 22 anmärkta förhållandet, att den centripetala (täckglaskanten flyende) tillväxtriktningen mest eklatant uppträder på sådana ställen i preparatet, där talrika pollenslangar ligga tätt intill hvarandra, och där sålunda sockerkoncentrationen äfven stegrats genom de växande pollenslangarnes upptagande af vatten, utgör ett tydligt vittnesbörd om att osmotropiska faktorer i hvarje fall äro medverkande vid dessa riktningrörelser.

Mot antagandet af en negativ äerotropism hos pollenslangarne talade dessutom försök, som anstälts med klorofyllhaltiga väfnadsfragment som syreaftsöndrare i pollenkulturer under täckglas. Användes för detta ändamål bladfragment af

¹⁾ Jfr. Studier I, p. 20 och ff.

vattenväxter (*Elodea*, *Batrachium*, *Ceratophyllum*) eller algtrådar (*Spirogyra*, *Zygnema*), så visade det sig, naturligtvis under förutsättning att det hela utsattes för lämplig belysning, att de i närheten af den naturliga syrealstraren befintliga kornen (men endast dessa) drefvo normala slangar, som emellertid ej visade någon som helst orientering i förhållande till syrekällan. På grund häraf samt på grund af hvad som redan anförts i det föregående angående osmotropismens¹⁾ rol vid den centripetala tillväxtriktningen drogs (Studier I, p. 23 och ff.) den slutsatsen, att en negativ äerotropism öfverhufvudtaget ej existerade hos pollenslangarne.

Fortsatta försök med naturliga syreaftsöndrare ha emellertid visat, att denna slutsats, hvares logiska berättigande är odisputabelt, dock ej äger generell giltighet. Använder man nämligen i stället för de ofvannämnda syrealstrarne friska, i god kondition varande mossblad, så erhåller man i vissa fall icke blott pollengroning, utan äfven tydlig negativ äerotropism, yttrande sig däri, att pollenslangarne växa rakt ut vinkelrätt från den syrealstrande bladkanten. Synnerligen instruktiva resultat ha i detta hänseende erhållits med pollen af *Narcissinées* t. ex. *Hæmanthus puniceus*, *Narcissus poeticus* och *N. Tazetta* m. fl.

Vid anställandet af äerotropiska försök enligt den nu angifna metoden har man emellertid särskildt att aktgifva på två omständigheter. För det första att de som syrealstrare tjänande bladen äro friska och ej själfva utöfva någon kemotropisk inverkan på pollenslangarne: detta är, såsom redan framhållits, fallet med diastasrika örtblad t. ex. af *Papilionacées*; sådana objekt äro naturligtvis odugliga för äerotropiska försök. För det andra gäller det att välja så låga sockerkoncentrationer, att assimilationen ej nedsättes i högre grad, enär man då riskerar att antingen groningen uteblir eller att den alstrade syremängden visserligen räcker till för ett framkalla groning, men ej för att utlösa negativ äerotropism. En sådan neutral zon, där pollenkornen grott, utan att slangarne visa någon som helst orientering i förhållande till syrekällan finner man för öfrigt i försök med mossblad regelbundet på gränsen mellan det fält, där slangarne retats äerotropiskt och det område, där ingen groning kommit till stånd. Förhållandet erinrar om hvad som äger rum t. ex. i en 20 % rörs-agarkultur af *Leucojum aestivum* med inströdda korn af alkalialbuminat: närmast kring proteinsubstansen inträder groning och stark positiv kemotropism, därpå följer en zon, där visserligen groning, men ingen kemotropism förefinnes, och slutligen det vida fält, där äfven groningen uteblifvit.

Att den negativa äerotropismen uteblifvit i de försök med lefvande syrealstrare, för hvilka redogjorts i Studier I p. 23, beror tydligen därpå, att de klorofyllhaltiga blad- och algfragment, som kommit till användning i dessa försök, ej producerat större syremängder än att dessa förbrukats vid pollenslangarnes andning i den

¹⁾ I Studier I tolkas de ifrågavarande riktningrörelserna som yttringar af *hydrotropism*. Ehuru många omständigheter tala för riktigheten af ROTHBERT's åsikt att *hydrotropism* och *osmotropism* utlösas af samma retningsorsak (Flora 1901), torde de båda tropismerna dock tills vidare böra hållas åtskilda, och de här behandlade rörelserna då uppföras som yttringar af *osmotropism*. Jfr. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, Zweite Auflage, Bd. II p 581.

mån de diffunderat ut i mediet¹⁾. Orsaken till den relativt ringa syreproduktionen torde vara att söka dels i de använda växtdelarnes specifika beskaffenhet, dels i den omständigheten att assimilationsenergien blifvit nedsatt på grund af mediets sockerhalt, i det att de gröna cellerna utifrån upptagit socker, som vid en anhopning i cellen till en viss koncentration nedsätter eller eventuellt fullständigt förlamar kolsyreassimilationen²⁾.

Det nu berörda förhållandet bidrager att i afsevärd grad inskränka användbarheten af syrgasafsöndringsmetoden i och för påvisandet af negativ aërotropism. Ty redan när det gäller sådana pollenslangar, hvilkas grönings- och tillväxtoptimum ligger vid 20 % rörsocker, nedsättes ofta de klorofyllförande cellernas assimilationsenergi högst betänkligt, och i sockerlösningar af 25—40 % rörsocker kunna i regeln inga resultat påräknas. Å andra sidan är den metod, enligt hvilken MOLISCH trodde sig kunna påvisa och faktiskt i vissa fall påvisat en negativ aërotropism, ej heller användbar i oinskränkt grad, då ju äfven i starkt fuktigt rum en afdunstning äger rum och härigenom, liksom äfven genom de växande pollenslangarnes vatten upptagande, betingelserna för osmotropisk retning komma till stånd. Det lider dock intet tvifvel, att dessa svårigheter i framtiden skola kunna öfvervinnas genom en rationellt varierad försöksanordning (användning af gröna celler med hög och i nödfall med konst stegrad turgor o. s. v.).

På det stadium, där pollenfysiologien för närvarande befinner sig, kan emellertid redan med bestämdhet fastslås, att aërotropismen ingalunda, såsom fallet synes vara med kemo- och osmotropismen, är en retbarhet, som tillkommer flertalet eller kanske alla pollenslangar. Den är tvärtom med säkerhet begränsad till vissa bestämda familjer, släkten eller arter. Otvetydig aërotropism har jag hittills kunnat påvisa hos flertalet af de i det föregående omnämnda representanterna för familjerna *Commelynaceæ*, *Narcissineæ*, *Bromeliaceæ*, *Crassulaceæ*, *Personateæ*, *Cinchonaceæ*.

Slutligen må framhållas, att frånvaron af aërotropism ofta röjer sig därigenom, att pollenslangarne (i kulturer utan täckglas) växa ur gelatin resp. agarlösningen ut i luften. Å andra sidan kan den negativa aërotropismen under liknande kultur-betingelser göra sig märkbar däri, att slangarne från pollenkorn, som ligga tätt tillsammans i för öfrigt isolerade grupper, slingra sig tillsammans och bilda formliga nystan eller bylten. Fenomenet erinrar i viss mån om Paramæciernas bekanta benägenhet att hopa sig samman i täta skaror, men förorsakas påtagligen ej af begär efter den utandade kolsyran, utan af pollenslangarnes sträfvan att uppsöka syrgasfattiga ställen i preparatet.

* * *

¹⁾ De resultat, som erhållits genom att nedsänka täckglaskulturen under vatten (Studier I, p. 26), bero tydligen dels på ringa syretillgång, dels därpå att afdunstningen och därmed möjligheten för den negativa osmotropismens inträdande varit fullkomligt upphäfd.

²⁾ SAPPOSCHNIKOFF: Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1891 och 1893; EWART, Journal of the Linn. Soc. 1896, Bd. 31.

Den biologiska betydelsen af de i dessa studier behandlade irritationsrörelserna ligger i öppen dag och har för öfrigt i största allmänhet redan behandlats af MYIOSHI¹⁾. Däremot saknar man ännu detaljerade och målmedvetna undersökningar angående de organisationsförhållanden i märke, stift och fruktämne, som så att säga korrespondera med de hos pollenslangarne inneboende retbarheterna. I själva verket ha sådana undersökningar ej heller kunnat planläggas, ännu mindre utföras, så länge man ännu sväfvade i okunnighet om pollenslangarnes fysiologiska egenskaper. Genom kannedomen härom öppnas ett nytt fält för den biologiska forskningen, på hvilket säkerligen många intressanta rön stå att göra, men som ligger utanför den för dessa undersökningar utstakade ramen.

¹⁾ Flora, 78 p. 88—90.