



Onderzoekingen over de platanaceae

<https://hdl.handle.net/1874/280183>

A. qu. 192, 1923

ONDERZOEKINGEN OVER DE PLATANACEAE



J. BROUWER

s.
cht

5

Diss Utrecht 1923

ONDERZOEKINGEN OVER DE PLATANACEAE.

Proefschrift tot het verkrijgen van den graad van doctor in de wis- en natuurkunde aan de Rijks-Universiteit te Utrecht, op gezag van den Rector magnificus Mr. J. C. NABER, Hoogleeraar in de Faculteit der rechtsgeleerdheid, volgens besluit van den Senaat der Universiteit tegen de bedenkingen van de Faculteit der wis- en natuurkunde te verdedigen op Woensdag, den vierden Juli 1923, des namiddags te 4 ure

door

JACOBA BROUWER

geboren te Batavia



Bij het einde van dit deel mijner studie richt ik mijn dank tot U allen, die ik heb gezocht om mijne kennis uit te breiden. Gij hebt mij zeer veel gegeven, des te meer gegeven omdat ik, bij U komende, reeds begreep, hoeveel Gij mij gaaft. Elders lag mijn eerste zoeken; bij U, tot wien ik nu het woord richt, heeft zich het vervolg van mijn weg gevormd.

In het bijzonder zou ik U willen danken, Hooggeleerde Pulle, Hooggeachte Promotor, voor de bereidwilligheid, welke ik bij gelegenheden van U mocht ondervinden, toen ik Uw hulp kwam zoeken.

Mijn dank ook zou ik nog wenschen te richten tot U, Hooggeleerde Wichmann, voor de vriendelijke wijze, waarop Gij mij hebt geholpen.

Tot U, Hooggeleerde Westerdijk, wilde ik een woord van groote waardeering richten voor de wijze, waarop Gij mij hebt bijgestaan.

Ook Gij, Hooggeleerde Rutten, hebt mij Uw bijstand gegeven. Het is met groote erkentelijkheid, dat ik U gedenken zal.

Bij de uitvoering van dit werk heb ik Uwe groote vriendelijkheid leeren waardeeren, Hooggeleerde Boeke.

Gij, Hooggeleerde Went. Zeer dank ik U voor Uwe lessen.

Het was reeds voordat ik hierheen kwam, Hooggeleerde Jordan, dat ik het voor een student in de biologie noodzakelijk vond Uwe leervakken te bestudeeren. Ik dank U zeer.

Gij, Hooggeleerde Nierstrasz, hebt dank voor Uw waardevol inzicht, dat voor mij een richtsnoer was en zal blijven.

Ik wensch U met dank te gedenken, Gij, Hooggeleerde Heeren der Leidsche Universiteit.

Bij mijn werk heb ik velen ontmoet, aan wien ik grooten dank ben verschuldigd.

INLEIDING.

De Platanaceae vormen het onderwerp van dit onderzoek.

Van deze plantenfamilie werden de levenscyclus, de ontwikkeling en het bouwplan van bloeiwijze en bloemen, de bevruchting voor zoover mogelijk, nagegaan.

Eene aanwijzing omtrent het groote belang, hetwelk de Platanaceae van uit een systematisch oogpunt kunnen hebben, ligt opgesloten in de opvatting van Wettstein, welke systematicus in zijn „Handbuch der systematischen Botanik” de Platanaceae, tezamen met de Hamamelidaceae, als Hamamelidales feitelijk tot uitgangsreeks maakt voor de groep der Angiospermen. Dit geschiedde alleen op grond van het zeer oude type, hetwelk de Platanaceae volgens zijne meening voorstellen.

Achtereenvolgens zal ik thans eerst een kort overzicht der werkwijze en daarna eene beschrijving trachten te geven van de verspreiding, den habitus en den levenscyclus der Platanaceae, van hunne bloeiwijze en bloemen, van de cytologische ontwikkeling en van de litteratuur over deze plantenfamilie. Deze beschrijving zal zijn aan de hand van bijgaande afbeeldingen, bestaande uit makro- en mikrophotographieën en teekeningen, waarvan men eene korte verklaring daarnevens zal vinden. Voor aangehaalde litteratuur wordt door cijfers verwezen naar de litteratuurlijst aan het slot van dit stuk.

WERKWIJZE.

Het materiaal voor dit onderzoek is afkomstig van de beide bestaande Platanensoorten, *Platanus occidentalis* en *Platanus orientalis*. Wekelijks werd dit materiaal in de stad Utrecht verzameld gedurende de maanden Februari tot en met October 1921. Het bestaat uit bloeiwijzen, afkomstig van tien gezonde boomen op verschillende standplaats. Iedere pluk werd gefixeerd met het z.g.n. Flemmingsmengsel (27, pa. 19), met de z.g.n. Juelsche oplossing (27, pa. 20) en met sublimaat-prikinezuur volgens methode Plowman (24). De zeer vroegtijdige verhouting der haren op de bloeiwijzen maakten het Flemmings-mengsel minder geschikt als fixeer-middel. Pollenbuizen werden in hun voedingsbodem gefixeerd in eene 40 % formoloplossing. De inbedding van het gefixeerde materiaal geschiedde in een mengsel van paraffine en celloidine, de laatste opgelost in 50 % alc. abs. en 50 % aether; dit mengsel werd zeer geleidelijk ingevoerd door middel van kruidnagelolie (de celloidine werd gehard in chloroform) en voorkwam door de bijzondere samenhangende consistentie de scheuring der microtoomcoupes. Serieën van microtoomdoorsneden werden vervaardigd met het z.g.n. Reise Mikrotom, model Minot. De kleuring der doorsneden geschiedde met Heidenhain's ijzerhaematoxyline (27, pa. 23) en volgens Flemmings driekleurenmethode (27, pa. 24). De pollenbuizen werden gekleurd met ijzercarmaluin volgens De Groot (12) en met ijzerhaematoxyline volgens Heidenhain (27, pa. 23).

Op twee terreinen werden aan boomen met laag neerhangende takken jonge bloeiwijzen in papieren zakken geïsoleerd, d.i. buiten het bereik van het pollen gehouden en daarna gedeeltelijk, zoowel nat als droog, met verschillend pollen bestoven (in kassen en buiten aan den boom). Agar- en gelatinevoedingsbodems met 1 tot 40 % saccharose (20), gevloeid over objectglazen en in verschillenden stand t.o. van aarde, licht en vocht in gesloten glazen dozen met vochtigen bodem geplaatst bij verschillende temperaturen, werden direct van uit de bloeiwijzen dicht bestrooid met pollen. Op genoemde voedingsbodems werden stempelstukjes van verschillende boomen gelegd en eveneens bestrooid met pollen. Een stampelextract werd gemengd in genoemde voedingsbodems en dit mengsel T vormig gegoten over verschillende zuivere voedingsbodems, deze glaasjes werden eveneens bestrooid met pollen. In kassen vroegtijdig gerijpt

pollen werd eerst ter kieming gelegd op bovengenoemde wijze, daarna buiten gerijpt pollen in dezelfde condities. Buiten gerijpt pollen werd vanaf het begin der bestuivingsperiode zoowel droog als vochtig bewaard en regelmatig ter kieming gelegd tot na de bestuivingsperiode.

Afgevallen vruchten werden eenige dagen in lauw warm water gelegd en daarna buiten in den vollen grond en in kassen onder voortdurend vochtig houden ter kieming gelegd; de kiemplantjes werden buiten en in kassen opgekweekt. Vruchtmateriaal, afkomstig uit Madrid, Bordeaux en Londen werd ter vergelijking op dezelfde wijze behandeld.

Van de voornaamste ontwikkelingsstadia werden makro- en mikrophotographieën en teekeningen met behulp van het teekenprisma vervaardigd.

DE PLATANACEAE

1. *Verspreiding. Habitus. Levenscyclus.*

De Platanaceae zijn boomen, welke in Europa veelal in parken worden aangeplant, omdat zij bijzonder sterk zijn, om hun mooi gebladerte, hun eigenaardig schilderachtig gevlechten stam, waarvan de schors regelmatig in schubben afgeworpen wordt, hunne typische vruchtbollen, welke den geheelen winter aan den kalen boom blijven bengelen (afb. 2); deze eigenaardigheden geven den Plataan in onze plantsoenen iets bijzonder markants. Dat de boom bijzonder sterk is, blijkt b.v. uit het feit, dat hij hier wel aange troffen wordt, volkomen normaal groeiende op een terrein, waar onder zich heetwaterbuizen bevinden; de wortels zijn blijkbaar bestand tegen groote hitte. Zooals nader zal worden uiteengezet, heeft de boom vele bijzonderheden, welke wijzen op eene aanpassing aan scherpe klimaatsverschillen; koude, vocht en droogte worden achtereenvolgens weerstaan.

Inheemsch is de Plataan hier niet, d.w.z. hij is hier ingevoerd en op natuurlijke wijze kan hij zich in dit land niet verspreiden; nooit vindt men hier jongen opslag onder de boomen, omdat het vruchtje alleen dan ontkiemt, wanneer het in het voorjaar eenige dagen lang in lauwwarm water kan drijven. Dit feit werd geconstateerd bij kiemproeven en vormt m.i. eene aanwijzing omtrent de natuurlijke omgeving van dezen boom, d.i. die omgeving, waarin hij zich langs geslachtelijken weg, dus op natuurlijke wijze, vermag voort te planten.

De Platanaceae worden vertegenwoordigd door een enkel geslacht, d.i. het geslacht *Platanus*. Dit geslacht omvat slechts twee soorten, welke men naar het vormverschil van blad en bloeiwijze onderscheidt als *P. occidentalis* en *P. orientalis*. De eerstgenoemde soort heeft een drielobbig blad en eene uit twee bollen bestaande bloeiwijze (afb. 14), de laatstgenoemde soort heeft een vijflobbig blad en eene uit drie tot vier bollen bestaande bloeiwijze (afb. 14); het verschil tusschen beide soorten bestaat dus feitelijk slechts in eene diepere insnijding van blad en bloeiwijze bij *P. orientalis* dan bij *P. occidentalis*. Dat er een verband moet bestaan tusschen de

beide soorten, hiervoor ligt m.i. eene aanwijzing in het feit, dat aan de voorjaarsloten (afb. 14) en aan de kiemplanten (afb. 18) van *P. orientalis* drielobbigge overgangsbleden gevormd worden, volkomen overeenkomende met het occidentalistype; zeer geleidelijk ontwikkelt zich uit het bijna gaafrandige onderste blaadje der kiemplant een getand, getand-gegolfd, drielobbig tot vijflobbig getand blad (afb. 16, 18). Ook de drie of vier bollen der bloeiwijze van *P. orientalis* zijn dikwijls zoodanig ineengegroeid, dat slechts twee bollen zijn te onderscheiden evenals bij *P. occidentalis* (afb. 15). Uit deze waarnemingen omtrent blad en bloeiwijze, kwam ik er toe, de soort *P. orientalis* af te leiden van de soort *P. occidentalis*. (Van beide soorten bestaan nog eenige niet volkomen vaststaande variëteiten met min of meer diepere insnijdingen van den bladrand; de talrijke overgangsvormen, welke steeds bij hun bladvorm voorkomen, maken het echter m.i. niet mogelijk, een vast type voor hen aan te nemen. Vele dezer variëteiten moeten niet anders dan kweekproducten voorstellen.)

De twee bovengenoemde aanwijzingen, welke ik door waarneming alhier verkreeg, d.i. dus die, omtrent de natuurlijke omgeving van den Plataan, afgeleid uit de zeer bepaalde kiemvoorwaarde der vrucht, en die omtrent de herkomst van het geslacht *Platanus*, afgeleid uit den zich repeteerenden vorm van blad en bloeiwijze, deze beide aanwijzingen vond ik bevestigd in dat, wat bekend is omtrent de verspreiding der *Platanaceae*. Tegenwoordig bestaan er nl. twee gebieden op den aardbol, waar Platanen in het wild groeien. Het eene gebied is subtropisch Noord-Amerika, in de dalen langs de oevers van alle rivieren, het andere gebied omvat Griekenland, de hellingen van de Etna, het steppengebied van Klein-Azië, het Perzische gebergte tot de Himalaya, overal eveneens langs stroomoevers. Het zijn beide subtropische gebieden, beide zijn gekenmerkt door zeer bijzondere klimaats- en bodemomstandigheden; het koude jaargetijde brengt mede snel stroomende rivieren en zeer veel vocht, het warme jaargetijde is daarentegen schroeïend heet, zoodat de rivieren volkomen opdrogen. In beide gebieden groeit de Plataan in gemengde wouden, in het Westergebied komt *P. occidentalis* voor, in het Oostergebied *P. orientalis*. In beide gebieden wordt dus voldaan aan den specialen kiemingseisch, gesteld door het vruchtje, dat in het zoelwarme voorjaar afvalt van den vruchtbol en terecht komt in het stroomende water der rivieren, waarin het eenige dagen kan blijven drijven op eene bijzondere, hieronder nader te beschrijven, wijze en daarna eerst ontkiemt. Het verband tusschen deze beide recente verspreidingsgebieden van het geslacht *Platanus* wordt aangegeven door palaeontologische vondsten. In de Dakota-formatie, welke zich

uitstrekt zoowel over Zuid- als over Noord-Amerika (16), werd het eerste Platanenblad gevonden, men noemde het *P. primaeva*; het is een klein, getand blad, overeenkomende met het onderste blad van voorjaarsloot en kiemplant (afb. 14, 16, 18). Gedurende het Eoceen schijnt dit blad zich in Noord-Amerika ontwikkeld te hebben tot het drielobbige blad, hetwelk nog thans kenmerkend is als eindblad voor *P. occidentalis* in het recente Amerikaansche gebied (afb. 14). In lagen, afkomstig uit Mioceen en Pliocene, heeft men daarop het Platanenblad gevonden in Noord-Amerika, Groenland, Spitsbergen, geheel Europa door, tot diep in het Zuiden toe; in deze perioden schijnt het zich speciaal in het Oostelijk halfrond ontwikkeld te hebben tot het vijflobbige blad, kenmerkend voor *P. orientalis* in het recente Oostergebied. Door de tertiaire ijsperiode moet daarop de verbinding tusschen de twee tegenwoordige gebieden der Platanaceae in de beide halfronden weer uitgewischt zijn. Dit alles rechtvaardigt dus eenigszins het vermoeden, dat de Platanaceae zich oorspronkelijk vanuit het Westelijk halfrond naar het Oostelijk halfrond hebben verspreid; de beide soorten van het geslacht *Platanus* moeten dan van denzelfden oorsprong zijn, m.a.w. *P. orientalis* kwam voort uit *P. occidentalis*. Dat de volkomen overeenkomst tusschen de beide soorten van het geslacht *Platanus* in alle overige, zoo uiterst karakteristieke eigenschappen alleen zou berusten op parallellisme, is welhaast niet denkbaar.

De habitus van den Plataan is die van een vrij hoogen boom met sympodialen stam en recht daarvan afgaande takken (afb. 1). De kroon is hierdoor open gebouwd, diep ingesneden, en vertoont evenals de kronen der meeste boomen de eigenaardigheid, dat de omtrek overeenkomt met dien van het blad (afb. 1, 14). Ziet men eens naar de kronen onzer inheemsche boomsoorten, dan valt de bijzondere bouw van den Platanenkroon op; die rechte bouwtrant komt bij geen inheemschen boom voor. Zeer eigenaardig zijn ook de vruchtbollen, welke zich over de geheele peripherie van den kroon bevinden, zij vormen als 't ware een dubbelen omtrek van den kroon, een omtrek van het nageslacht. Verder wisselt de habitus van den boom met de jaargetijden; deze vertoonen in het natuurlijke milieu van den Plataan, zooals hierboven werd vermeld, bijzonder scherpe tegenstellingen, waarvan de boom door zijne opeenvolgende gedaantewisselingen eene nauwkeurige afspiegeling vormt. Dit zal in het onderstaande worden beschreven.

Gedurende den winter en in het begin van het voorjaar zijn de takken bezet met bruine knoppen volgens den algemeenen bladstand van vijf bladeren in twee spiralen rondom den tak (afb. 3). Rondom de basis van iederen knop ziet men het ringvormig lidteeken

van den bladsteel, die den knop vroeger geheel heeft omsloten (afb. 14). De knoppen van iedere loot hebben eene zeer bepaalde volgorde van grootte, basipetaad worden zij steeds kleiner; in die richting gaat straks de ontluijing voort, waarvan de volgorde dus reeds zeer vroeg wordt voorbereid. De knoppen, welke eene bloeiwijze bevatten, zijn kort en dik, in tegenstelling met de dunne bladknoppen; de eersten bevinden zich uitsluitend aan de uiteinden der takken en vormen de bloeiloten. De bloeiloten worden afgesloten door eene bloeiwijze, het zijn dus kortloten; hierdoor is dit hout altijd kort en knoestig (afb. 11). De geheele en uitsluitend de peripherie van den boom bestaat uit zulk vruchthout, hetgeen men gemakkelijk kan constateeren aan de vruchtbollen (afb. 2), welke vanaf den eersten vorst in het afgeloopen najaar bleven bengelen aan de vezels van den gemacereerden bloeiwijzesteel (afb. 3, 15). Deze vruchtbollen zijn de bolvormige deelen der voorjarige bloeiwijzen, zij zijn dicht bezet met vruchten, wier koppen vast aaneensluiten tot een dicht dak boven de vruchtbases (afb. 3, 85); tusschen de vruchten zijn alle tusschenruimten op den vruchtbol geheel opgevuld met lange haren (afb. 6). Zoo maken de vruchten afgesloten van de buitenlucht het koude jaargetijde door en blijven daarbij nog bevestigd aan de moederplant door vezels. Deze vezels zijn uitermate taai, bestand tegen vocht, in rukwinden is geen sprake, dat de bollen afvallen en de vruchten vallen niet van den bol af, voor daartoe de tijd gekomen is. Dit geschiedt eerst in het voorjaar, dan laten alle vruchtbases los en dan eerst kan de vrucht ook ontkiemen. Viel de vrucht nu reeds op den slijkoever, in het koude water, dan zou zij vergaan; kiemingsproeven wezen uit, dat de vruchten verrotten, wanneer zij langen tijd vochtig blijven liggen, en dat zij eerst vrij laat in het voorjaar kunnen ontkiemen. De losse, doode bevestiging aan de moederplant door middel van vezels en de bepaalde tijd van afvallen en ontkieming mogen dus m.i. opgevat worden als eene aanpassing aan het koude, vochtige, winderige jaargetijde in deze omgeving. Stam en takken zijn bijna volkomen ontdaan van hun bast (afb. 2), men ziet het daaronder gelegen witte deel dezer organen bloot liggen; door een zeer eigenaardig voortwerkend, samengesteld phellogeen wordt de bast voortdurend in schubben afgeworpen, waarschijnlijk onder medewerking van een zeer bijzonder enzym. Dit proces zet zich in na den drogen zomer, het strekt zich uit over het geheele vegetatieve deel der plant, onder de bladsteelbases vormt het nog een zeer bijzonder beschermingsweefsel tegen den lateren wond, wanneer het blad afvalt. Het staat dus ook in verband met het afwerpen der bladeren in den herfst (17). Het houdt echter op daar, waar de bloeiwijzen

zijn ingeplant; alles wordt er dus door afgeworpen, wat buiten het phellogeen ligt, bast en bladeren, slechts de bloeiwijzen blijven gespaard. Het gevolg is, dat alle bastvezels van stam en takken voortdurend afgesneden worden; het hout van dezen boom is dan ook uitermate bros en knapt af bij de geringste aanraking. Het hout is ook zeer licht, het drijft op het water, wordt door den stroom verspreid en vormt zeer gemakkelijk adventiefwortels. Zoo plant de Plataan zich als oeverplant in zijn speciaal milieu ook langs vegetatieën weg voort.

De eerste warme voorjaarsdagen zetten het ontluikingsproces in gang. Zooals reeds werd gezegd, wordt dit geheele proces reeds lang te voren, sinds den aanleg der knoppen in het vorige voorjaar, nauwkeurig voorbereid; in zeer bepaalde richting ontwikkelen de knoppen zich sterker langs de takken. Deze volgorde is eigenaardig samengesteld, de mate van ontwikkeling neemt nml. basipetaal af langs iedere loot, basipetaal langs de loten van iederen tak, en van onder naar boven langs de takken van den boom. Men moet dus resp. iedere loot, iederen tak en den geheelen boom als een geheel beschouwen. Deze drie geheelen worden bij den Plataan ieder op zichzelf uitermate zorgvuldig uitgewerkt; door het verschil in grootte der knoppen is het geheele plan der ontwikkelingsvolgorde duidelijk te controleeren. Dat het dus eene inwendige periodiciteit voorstelt, onafhankelijk van uitwendige factoren, is niet te loochenen; een geheel jaar lang, van den eersten aanleg af aan, wordt de bepaalde volgorde constant volgehouden. Wanneer ten slotte door zekere klimaatsveranderingen de groei eene grootere intensiteit gaat ontwikkelen, zoodat ontluiking plaats heeft, is dit slechts eene intensievere voortzetting van het algemeene groeiplan. De intensiteit neemt toe met zekere uitwendige factoren, het tot groei prikkelende voorjaarsweder, doch zij blijft steeds de inwendige oorspronkelijke drievoudige regelmaat getrouw; zij neemt steeds nog basipetaal af langs de loot, den tak, den boom. Het eerst ziet men dus de eindknoppen der onderste takken van den boom opengaan, d.w.z. de bruine knopschub wordt basaal afgescheurd door den zwellenden knopinhoud, afgeworpen, en te voorschijn komen stipulae met lange, rosbruine haren (afb. 10). Na deze eindknoppen gaan nu successievelijk en regelmatig de volgende knoppen der eindloten dier onderste takken op dezelfde wijze open, doch tevens successievelijk de eindknoppen der volgende loten dier onderste takken, gevolgd alleen door hunne resp. verdere knoppen, en ook nog tevens successievelijk de eindknoppen der bovengaande takken, ook weer gevolgd basipetaal door de verdere knoppen der eindloten, door de eind-

knoppen der volgende loten en hunne verdere knoppen. Wanneer men den ontluikenden boom aanziet, wordt men getroffen door die eenigszins duizelingwekkende regelmaat en volgorde van groei, welke thans eerst zichtbaar wordt voor het oog. Zij bestond echter van den aanvang af, in de gesloten knoppen van zomer, najaar en winter ging alles reeds in die regelmaat voort. Iedere jongste loot, knop, krijgt alles het eerst, van onder naar boven over den boom, dit is het algemeene groeiprincipe. Het gevolg van dit principe is, dat de ontluiking uiterst geleidelijk voortschrijdt over den boom, en wel van onder naar boven en van buiten naar binnen; de eerste richting maakt, dat de kruin het langst gesloten blijft, de tweede richting staat in eigenaardigen samenhang met de verdeling der geslachten in de bloeknoppen over de loten. Het geheel ten slotte is zoodanig, dat eene algeheele vernietiging van den bloei door plotselinge voorjaarscalamiteiten welhaast onmogelijk wordt. Wat betreft de verdeling der geslachten, deze is aldus, dat alleen de eindknoppen van iedere bloeloot eene ♀ inflorescentie bevatten, de volgende knoppen eene ♂ inflorescentie; kort uitgedrukt, de top der loten is ♀, de rest daarachter is ♂. De ♀ bloeiwijzen, dus de stijlen met hunne stempels, staan hierdoor op de meest geëxponeerde plaats, de ♂ bloeiwijzen, in veel grootere getale, daarachter. Dat deze toestand primair is, is echter niet aan te nemen, omdat ook tweeslachtige bloeiwijzen voorkomen; deze hebben volkomen dezelfde organen als de eenslachtige bloeiwijzen, alleen zijn in de tweeslachtige bloeiwijzen alle organen fertiel, in de eenslachtige bloeiwijzen zijn deze zelfde organen gedeeltelijk steriel. Dit zal nader uiteengezet worden bij de beschrijving der bloeiwijze. Hier worde nog slechts vermeld, dat de zeer typische, hoewel toch secundaire splitsing der geslachten over de loot, berustend op sterilisatie van het ♂ geslacht in den top, het ♀ geslacht daarachter, in eigenaardige overeenkomst staat met de groei- of ontluikingsrichting, van onmiskkenbaar belang is voor de bestuiving en vast staat. Afb. 11 geeft de ontluikingsvolgorde te zien, uit het ontwikkelingsstadium der knoppen blijkt duidelijk de drievoudige groeirichting. Aan het linker takje zijn de ♀ eindknoppen (met de donkere stijlen) van iedere loot het verst ontwikkeld, de topknop het allerverst (de bladeren reeds ontplooid), de volgende knoppen der opeenvolgende loten (iedere loot wordt gemarkeerd door de vezels der oude bloeiwijze aan het eind en het ringvormige lidteeken aan het begin) zijn steeds minder ver, zij bevatten ronde groene gladde ♂ bloeiwijzen. Dit takje is afkomstig van een der onderste takken van den boom, aan het rechter takje boven uit den boom zijn alle knoppen nog gesloten. Uit het linker takje ziet men, hoe de ontluiking voort-

schreidt van buiten naar binnen, uit het rechter takje blijkt, dat zij voortgaat van onder naar boven.

In het laatst van het voorjaar heeft de groote bloei plaats en dan ontkiemen ook de vruchten van het vorige jaar. De atmosfeer is dan zoelwarm, het water der rivieren volgt die temperatuur, een groote groeikracht gaat uit van de omgeving. Dit is de tijd, waarin de voortplantingsorganen hunne functie gaan uitoefenen. Het vorige jaar werden zij reeds in het begin van den zomer aangelegd in den jongen okselknop (afb. 19), welke omsloten wordt door de bladsteelbasis (afb. 14), de lederachtige knopschub en drie langharige mutsvormig vergroeide stipulae (afb. 10, 19). De bloeiknop bevat drie jonge, dichtbehaarde bladeren met naar achter omgevouwen randen en de jonge loot in den knop wordt afgesloten door eene enkele bolvormige bloeiwijze (afb. 9), geheel bekleed met geslachtsorganen en haren (afb. 83). Deze geslachtsorganen zijn òf alle fertiel, stamina en carpellen, òf gedeeltelijk steriel echter met behoud van den oorspronkelijken vorm, dan zijn het schubben en carpellen, òf slechts één geslacht is overgebleven, dat zijn dan alleen stamina (nooit blijven alleen carpellen, dus zonder schubben, over). Bijgevolg blijven in iedere bloeiwijze, ♂ en ♀, de stamina toch hun oorspronkelijken vorm behouden, hoe ook hunne geslachtsfunctie verdwijnt; dit is een feit van bijzondere biologische en, zooals later zal worden uiteengezet, bepaalde phylogenetische beteekenis. De stamina hebben nml. een zeer eigenaardigen vorm en stand; het connectief vormt, los van de loculamenten, een dikken groenen kop, welke zich welft over een dun carpellum, dat tegenover dat stamen staat en er onafscheidelijk mede is verbonden (afb. 81). De koppen der stamina sluiten daarbij vast aaneen tot een dak boven hunne loculamenten en boven de carpellen (afb. 31, 83); een soort van natuurlijk pantser omgeeft dus iederen bol, ♀ of ♂, gedurende het eerste jaar in den knop en daarbuiten nog tot aan den bloeitijd. Het staminakoppendak beschermt, tezamen met de haren, den koek van fijne organen er onder, welke uitermate dicht opeengeplant staan op het bolvormig oppervlak der bloeiwijze. Zooals later zal worden uiteengezet, is de bolvorm voor de bloeiwijze duidelijk principieel, hij wordt steeds volgehouden, het is de vorm van het geringste oppervlak. Deze bolvorm, het staminadak en de haren zijn zonder twijfel op te vatten als eene aanpassing aan een bijzonder moeilijk klimaat. Nadat de knopschub is afgeworpen, worden ook de harige, mutsvormige stipulae opengescheurd door den groeienden knop. De jonge bladeren treden te voorschijn, zij zijn bekleed met een wit vilt van eigenaardig vertakte haren; zij ontplooien zich, doch blijven gedurende den geheelen

bloei klein, d.i. zij bereiken slechts ongeveer de helft hunner volwassen grootte (afb. 13, 14). In het midden van den knop zat de jonge bloeiwijze, de jonge bol blijkt zich nu op eene voor den oningewijde onbegrijpelijke wijze in twee tot vier bollen gesplitst te hebben (afb. 9, 30, 31, 80), welke volkomen gelijk gebouwd zijn als de eerst enkele bol; tezamen passen de bollen echter nog zoodanig in elkander, dat zij toch nog een enkel bolvormig geheel vormen. Zooals bij de beschrijving der bloeiwijze zal worden verklaard, worden deze bollen na de knopontluiking door een schijnbaren steel van elkander getrokken, deze steel strekt zich, de bollen treden uit den knop, zij zijn allen gaaf en groen, slechts het vast sluitende dak van staminakoppen om hen heen is zichtbaar. Dan treden echter uit de bollen der topbloeiwijzen der loten tusschen de groene staminakoppen dunne helderroode draadjes te voorschijn, de stijlen der carpellen (afb. 12). Dit zijn dus de tweeslachtige of wel ♀ bloeiwijzen; de bollen der volgende bloeiwijzen blijven gesloten, groen, dit zijn de ♂ bloeiwijzen. Het blijkt, dat nooit of nimmer eene ♂ bloeiwijze vóór eene ♀ of tweeslachtige staat aan eene loot; dit is een regel zonder uitzondering. De roode stijlen der topbloeiwijzen dringen het groene staminakoppendak volkomen uiteen (afb. 12, 83), zij worden zeer lang, de afgekeerde stempelgeulen zijn bezet met papillen (afb. 51), korte klierharen ontspringen uit de basis der carpellen, de bollen verspreiden een eigenaardigen geur van vochtige bladeren, zij worden op zoelwarme voorjaarsdagen omzwermd door muskieten, welke er langen tijd op blijven zitten en er aan schijnen te zuigen. De groene ♂ bollen zijn wat grooter geworden, doch blijven steeds gesloten; door een stootje geraken ten slotte de staminabases los, de meeldraden vallen dan uit, waarbij de loculamenten langs een overlangschen sleuf openspringen. De stamina zijn onbewegelijk massief gebouwd, zij hebben een zeer kort filament (afb. 42), dat basaal afknapt als tegen den dikken kop van het stamen gestoten wordt; door dit afknappen en het omvallen van het stamen ontstaat een bres in het koppendak, dan eerst komt het pollen uit de loculamenten vrij (afb. 50), dit is dus de tijd van bestuiving. Uit afb. 13 kan men zich eene voorstelling maken van den toestand, waarin zich de bloeiwijzen thans bevinden. Drie takken zijn afgebeeld, welke opeenvolgende stadiën voorstellen; de bovenste tak stelt het begin van den stuiftijd voor, de middelste tak den tijd, dat het stuiven in vollen gang is, de onderste tak het eind der stuifperiode. De groote donkerroode bollen aan de dikke stelen, ontspringende uit het uiteinde der loten, zijn de ♀ bloeiwijzen, die bezet zijn met bosjes roode draadvormige stijlen. De kleinere

groene bollen aan de dunnere stelen ontspringen telkens achter de ♀ bloeiwijzen aan eene loot, dit zijn de ♂ bloeiwijzen. Aan den bovensten tak zijn zij nog gaaf, slechts hun dak van staminakoppen is te zien; aan den middelsten tak vallen de korte stamina uit, waarbij het pollen ontwijkt, aan den ondersten tak zijn alle stamina nagenoeg uitgevallen. Dat de onderste tak in een verder stadium verkeert dan de bovenste twee, blijkt echter niet alleen uit de ♂ bloeiwijzen, doch evenzeer uit de ♀ bloeiwijzen; de stijltopjes der ♀ bloeiwijzen van den bovensten tak zijn omgekruld, aan den ondersten tak zijn zij recht en stijf geworden, hier zijn de stempels begonnen uit te drogen, nadat de bestuiving heeft plaats gehad. Men ziet, dat de bladeren zich geheel hebben ontplooid, zij doen zich voor als van wit fluweel door de dichte beharing, doch zij zijn nog zeer klein wanneer men hen vergelijkt met de groote zomerbladeren van afb. 14. Ziet men den geheelen boom in zijn bloeitijd, zijne groote periode, waarvoor een jaar lang alles werd voorbereid, dan krijgt men den indruk van een boom, die het gewaagd heeft uit te komen, doch groote gevaren ducht. Bladeren en bloeiwijzen zijn alle dicht behaard en compact klein, de haren der bladeren vallen eerst uit als het gevaar van het voorjaar is geweken, de ♂ bloeiwijzen blijven gesloten tot het laatst, de stijlen der ♀ bloeiwijzen moesten zich onbehaard en sappig exponeeren, welnu, ziet hen na een vorstnacht volkomen ongedeed, doch donkerrood gekleurd, eene kleur, die verbleekt bij iedere temperatuurverhooging in de allerfijnste nuances overeenkomstig iederen temperatuurgraad. Deze kleur zal nader besproken worden bij de beschrijving van het kiemplantje hieronder. Op welke wijze de bestuiving plaats heeft, zou in de natuurlijke omgeving van den Plataan moeten worden geconstateerd. Alhier werd echter op een zoelwarmen voorjaarsdag het feit waargenomen, dat de roode sappige bollen omzwermd werden door muskieten, welke er langen tijd op bleven zitten en er aan schenen te zuigen. Geen enkel ander insect scheen den bol op te merken, nooit werd eenig dier op de bloeiwijze aangetroffen. Waar muskieten aan de subtropische rivieroeveren in de vochtige warme dalen als veel voorkomende insecten verwacht mogen worden, waar de vruchtbeginsels speciaal een typischen vochtgeur verspreiden, als van vochtige bladeren, herinnerend aan de plaats van eierleggen van dit insect en het daardoor wellicht aantrekkelijk, waar hier te lande uitsluitend en beslist muskieten er door aangetrokken worden, waar ten slotte het onbewegelijke stamen zijn pollen eerst afgeeft na een stoot tegen zijn kop, waar dit stamen op zijde geduwd moet worden om de carpellumbasis met de klierharen te bereiken, waar het pollen volstrekt geen zetmeel

bevat, terwijl zetmeel karakteristiek is voor windpollen, ligt m.i. het aannemen van insectenbestuiving wel eenigszins voor de hand. Mannelijk en vrouwelijk orgaan zijn blijkbaar volkomen gelijktijdig gereed voor het eerste bedrijf der bevruchtingsactie, d.i. de bestuiving. Wanneer de stijlen der carpellen nml. hunne volkomen lengte hebben bereikt en geheel sappig zijn, in dien tijd speciaal is het pollen, zooals uit onderzoekingen bleek, uitermate kiemkrachtig. Voordien en nadien echter vormt zich volstrekt geen stuifmeelbuis, op welke wijze het pollen ook wordt vervroegd of bewaard, op welken voedingsbodem dan ook, terwijl daarentegen in dien tijd het pollen in vochtigwarme lucht op welhaast iederen voedingsbodem ontkiemt. In de korte periode van een paar weken hoogstens moet dus normaliter de bestuiving plaats hebben en het pollen op de stempels ontkiemen. Dat het tweede bedrijf der bevruchtingsactie, dat is de versmelting van ♂ en ♀ kernen, de eigenlijke bevruchting, echter veel later zou moeten plaats hebben, volgt uit het feit, dat diep basaal in het ♀ orgaan de embryozak gedurende de bestuivingstijd nog volstrekt niet gereed is voor de bevruchting, juist eerst aangelegd werd (afb. 62, 63). Indien zich dus al een pollenbuis gedurende den bestuivingstijd omlaag zou begeven naar den embryozak toe, hij zou moeten wachten. Vermeld dient hier echter te worden, dat bij de exemplaren, welke door mij werden onderzocht, voor zoover nagegaan kon worden, nooit een pollenkorrel op den stempel ontkiemde. Dat dit iets abnormaals voorstelt, spreekt vanzelf; het zal later besproken worden. Het oorspronkelijke plan van bestuiving in den daarvoor door het ♀ orgaan door rijpheid van den stempel aangegeven tijd volgt uit de juist en precies tot dien tijd beperkte sterke kiemkracht van het pollen.

Zoodra het voorjaar warmer wordt, laten de vruchten van het vorige jaar langs hunne basis van den vruchtbodem los en vallen uit den vruchtbol (afb. 3) omlaag. Zij zullen dan in den stroom terecht komen, aan den oever waarvan de Plataan groeit, zij zullen een paar dagen medegevoerd en daarna weer aangespoeld worden in het slijk. Dat dit aldus de natuurlijke gang van zaken moet zijn, volgt uit de gegevens, door kiemproeven verkregen; de vrucht ontkiemt niet eerder dan nadat zij op natuurlijke wijze, d.i. door basale dehiscentie, losraakte uit den vruchtbol, nadat zij eenige dagen lang onder lauwwarm water blijft drijven (zinkt zij op den bodem of blijft zij langer dan een paar dagen in het water, dan verrot zij) en nadat zij in zeer vochtige, warme lucht op eene vochtige onderlaag eenige dagen is blijven liggen. De kleine, simpele, houtige Platanenvrucht met haar dikken kop, naar onder toe uitlopend in eene fijnpuntige basis, met hare zuiver ronden basalen

haarkrans van lange stijve wijduitstaande haren, is merkwaardig door de wijze, waarop zij drijft in het water. Valt deze vrucht nml. in het water, dan blijft zij verticaal precies aan het wateroppervlak hangen. Gaat men eens na, hoe dit mogelijk is, dan blijkt haar bouw, zoo simpel schijnend, volmaakt berekend op dat wat zij zal moeten doormaken alvorens zij kan ontkiemen, op dat wat zij vindt als zij omlaag valt. Legt men het vruchtje nml. zonder basalen haarkrans in het water, dan blijft het horizontaal op het wateroppervlak drijven; het zinkt niet onder, omdat de kop uitermate licht is gebouwd in tegenstelling met de uiterst kleincellige basis, waarin het embryo ligt omsloten (afb. 77). De lichte kop werkt dus als duikerklok; de zuiverronde gelijke haarkrans bewerkt den verticalen stand, die krans trekt het vruchtje van het wateroppervlak omlaag, doch zoodanig slechts, dat het aan dat oppervlak blijft hangen. Door de symmetrie van krans en kop wordt het vruchtje in evenwicht gehouden; kop en krans werken, schijnt het, als drijfapparaten. Toch wordt de kop te voren op den vruchtbol onmiskenbaar aangelegd als bescherming der vrucht; de koppen worden daar allen tegelijk bij de vruchtzetting, zooals nader zal worden beschreven, tot een volkomen regelmatig vastsluitend dak ontwikkeld (afb. 83), nadat na den bloei het volkomen gelijke staminakoppendak is uitgevallen (afb. 85). De haren vormden op den vruchtbol een beschuttend opvulsel onder het koppendak; de werking dezer haren bleek b.v. toen eene jonge bloeiwijze zich had ontwikkeld in een papieren isolatiezak, welke afgesloten was met eene oude harige losse bloeiwijze; alleen deze jonge bloeiwijze, in dezen aldus door haren afgesloten zak, weerstond op opvallende wijze in het vroege voorjaar, nadat zij zich reeds had ontplooid in den zak, een hevigen vorst met langdurige natte koude. De vrucht is dus eerst gebouwd voor den vruchtbol, daarna voor het water; het is een vruchtje, eigenaardig aangepast aan het bijzondere milieu. Ergens anders kan het onmogelijk ontkiemen, al wordt het bij millioenen telkenjare gevormd en uitgewerkt; in zijn juiste milieu echter kan men het eerst aan den boom beschermd zien hangen, op het juiste moment omlaag vallen, in water drijven zoodat het weer aanspoelt en terechtkomen op een vereischten kiemingsbodem. Het is de natuurlijke weg, waarop het daar als vanzelf voortglijdt en is berekend, zoowel door bouw als door inwendige eigenschappen. Toch zullen er steeds vele vruchtjes verloren gaan, er worden er zeer vele gevormd over de geheele peripherie van den boom. Op het slijk aangeland, stuwt zich het kiemworteltje uit de fijnpuntige, thans gemacereerde vruchtbasis naar buiten, boort zich in de aarde, het vruchtje richt zich op door den groei der plumula

en wordt ten slotte als een houtmuts afgeworpen. Een helderrood hypocotyl en twee smalle groene kiembladen, welke zeer dikwijls basaal vergroeid zijn, komen te voorschijn (afb. 16, 17). Het kleine kiemplantje is ongeveer 2 c.M. hoog; typisch oeverplantje, met basaal vergroeide kiembladen. Zoolang het voorjaar duurt, heeft het veel vocht noodig, het is echter volkomen bestand tegen vorst. Na een hevigen vorstnacht staat het donkerrood gekleurde stammetje met zijn twee blaadjes volkomen frisch er bij, de roode kleur neemt nauwkeurig en snel bij iedere temperatuurverhooging af, evenals dit bij de stijlen der carpellen het geval is. Deze eigenschap werd door overbrengen in verschillende kassen geconstateerd. Stijl en hypocotyl zijn de eenige onbehaarde organen, welke in het gevaarlijke jaargetijde blootgesteld moeten worden aan de buitenlucht en volkomen bestand zijn tegen de gevaren van dat jaargetijde, zij geven door hunne donkerkleuring blijk van het doorgestane gevaar, zij alleen bevatten deze kleurstof, hun tint regelt zich volkomen naar de omgeving. Dit zou m.i. wel eenigszins redenen zijn de roode kleur dezer beide voor het voortbestaan der soort zoo uiterst belangrijke organen op te vatten als eene bijzondere aanpassing aan de omgeving. Of de roode kleurstof der beide roode organen volkomen identiek is, zou door een zeer nauwkeurig chemisch onderzoek nog uitgemaakt dienen te worden. Het kiemplantje groeit snel en krachtig op en is in den zomer bestand tegen droogte en hitte. Binnen een paar maanden hebben zich dertien overgangsbladen gevormd (afb. 18). welke een uiterst geleidelijken overgang vertoonen van den bijna gaven bladrand van het eerste blaadje tot het getande, drielobbige en, tenminste bij *Platanus orientalis*, vijflobbige blad. Eene merkwaardige overeenkomst met dat, wat bekend werd omtrent de phylogenetische ontwikkeling van den Plataan van af de Krijtperiode tot de tertiaire ijsperiode, ligt in deze bladontwikkeling van het kiemplantje opgesloten.

In het begin van den zomer vallen de haren der bladeren af, de bladeren groeien uit, zij zijn donkergroen glanzend en groot, doch dun en hebben eigenaardige geëxponeerde stomata. De bladsteelbases omsluiten in den warmen drogen zomer de okselknoppen volkomen, zooals men uit afb. 14 kan zien, welke den zomertoestand weergeeft. De vruchten hebben zich alle in gelijk tempo, alvorens bevruchting kon intreden, gezet, d.w.z. de stijlen verdrogen, de bases met de ingesloten zaadknoppen groeien omhoog, onder den verdroogden stijl vormt zich een breede kop, de koppen sluiten vast aaneen tot een dak, de groene vruchtwanden verhouten. De stamina en staminodia zijn uitgevallen, de ♂ bloeiwijzen verdrogen. Zeer merkwaardig bij den Plataan is steeds de

als één geheel zich ontwikkelende bloeiwijze: tegelijk werden alle organen aangelegd, tegelijk schoten zij op, allen tegelijk waren gereed voor de groote actie, de bestuiving, thans zetten zich alle carpellen zonder uitzondering in eens tot vrucht, zonder bevruchting. Op deze wijze heeft eerst op zeer bepaalden tijd de bestuiving plaats, nml. in het warmste gedeelte van het voorjaar, daarna gaan op zeer bepaalden tijd de vruchtbollen volkomen gesloten en verhout den schroeïend heeten zomer in. De vruchtzetting luistert blijkbaar niet naar dat, wat in den embryozak geschiedt, zij zet onafhankelijk daarvan op vasten tijd in en algeheel, de boom gaat een anderen moeilijken tijd tegemoet. Binnen de beschermde vrucht kan zich daarna rustig de embryozak verder ontwikkelen en bij aanwezigheid van het ♂ element de bevruchting plaats hebben. Is dit niet mogelijk, dan vormt zich toch, naar het schijnt, langs abnormalen weg, een embryo, zooals zal worden uiteengezet. Naarmate de vruchtbollen zwaarder worden, ontwikkelen zich in den steel uiterst sterke bastvezels; vergelijkt men dezen steel met dien der jonge bloeiwijze, dan valt zijne enorme stevigheid op. Daar was hij zoo eigenaardig bros, dat de bollen bij het geringste tikje afknaptten (het takje rechts in afb. 11, afkomstig boven uit den boom, geeft de afgeknaptte bollen te zien, welke zich toen zelfs nog binnen den knop bevonden), thans wordt hij zoo uitermate taai, dat hij met de hand niet stuk getrokken kan worden.

In den nazomer begint het eigenaardige afwerpen van den bast. Door het samengesteld phellogeen wordt, zooals hierboven reeds werd beschreven, de bast in schubben als 't ware afgezaagd en deze schubben laten, wellicht door de bijzondere werking van een oplozend enzym, los. Onder de bladsteelbases vormt zich eveneens door dit phellogeen eene bijzondere kurklaag als bescherming tegen den lateren wond, wanneer het blad afvalt; alleen onder de stelen der bloeiwijzen houdt de werking van dit phellogeen op. Het vegetatieve deel van den boom schijnt zich aldus op zeer eigenaardige wijze voor te bereiden tegen den komenden winter.

Reeds vrij vroeg in het najaar beginnen de bladeren af te vallen, zij vergaan snel en kleven op de steenen. In dezen tijd beginnen de stelen der bloeiwijzen ook slapper te worden, het mergweefsel droogt eenigszins uit.

De eerste najaarsvorst zet nu dat hoogst merkwaardige maceratieproces in gang in den steel der bloeiwijze, waardoor in een paar uur tijds in de open lucht het geheele weefsel van dien steel plotseeling wordt opgelost en spoorloos verdwijnt, behalve de stevige bastvezels en de epidermis. De groene opperhuid omsluit dus niet anders dan de losse witte vezels en wordt vanzelf in haar geheel

afgestroopt (afb. 15). De bollen hangen dan slechts door middel van de vezels aan den boom, de voedselstroom is volkomen afgesneden. Door lage temperatuur zet zich dit vreemde oplossingsproces in, de intensiteit stijgt bij temperatuurverlaging; waar bij het afwerpen van den bast in het vegetatieve deel van den boom het proces in gang gezet wordt door droge hitte en de bastvezels allen mede afgezaagd worden, worden in den steel der bloeiwijze de vezels juist zeer speciaal gespaard; er bestaat dus een groot onderscheid tusschen de beide hoogst eigenaardige processen hoewel bij beide waarschijnlijk een enzym in 't spel is. De bollen kunnen thans soepel in wind en weer, doch uiterst stevig en resistent, aan den boom blijven bengelen; deze toestand werd lang te voren door den bijzonderen vezelaanleg in den steel voorbereid en op een zeer bepaald moment op indrukwekkend snelle wijze ten uitvoer gebracht. Deze wijze van bevestiging der bloeiwijze aan vezels slechts stempelt den plataan tot unicum.

Aldus speelt zich ieder jaar in groote trekken beschreven het leven van dezen eigenaardigen boom af in zijne omgeving van scherpe contrasten.

2. *De Bloeiwijze en de Bloemen.*

De Plataan heeft eene zeer eigenaardige bloeiwijze. Reeds op het eerste gezicht valt de volwassen bloeiwijze op (afb. 13, 14), zij bestaat uit een steel met twee tot vier bollen. Zooals reeds in het vorige hoofdstuk werd vermeld, worden de twee soorten van het geslacht *Platanus*, behalve door het blad, onderscheiden naar het aantal bollen der bloeiwijze; *P. occidentalis* heeft eene bloeiwijze, bestaande uit een steel met twee bollen, *P. orientalis* heeft eene overigens volkomen gelijke bloeiwijze, bestaande uit een steel met drie tot vier bollen (afb. 14). Bij de volwassen bloeiwijze valt behalve de zuiver ronde vorm der bollen vooral het volmaakt gelijke ontwikkelingsstadium op, waarin alle bollen verkeerden. Hierdoor vormen alle bollen tezamen duidelijk een enkel geheel; bekijkt men dan nog den steel, welke de bollen verbindt, dan wordt men, vooral bij de jeugdige stadiën, getroffen door den zigzagsgewijzen loop van dien steel (afb. 31). De steel loopt nml. niet recht door, doch gaat

van bol tot bol; zoowel deze hoogst eigenaardige loop van den steel als het gelijke ontwikkelingsstadium van alle bollen maken, dat men van de geheele bloeiwijze volkomen den indruk krijgt als van een geheel. Dit feit geeft de bloeiwijze iets zeer bijzonders.

Het oppervlak der bollen is geheel bezet met kegelvormige groepen van geslachtsorganen (afb. 31). In iedere groep staan een groot aantal vrije dunne carpellen in het centrum; breedgekopte stamina staan om deze carpellen heen langs den rand van de kegelvormige groep. Tusschen de groepen in is de bloembodem bezet met haren. Welke waarde deze groepen nu hebben, op welke wijze zij ontspringen, hoe de onderlinge orientatie en interpretatie is van het onbepaalde aantal deelen, waaruit iedere groep bestaat, dit zijn zeer belangrijke vragen, welke door oppervlakkige beschouwing volstrekt niet te beantwoorden zijn, doch een minutieus onderzoek der ontwikkelingsgeschiedenis en van den inwendigen bouw der geheele bloeiwijze vereischen. Dit onderzoek brengt, zooals reeds de hoogst merkwaardige vorm der bloeiwijze deed verwachten, een zeer eigenaardig, primitief bouwplan aan het licht.

Uit de ontwikkelingsgeschiedenis blijkt, dat de bloeiwijze aangelegd wordt als een enkele bol op den top der jonge loot in den okselknop (afb. 19). Deze enkele bol bestaat uit grootcellig, sappig weefsel met zeer eigenaardige voedselcellen, welke hieronder zullen worden beschreven; op het geheele oppervlak van den bol rijzen in volmaakt gelijk tempo geslachtsorganen op (afb. 20). De enkele bol wordt grooter, de organen groeien nog steeds in hetzelfde tempo als een geheel omhoog; er differentieëren zich tien vaatbundels, welke den bol voorzien (afb. 21). Deze tien vaatbundels treden den bol in een vastgesloten krans binnen (afb. 24, 25), even binnen den bol splitsen zij zich om den anderen dichotoom, deze vijf treden uit den oorspronkelijken krans (afb. 26), de overige vijf loopen tot boven in den bol door en splitsen zich daar dichotoom (afb. 27, 28). Aldus liggen onder en boven in den bol vijf dichotome splitsingen, onder en boven treden dus tien zijtakken buiten den krans en gaan naar de peripherie van den bol. Deze twintig zijtakken, twee aan twee van gelijke waarde, hebben de zeer bijzondere functie de geslachtsorganen van het boloppervlak te voorzien; zij geven rijen van enkele bundels af naar deze organen (afb. 32). Om deze functie noem ik hen kort- en duidelijkheidshalve geslachtsbundels. Zij zijn het, die door hun loop en rijgewijze voorziening der geslachtsorganen het bouwplan der bloeiwijze aangeven; de zeer primitieve dichotome wijze van vertakking en de zoo regelmatige en vaststaande loop van het vaatbundelsysteem is m.i. een waarborg, dat dit bouwplan het oorspronkelijke moet zijn. De enkele bundels nu, welke

van de geslachtsbundels afgaan, stijgen recht omhoog en splitsen zich vlak onder het ondervlak van den bol weer dichotoom; de beide zijtakken voorzien twee geslachtsorganen, welke hierdoor onafscheidelijk bij elkaar behoren, basaal vergroeid zijn, een vruchtblad en een meeldraad (afb. 32, 33). Deze beide organen noem ik voortaan organenpaar of bloem, omdat zij een geheel vormen; boven de geslachtsbundels loopen dus over den bol rijen van organenparen of bloemen. Deze organenparen of bloemen zijn boven de geslachtsbundels afwisselend georiënteerd volgens den algemeenen spiraalsgewijzen bladstand van vijf bladeren in twee spiralen rondom den tak. Dat het speciaal het vruchtblad is, hetwelk dezen afwisselenden stand der organenparen boven den geslachtsbundel overeenkomend met den bladstand aangeeft, volgt uit het oorspronkelijke karakter van het vruchtblad, nml. dat van een blad; de meeldraad volgt slechts m.i. het vruchtblad onafscheidelijk als eene het vruchtblad beschermende schub. Deze opvatting omtrent vruchtblad en meeldraad zal hieronder nader worden gemotiveerd. Het gevolg dezer afwisselende oriëntatie der organenparen of bloemen boven de geslachtsbundels is, dat de organenparen of bloemen uit de verschillende naast elkaar over den bol loopende rijen telkens eene andere zijde naar elkander toewenden. Hierdoor staan dus telkens eenige vruchtbladen van organenparen uit verschillende rijen naar elkander toegekeerd (afb. 81). De rijen staan uitermate dicht opeen, zoo vormen de naar elkander toegekeerde carpellen groepen, welke natuurlijk omringd zijn door de resp. bij deze carpellen behorende stamina. Waar in ieder organenpaar het stamen steeds recht tegenover het carpellum staat, verbonden als deze beide organen zijn door hun gemeenschappelijken vaatbundel, staan dus ook in bovengenoemde groepen de stamina recht achter de carpellen. De groepen zijn, zooals steeds in het oog gehouden moet worden, uitsluitend het gevolg van de spiraalsgewijze orientatie der organenparen of bloemen boven de geslachtsbundels. Onder de groepen werkt de bloembodem zich op tot kegelvormige heuvels, waaruit de organenparen, langs eene spiraal om den kegel omhooggaande, ontspringen. Bekijkt men nu het oppervlak van den jongen bol, dan vallen slechts de groepen van organenparen op, bestaande uit carpellen in het centrum en stamina daar omheen, natuurlijk denkt men dan bloemen voor zich te zien. Wanneer men zich dan echter dit oppervlak slechts even doorzichtig denkt (afb. 82), het vaatbundelverloop kennende, zal men inzien, dat de groepen slechts schijnbaar den bouw aangeven, dat daar rijen van organenparen of bloemen loopen boven de vaatbundels, en dat deze bloemen der verschillende rijen alleen door hunne bepaalde oriëntatie in die rijen

tot groepen van bloemen zijn gerangschikt. De groepen hangen volstrekt op geene enkele wijze samen, noch door vaatbundelverloop, noch door eenige vergroeiing; slechts door de bepaalde oriëntatie hunner componenten, de organenparen of bloemen, vormen zij zich. De bloemen van iedere bloemengroep behooren uit den aard der zaak steeds tot verschillende vaatbundelrijen; slechts in zéér enkele gevallen (afb. 82), als nml. de rij zelfs zich op bijzondere wijze kronkelt, zullen zij tot eene enkele rij behooren. Door den kronkelenden loop der rijen is het aantal organenparen of bloemen in iedere groep zeer verschillend, het wisselt van drie tot negen; loopen de rijen eenigszins recht naast elkander, dan bestaat de groep meestal uit zes organenparen of bloemen (afb. 83—85).

De bovenstaande beschrijving van den jongen enkelen bol geeft feitelijk het geheele bouwplan der bloeiwijze in hoofdzaak en in principe weer; door den uitermate dichten stand der organen komen daarbij steeds vele reducties en onderdrukkingen voor.

Op den jongen bol hebben de geslachtsorganen zich nog niet geslachtelijk gedifferentieerd (afb. 21), doch hunne oriëntatie is reeds volkomen definitief. In het laatst van den winter gaat de bol nu binnen den bloeknop groeien. Deze groei is echter niet over het geheele oppervlak gelijk; op twee tot vier in eene spiraal rondom den enkelen bol gelegen punten groeit het oppervlak uit tot lobben, welke vooreerst volkomen in elkander blijven passen, zoodat de thans twee- tot vierlobbige bloeiwijze (afb. 30) nog steeds in omtrek een bol vormt (afb. 9 rechts). De organen behouden dezelfde oriëntatie als op den enkelen bol, de vaatbundels groeien in iederen lob mede. In iederen lob krijgen de vaatbundels volkomen hetzelfde verloop als in den enkelen bol. Schematisch heb ik in afb. 80 deze ontwikkeling getracht weer te geven; de ruimtefiguur der bloeiwijze werd tot een plat vlak teruggebracht en slechts twee der tien oorspronkelijke vaatbundels werden er in opgenomen. Het geheele vaatbundelsysteem immers bestaat, zooals voor den enkelen bol hierboven werd beschreven, uit twee systemen van vijf bundels, welke zich resp. onder en boven in den bol dichotoom splitsen; de twee in het schema opgenomen bundels typeeren ieder een dezer twee systemen. De lobben gaan basaal uitgroeien; alle geslachtsorganen waren reeds aangelegd, het oppervlak der uitgroeiende bases blijft dus onbekleed. Op deze wijze wordt dus de eerst geheel bekleede bloeiwijze, welke een geheel vormde, uit elkaar gerukt langs de bases der lobben; tusschen de bekleede deelen in komen dunnere onbekleede deelen te liggen. Deze dunnere onbekleede deelen vormen dus de verbinding tusschen de dikkere bekleede deelen, zij vormen den steel tusschen de bollen.

Zoo ontstaat dus de eigenaardige driebollige knots (afb. 31), welke in zijn geheel toch nog een bolvormigen omtrek heeft (afb. 9 links). Uit deze ontwikkeling wordt dus het eigenaardige feit zeer begrijpelijk, dat alle organen op de verschillende bollen der volwassen bloeiwijze zich steeds in volkomen hetzelfde ontwikkelingsstadium bevinden; immers alle bollen vormden oorspronkelijk een enkel geheel, waarop alle organen reeds aangelegd waren en tegelijk bleven opgroeien. De steel is slechts een schijnsteel, hij stelt voor de bolbases, in hem loopen de vaatbundels onvertakt door, zij buigen zich eenvoudig in iederen bol binnen en gaan naar den volgenden bol. De zigzagsgewijze loop van den steel, die reeds op het eerste gezicht zulk een eigenaardigen indruk maakte, wordt dus ook door de ontwikkeling der bloeiwijze verklaard. Zoodra de bloeiwijze vrij komt uit den bloeknop, na de ontluiking, groeit de steel zeer snel uit en rukt de bollen steeds verder van elkander (afb. 80, 11, 12, 13).

De bloeiwijze is dus m.i. niet anders te definieeren dan als een twee- tot vierbolligen, vleezigen knots. Deze knots is langs de vaatbundels spiraalsgewijs bezet met rijen van organenparen of bloemen, welke zich tot een groot aantal kegelvormige oppervlakkige groepen omhoog werken. De knots vormt een oorspronkelijk en volkomen geheel, waarop alle organenparen of bloemen zich van het begin af aan in gelijk tempo ontwikkelen, omdat de deelen van den knots, de steel en de bollen, van een en denzelfden oorsprong zijn.

Het organenpaar, de bloem, bestaat uit een vruchtblad en een meeldraad, welke reeds oorspronkelijk onafscheidelijk met elkander zijn verbonden door den enkelen vaatbundel, welke beide voorziet door in ieder van hen een tak af te geven (afb. 33); hunne basale vergroeiing (afb. 32, 33, 81) en de vorm van den meeldraad, wiens kop zich boven over het jonge, dunne vruchtblad heenwelft en het beschermt (afb. 31, 83), maken hen tot een morphologisch en biologisch geheel. Beide organen vormen als 't ware een enkelen zuil, ja er zijn zelfs gevallen bekend, dat zij volkomen zijn vergroeid. *)

Het vruchtblad maakt den indruk van een fertiel dwergblad. Evenals het vegetatieve blad (afb. 16) heeft het vruchtblad de randen naar achter omgevouwen (afb. 35); deze randen zijn diep basaal alleen even vergroeid, zoodat daar eene kleine holte ontstaat (afb. 37). In deze holte hangen van uit een der toegegroeide randen van het vruchtblad een of twee orthotrope zaadknoppen, welke recht boven elkander ontspringen (afb. 32, 63, 77); groeien de randen van het vruchtblad basaal echter niet dicht, dan ontspringen er

*) Dit wordt beschreven door B. Clarke (8): „the stamens become monstrous and distorted, often bearing an ovule”. de vergroeiing van meeldraad en vruchtblad was dus zoodanig, dat het zelfs leek, alsof de zaadknop uit den meeldraad ontsprong.

ook geen zaadknoppen uit *). Hieruit blijkt dus, dat de zaadknopvorming, d.i. de fertilisatie van het blad, eerst ontstaat na de basale vergroeiing der omgeslagen randen, nadat het weefsel daar ging woekeren. Evenals bij het vegetatieve blad loopen er vijf vaatbundels of nerven door het vruchtblad heen, een middelste hoofdbundel en twee zijbundels aan weerszijden. De zijbundels ontspringen onder het vruchtblad uit den hoofdbundel (afb. 63) en loopen boven in het vruchtblad weer boogvormig samen. Uit den eenen randbundel gaat een zijtak in iederen zaadknop binnen (afb. 63) en dringt daar door tot in het binnenste integument (afb. 79), een belangrijk phylogenetisch kenmerk. De vruchtbladen zijn, zooals hierboven werd uiteengezet, boven den geslachtsbundel spiraalsgewijs georiënteerd, eene oriëntatie, welke overeenkomt met die der vegetatieve bladen langs de loten. Het weefsel van het vruchtblad is uitermate kleincellig (afb. 32, 33) dit weefsel steekt daardoor scherp af tegen het grootcellige bloembodemweefsel en maakt den indruk van samenpersing door ruimtegebrek. Ook de eigenaardige voedselcellen van het bloembodemweefsel ontbreken volkomen in het vruchtblad, dat hierdoor het karakter draagt van een apart orgaan. Het vruchtblad is inderdaad bijzonder klein, alleen de top groeit uit tot den langen stijl; zoowel door deze kleinheid als door het compacte kleincellige weefsel maakt het den indruk van een gecompriëerd orgaan, een dwergblad. Langs den geheelen langen top of stijl zijn de randen van het vruchtblad naar achter omgevouwen, zoo vormt zich het stijlkanaal (afb. 52A en B), waarlangs de cellen uitgroeien tot sappige stempelpapillen. Deze stijl is rood gekleurd, een feit van m.i. biologische beteekenis, zooals in het vorige hoofdstuk werd uiteengezet. Het vruchtblad staat met zijne morphologische bovenzijde, d.i. de zijde waarin de middennerf loopt, gekeerd naar den meeldraad (afb. 32), die er samen mee uit den bloembodem ontspringt; door deze vaste oriëntatie van het vruchtblad t.o. van den meeldraad is de stempel en de zaadknop van het vruchtblad dus afgekeerd van het ♂ orgaan. Ook doordat de stijltop naar achter omgebogen is, wordt de stempeltop steeds van het ♂ orgaan afgehouden (afb. 84). Het eigen pollen wordt dus door deze oriëntatie geweerd. Houdt men dit vruchtblad nu (afb. 32) horizontaal, dan ontspringt de meeldraad dus daarboven als eene schub, waarvan de kop zich buiten over het vruchtblad heenwelft (afb. 31), (deze horizontale stand van het vruchtblad komt overeen met den ge-

*) Schönland (26) schrijft dienaangaande: „Ich will nicht unterlassen zu erwähnen dass sich die Carpelle selbst zuweilen nicht schlieszen, keine Eichen entwickeln und blattartig verbildet werden" (pag. 320).

wonen stand der vegetatieve bladeren, wier morphologische bovenzijde naar boven is gekeerd).

De meeldraad maakt den indruk van een fertielen bloembodemschub met de primaire functie het vruchtblad te beschermen door zijn kop. Door den meeldraad loopt een enkele vaatbundel (afb. 42, 50); deze vaatbundel blijft volkomen onveranderd, zoolang de kop blijft bestaan. Blijft de meeldraad steriel, d.w.z. worden er geen loculamenten ontwikkeld, dan heeft hij volkomen denzelfden vorm als de fertiele meeldraad inclusief kop en dus tevens zijn vaatbundel (afb. 31 bovenste bol); wordt de kop echter onderdrukt, dan verdwijnt ook de vaatbundel (afb. 42, 36, 37). De vruchtbladen staan nooit onbeschermd, nooit staan zij alleen, steeds worden zij door staminakoppen beschermd. De kop is eene einduitgroeiing van het connectief; onder uit het connectief ontspringen de vier loculamenten los van den kop (afb. 42). De meeldraad heeft een zeer kort filament en bestaat uit eene onafgebroken voortzetting van het grootcellige bloembodemweefsel met zijne karakteristieke voedselcellen, welke over den geheelen omtrek van den meeldraad doorloopen (afb. 21). De meeldraad doet zich dus voor als eene uitgroeiing van dien bloembodem zelf, boven het vruchtblad en dit overwelfend.

Het organenpaar, vruchtblad en dekschub, vormen dus m.i. duidelijk een oorspronkelijk geheel. Hoewel de kop van het beschermende orgaan, de meeldraad of schub, m.i. primair is, de fertilisatie van dit orgaan t.o. van zijne beschermingsfunctie secundair, is toch het organenpaar m.i. als principieel tweeslachtig op te vatten. En wel omdat de meeldraad, het ♂ orgaan, steeds en niet anders dan in dezen vorm voorkomt; alleen dit orgaan wordt geslachtelijk gedifferentieerd tot ♂ geslachtsorgaan en principieel moeten er ♂ organen zijn. Ook de geheele bloeiwijze is dus m.i. als principieel tweeslachtig op te vatten. Inderdaad komen er volkomen tweeslachtige bloeiwijzen, vrij veel zelfs, voor; zoowel ♂ als ♀ organen functioneeren daarin volkomen normaal. Zeer eigenaardig is nu echter, dat op bepaalde wijze meestal een der geslachten in eene geheele bloeiwijze onderdrukt blijft. In de bloeiwijzen aan het eind van iedere loot blijven nml. de gekopte beschermingsorganen meestal steriel, alleen de ♀ organen blijven op die bloeiwijzen functioneeren (afb. 13); in de volgende bloeiwijzen van iedere loot worden de vruchtbladen onderdrukt, daar functioneeren alleen de ♂ organen (afb. 13). De top van iedere loot is dan uitsluitend ♀, de basis uitsluitend ♂. Dat deze eigenaardige splitsing der geslachten over de loot eene zeer besliste localisatie van het ♀ geslacht tot den top, van het ♂ geslacht tot de basis beduidt,

volgt uit het feit, dat nooit of nimmer eene aldus ♀ bloeiwijze achter eene aldus ♂ bloeiwijze aan eene loot wordt aangetroffen. Zeer interessant zou het zijn deze eigenaardige secundaire (de vruchtbladen zijn in rudiment in de ♂ bloeiwijze nog aanwezig) splitsing der geslachten door bepaalde proeven eens dieper na te gaan. Een bijzonder geval, waarbij de localisatie der geslachten reeds in eene enkele bloeiwijze is te zien en dat daardoor duidelijk de verschuiving van het ♂ geslacht naar binnen, van het ♀ geslacht naar buiten in het licht stelt, vindt men in afb. 31. Op den bovensten bol zijn de groote lichte organen alle steriel; op den middelsten bol zijn eenige dezer organen fertiel, andere steriel; op den ondersten bol eindelijk zijn zij alle fertiel en bijzonder groot. De donkergekleurde, dunne vruchtbladen op den ondersten bol zijn daarentegen veel kleiner dan die op de bovenste twee bollen. Het blijkt, dat bij den meeldraad de geslachtsfunctie nooit zonder de beschermingsfunctie uitgeoefend wordt, m.a.w. dat er nooit een fertiel stamen zonder kop voorkomt; daarentegen zijn er zeer vele steriele gekopte organen. Deze laatste organen staminodia te noemen, is m.i. niet juist omdat zij eene besliste en m.i. primaire beschermingsfunctie uitoefenen. Volgens mijne opvatting bestaat het organenpaar dus oorspronkelijk uit een zich fertiliseerend blaadje met een sterielen dekschub er boven. Deze dekschub heeft zich secundair lokaal eveneens gefertiliseerd tot het andere geslacht, waarna localiter het ♀ blad werd onderdrukt.

De oppervlakkige wijze van groepeerings der organenparen of bloemen tot bloemengroepen op de bollen zal duidelijk worden uit eene serie dwarse doorsneden door eene dergelijke groep, waarbij dus de bol tangential getroffen werd (afb. 34-40). In deze serie wordt de groep tot in den bloembodem vervolgd. Afb. 34 en 35 geven de doorsneden der losse organen boven den bloembodem te zien, deze organen passen zoodanig in elkander, dat zij schijnbaar drie alterneerende drietallige kransen vormen. Afb. 36 en 37 zijn doorsneden door den kegelvormigen bloembodem, waaruit men de organen ziet ontspringen. Het alterneeren blijkt thans slechts schijn, recht tegenover ieder carpellum ziet men telkens een stamen of staminodium in den bloembodem binnengaan. (Tusschen de drie stamina, welke men in afb. 34 en 35 rondom de zes en zeven carpellen zag liggen, ziet men nml. in afb. 36 en 37 nog drie korte staminodia verschijnen, zonder kop, dus ook zonder vaatbundel. Het weefsel dezer staminodia is verschrompeld, het zijn functielooze organen.) Carpellen en stamina vormen dus samen een dubbelen kring. Dat deze kring echter niet gesloten is, volgt uit het feit, dat de organenparen niet op dezelfde hoogte uit den kegelvormigen

bloembodem ontspringen; men ziet hen successievelijk *paarsgewijs* in den bloembodem binnengaan. (Men merke daarbij op, dat de kleine staminodia steeds kleiner worden, hoe hoger zij ingeplant staan, het bovenste is zelfs volkomen verdwenen, zoodat het bovenste carpellum zonder ♂ orgaan blijft.) Het blijkt dus, dat de organenparen niet in een krans, doch in een spiraallijn rondom den kegel ontspringen; deze lijn begint op den top van den kegel en eindigt, na slechts eens om den kegel heen te zijn gegaan, onder aan den kegel. De vaatbundels van ieder organenpaar ziet men versmelten (afb. 37). Bekijkt men nu afb. 38, waar de bloembodem vlak onder den kegel doorgesneden werd, dan ziet men weer den schijnbaar gesloten kring, uit zeven enkele vaatbundels bestaande, afkomstig uit de zeven organenparen recht er boven. In afb. 39 en 40 is de bloembodem nog dieper getroffen; uit afb. 39 ziet men, hoe de kring zich rechts opent en schijnt ineen te vloeien met andere kringen. Twee vaatbundels van den kring gaan hier nml. binnen in een geslachtsbundel, twee in een anderen geslachtsbundel, drie in een derden geslachtsbundel, welke men in afb. 40 ziet kronkelen. In de bij deze afb. behorende teekening 39A is dit duidelijker aangegeven. Zoo ziet men dus, dat de kring van bundels ontspringt uit drie verschillende geslachtsbundels, dat hij uit drie afzonderlijke deelen bestaat, *welke nergens samenhangen*. Door den loop der geslachtsbundels zijn zij bij elkander gekomen, in de drie deelen stonden de organen op bepaalde wijze naar elkaar toegewend, zoo ontstond de groep. De componenten der groep, d.z. de organenparen, staan volkomen op zich zelf.

Uit afb. 36 en 37 ziet men nog, hoe om de groepen heen een walletje loopt, dat uit den bloembodem ontspringt. Het loopt tusschen alle groepen door in de groeven en is een opgewerkt deel van den bloembodem; van vaatbundelvoorziening is geen sprake. Evenals de bloembodem is het bezet met haren, men kan het, als de bloembodem later geheel verhout (afb. 6-8), in zijn geheel van den bodem losmaken (afb. 7).

De haren, welke rondom de groepen uit den bloembodem ontspringen, bestaan uit eene rij van zes of zeven cellen, waarvan de bovenste reeds vroegtijdig zijn verhout, de topcel met eene scherpe punt eindigt, de onderste drie of vier cellen echter dunwandig blijven en voedselstoffen bevatten (afb. 23 en 23A). Deze voedselcellen vormen eene duidelijke voortzetting van het bloembodemweefsel, evenals dit bij de meeldraden het geval is. Deze haren staan dicht opeen ingeplant en zijn zeer lang.

De eigenaardige voedselcellen, welke de bloembodem bevat, zijn

m.i. van groot belang, omdat zij dien bodem typeeren en daardoor ook de uit dien bodem ontspringende organen. Zij zijn daarbij ook op zichzelf beschouwd zeer merkwaardig door hun inhoud. Men onderscheidt twee soorten van voedselcellen in den bloembodem. De eene soort bevat een groot aantal oliedruppels, deze voedselcellen bevinden zich over de geheele peripherie van den bolvormigen bloembodem en loopen van daaruit door in de meeldraden en in de haren (afb. 21), deze organen vormen eene onafgebroken voortzetting van het grootcellige bloembodemweefsel. De andere soort voedselcellen is op onregelmatige wijze verspreid door het merg van den bloembodem, zij bevatten een groot aantal kleine zetmeelkorrels. Deze zetmeelkorrels liggen in deze cellen nog omsloten in een bepaald zakje, dat vermoedelijk uit eene vetachtige stof bestaat (het kleurt zich met het Flemmings-mengsel zwart). Het zakje bestaat niet uit cellulose, zooals door bepaalde reacties bleek; in preparaten gekleurd met haematoxyline na eene andere fixatie dan met Flemmings-mengsel blijft het dan ook ongekleurd en volkomen onzichtbaar. Men ziet deze tweede soort voedselcellen liggen in afb. 20, in de cellen is het zakje hier donkerrood gekleurd met saffranine. In afb. 22 ziet men in donker omrande cellen de zetmeelkorrels liggen, hier is het zakje doorgesneden; daarnaast liggen geheel donkergekleurde cellen, deze geven het zakje onaangesneden te zien. Het zakje sluit tegen den celwand aan, doch is daarvan toch duidelijk afgescheiden. Het is slechts korthedshalve, dat ik dit eigenaardige omhulsel der zetmeelkorrels met den naam van zakje aanduid; een minutieus microchemisch onderzoek zou hier ongetwijfeld nog meer aan het licht kunnen brengen.

De geheele bouw der bloeiwijze is dus zeer karakteristiek. Het plan is simpel en primitief, de uitwerking nog niet sterk verdoezeld door vergroeiing of verschuiving.

Het diepere bouwplan der bloeiwijze wordt bij den vruchtbol eenigszins voor het bloote oog zichtbaar. Zooals reeds bij de beschrijving van den levenscyclus werd uiteengezet, zetten de vruchten zich alle tegelijk op een bepaald tijdstip; immers alle organen op deze bloeiwijze ageeren gedurende de geheele ontwikkeling als een geheel. De vruchten hebben een breed kop, welke zich vormt onder den verdrogenden stijl en in principe overeenkomt met den meeldraadkop (afb. 83, 85). Beide koppen zijn grootcellig, de meeldraadkop is alleen groen en sappig, de vruchtkop verhout; beide koppen vormen een dicht dak om de bloeiwijze, de meeldraadkoppen gedurende het eerste jaar, eerst nog binnen den bloeknop, de vruchtkoppen gedurende het tweede jaar vrij in de lucht. De vruchtbases met de zaadknoppen groeien bij de vruchtzetting omhoog,

want dan eerst groeit de embryozak in den zaadknop sterk uit; de vruchten verhouten, zoo ontstaan de vruchtbollen. Aan deze vruchtbollen kan men nu vrij duidelijk tien velden onderscheiden, vijf velden onder en vijf velden boven op iederen bol; deze velden teekenen zich af door groeven in het vruchtkoppendak (afb. 3 en 3A). Verwijdert men de vruchten van den bol, dan blijkt de vruchtbodem bezet te zijn met tien knoesten; vijf knoesten boven en vijf knoesten onder op den bol komen volkomen overeen met de tien velden op den vruchtbol (afb. 4). De vruchten, welke op iederen knoest van den vruchtbodem waren ingeplant, nemen randwaarts in grootte af (afb. 5); de kleine randvruchten stonden in de groeven tusschen de knoesten ingeplant en waren daar waarschijnlijk eenigszins verdrukt. Door de verschillende grootte der vruchten teekenen zich dus de tien knoesten als tien velden op den vruchtbol af. Deze tien velden nu zijn van zeer groot belang want zij stellen de tien vaatbundelgebieden voor, welke den bol voorzien en waarboven de bloemen volgens bepaald rijensysteem waren ingeplant zooals hierboven werd uiteengezet. De tien velden van den vruchtbol brengen dus ten slotte, zooals hierboven werd uiteengezet, het oorspronkelijke bouwplan der bloeiwijze aan het licht.

3. De Ontwikkeling.

Dit deel van mijn onderzoek had oorspronkelijk ten doel, de cytologische ontwikkeling en de wijze van bevruchting bij den Plataan vast te stellen; dit is immers voor een systematisch onderzoek van het allergrootste belang. Zooals hieronder zal worden uiteengezet, is het mij echter niet mogen gelukken de bevruchting te constateeren, wel werden eenige nog zeer onzekere aanwijzingen verkregen omtrent de vorming van een embryo, doch hieromtrent zou slechts een zeer uitgebreid speciaal onderzoek eenige zekerheid kunnen geven. Voor een dergelijk onderzoek ligt veel materiaal gereed; ik zal hier slechts de resultaten vermelden, welke door mij tot dusverre werden verkregen.

De ♂ organen of meeldraden differentieeren zich reeds zeer vroeg, nml. wanneer zij nog in den bloeknop van de buitenwereld zijn afgesloten en de meeldraden slechts eene geringe hoogte hebben bereikt. De kop vormde zich reeds eerder. Uit het peribleem ontstaan op de gewone wijze de vier loculamenten, wier wand wordt

gevormd door vier lagen van cellen en het tapetum, terwijl daarbinnen de pollenmoedercellen zich kenbaar maken door hun eigenaardigen kern (afb. 42, 43). Deze kern onderscheidt zich scherp van den kern der wandcellen door zijn grooten, zeer donkergekleurden nucleolus, welke omgeven is door een lichtgekleurden hof; alleen de kernen van het tapetum vormen eenigszins een overgang van het gewone kerntype tot dit. In de tapetumcellen gaan de kernen zich herhaaldelijk deelen, zonder dat wandvorming volgt (afb. 44), daarna gaan ook de pollenmoederkernen zich deelen. Dit is de reductiedeeling, waarbij het diploide aantal chromosomen, d.i. zestien, gereduceerd wordt tot acht (afb. 46). Voor de reductiedeeling werden de kernen veel grooter (afb. 45), na de reductiedeeling liggen de vier kleine kernen bijeen (afb. 47), worden ieder omgeven door plasma en een wand (afb. 48), waarna zij weer uitgroeien tot vrij groote pollenkernen (afb. 49). De kernen der tapetumcellen vervloeien in hun plasma, hetwelk zich daarna even donker kleurt als eerst de nucleoli dier kernen (afb. 42). De kerndeelingen, welke eerst in deze tapetumcellen plaats hadden, hebben eigenlijk eene groote overeenkomst met de reductiedeeling in de pollenmoedercellen: men ziet ook in de tapetumcellen dikwijls vier kernen op dezelfde wijze bijeen liggen als in de pollenmoedercellen na de reductiedeeling; het verschil is echter, dat deze kernen vervloeien, gene zich verder ontwikkelen. In den jongen pollenkorrel deelt de kern zich na eenigen tijd, de donkergekleurde generatieve kern en de fijnwazige vegetatieve kern komen naast elkander te liggen (afb. 50). Heel eigenaardig is het groote verschil tusschen den bouw dezer beide kernen; de generatieve kern heeft hetzelfde type als de kern, waaruit hij is ontsproten, de vegetatieve kern is daarentegen volkomen daarvan verschillend. Of er nog een tusschenwand ontstaat in den pollenkorrel, kon niet met zekerheid worden uitgemaakt. De bloeiwijzen, welke na het ontluiken van den bloeiknop in de buitenlucht treden, dragen reeds nagenoeg volwassen stamina; onder de epidermis heeft zich de typische vezellaag ontwikkeld, de andere drie wandlagen verdwijnen, de scheidingswand tusschen de loculamenten is niet versterkt, hierlangs springen zij overlangs open (afb. 51). De pollenkorrels hebben een ellipsoidischen vorm; zij zijn omhuld door eene dikke intine en eene dunne gladde exine, deze laatste is vermoedelijk afkomstig van den vervloeiden inhoud der tapetumcellen. De pollenkorrels hebben drie poorten voor den stuifmeelbuis (afb. 49).

De zaadknop differentieert zich veel later dan het ♂ orgaan. De jonge zaadknop (afb. 32) is orthotroop en zeer regelmatig gebouwd; van uit eene enkele cel, de embryozakmoeder cel (afb. 58),

stralen radicaal celrijen uit. Eerst nadat de bloeiwijze uit den bloeiknop in de buitenlucht is getreden, wordt de embryozakmoedercel sterk lichtbrekend en krijgt haar kern dat eigenaardige type met den grooten donkeren nucleolus en den lichten hof, hetwelk ook de pollenmoedercellen zoo karakteriseert (afb. 59, 43). Daarna heeft de reductiedeeling in den kern der embryozakmoedercel plaats (afb. 60); er ontstaan vier cellen in eene rij, waarvan echter alleen de binnenste groot is, de buitenste drie plat blijven (afb. 61). De binnenste groote cel is de embryozak, wiens kern zich gaat deelen (afb. 62, 63). Gedurende den tijd, dat de reductiedeeling in den zaadknop plaats heeft, wringen zich om den nucellus heen van uit de basis achtereenvolgens anderhalf integument omhoog (afb. 63), de zaadknop blijft daarbij steeds de geheele holte van het vruchtbeginsel volkomen vullen. De geheele zaadknop met zijne integumenten is uitermate compact kleincellig; het binnenste integument bereikt den top van den nucellus, enkele nucelluscellen dringen nog tusschen de micropyle binnen, het buitenste integument brengt het slechts tot halver hoogte van den nucellus (afb. 63). De embryozak gaat daarna sterk groeien (afb. 64).

Aldus is de toestand van den zaadknop als daarbuiten de pollenkorrels gerijpt zijn en op de stempelpapillen (afb. 52A en B) vallen, als de stijl zijne volle lengte heeft bereikt (afb. 84). In den embryozak hebben dan verdere kerndeelingen plaats, doch eerst na afloop der korte bestuivingsperiode hebben zich de acht kernen gevormd (afb. 64, 65). Boven in den embryozak ligt het eiapparaat (afb. 65), de eicel en de twee synergiden zijn drie volkomen gelijke ronde kernen; onder in den embryozak liggen de drie kleine ronde antipoden (afb. 65); in het midden van den embryozak bevinden zich de twee bijzonder groote ellipsoidische poolkernen, welke scherp van omtrek en helder gekleurd zijn, doch nog op eenigen afstand van elkander af liggen (afb. 65, 66). De embryozak heeft echter nog niet zijne definitieve grootte bereikt (vergel. afb. 64 en 70).

De in den stuiftijd op de stempelpapillen gevallen pollenkorrels zakken in de papillen en blijven daarin volkomen turgescient liggen (afb. 53), doch voor zoover nagegaan kon worden, ontkiemen zij er nooit in. Het geheele vruchtbeginsel blijft steeds intact, het bijzonder regelmatige weefsel met de kleine celletjes vertoont geen spoor van een doorgedrongen stuifmeelbuis. Dit is een zeer eigenaardig feit; ook andere onderzoekers hebben nooit een stuifmeelbuis waargenomen (26, 21). De bestuiving werd met zorg uitgevoerd, de bestoven vruchtbeginsels nauwkeurig onderzocht. Kleine coupescheuringen, natuurlijke spleten, schijnbare onregelmatigheden, berustend op minder goed geslaagde fixatie, waren reden tot een lang-

durig nazoeken. Dat een event. pollenbuis van uit de stempelpapillen, welke om het stijlkanaal heen liggen (afb. 52A en B), door dit kanaal en langs den zaadknop heen (afb. 63) door de micropyle den nucellus zou binnendringen, is m.i. het meest aannemelijk; doch geconstateerd kon het niet worden.

Zooals hierboven werd beschreven, ontwikkelt het pollen zich in het stamen volkomen normaal; het komt vrij, wanneer de stijlen met de stempels volwassen zijn. Dit pollen werd te kiemen gelegd in eene warm-vochtige omgeving op zuiver water en op agar- en gelatinevoedingsbodems met 1 tot 40 % rietsuiker (zie werkwijze). Merkwaardig was het te zien, dat het pollen op al deze voedingsbodems en op water zeer snel ontkiemde, volstrekt geen voorkeur vertoonde en dus eene buitengewone kiemkracht bleek te bezitten. De pollenkorrels namen snel stoffen uit het substraat op, zoodat zich om hen heen een leeg hof formeerde en de pollenkorrels diep in het substraat binnenzakten; op deze wijze zullen zij ook in stempelpapillen zakken. Zakten de korrels zeer diep in het substraat en vormde zich dan aldaar de pollenbuis, dan schoot deze buis dus onder het substraattoepervlak voort, afgesloten van de lucht. In dit geval ging de buis na eenigen tijd uit het substraat omhoog groeien, de lucht in; dat het niet alleen lucht was, maar vooral zeer vochtige lucht, die de buis scheen te zoeken bij het omhoog groeien, volgt m.i. uit het feit, dat er steeds meer buizen aldus omhoog groeiden, naarmate het substraat zich op grooteren afstand van de vochtige lucht bevond, dus naarmate de lucht droger werd. Vloeibaar water was het niet, dat de buizen zochten; water, in de nabijheid geplaatst, had niet den minsten invloed op de groeirichting. De buizen groeiden uit het substraat de lucht in bij iederen stand van dit substraat t.o. van aarde, licht en warmte, zoodat b.v. aan geo-, helio- of thermotropie niet gedacht kon worden. In de lucht groeiende, verschrompelden de buizen steeds snel, immers zij konden in de lucht geen voedsel opnemen; ook op het water konden geen lange buizen gevormd worden, ook daar was geen voedsel aanwezig. Om na te gaan, of de groeirichting der buizen eenigszins beïnvloed kon worden, werden stempelstukjes van verschillende stempels op het substraat geplaatst en alles bestrooid met pollen. Om de stempelstukjes heen ontkiemden de korrels, op de stempelstukjes zelf echter volstrekt niet; om de stempelstukjes heen groeiden de buizen steeds kriskras dooreen. De stempelstukjes waren in het substraat gezakt en eenigszins gekneusd, bij het afsterven der stempelcellen moet hun inhoud dus in het substraat zijn gediffundeerd, doch de groeirichting der buizen werd er volstrekt niet door beïnvloed. Daarop werd een stempelextract van verschillende stem-

pels gemengd door den voedingsbodem en tusschen den zuiveren voedingsbodem in den vorm van eene T op het voorwerpglas gestreken; nadat over het geheele voorwerpglas pollenkorrels waren gestrooid, ontkiemden de korrels op het stampelextract, d.i. op de T, volstrekt niet, op den zuiveren voedingsbodem, d.i. buiten de T, overvloedig. Op de T bleven de korrels echter wel turgescent, evenals in de stempelpapillen zelve, zooals hierboven werd vermeld; noch het stampelextract noch de papillenhoud, had dus iets bepaald giftigs voor den korrel. Dat de stempel echter wel iets schijnt te bevatten, hetwelk de ontkieming moet verhinderen, volgt niet zoozeer alleen uit het resultaat dezer proef met stampelextract, dat door de bereiding veranderd kan zijn, als wel uit de verschillende verkregen gegevens tezamen. Deze zijn: 1o. noch op ongerepte stempels aan den boom, noch op stempels van afgesneden vruchtbeginsels, noch op stempelstukjes heeft de ontkieming plaats; 2o. het pollen ontkiemt snel en krachtig op alle mogelijke voedingsbodems, is dus naar het schijnt heel weinig kieskeurig en buitengewoon kiemkrachtig; 3o. de groeirichting der pollenbuizen wordt door den stempel volstrekt niet beïnvloed; 4o. op stampelextract heeft geen ontkieming plaats. Uit al deze overwegingen tezamen zou men dus eenigszins kunnen besluiten, dat er eene bepaalde omstandigheid moet bestaan, waardoor ontkieming van het kiemkrachtige pollen verhinderd wordt op den stempel. Welke omstandigheid dit echter is, hieromtrent zou alleen een zeer speciaal onderzoek wellicht (?) eenig licht kunnen werpen; dit onderzoek zou o.a. bestaardeering in aanmerking moeten nemen. Het pollen bezit ongetwijfeld zeer vele eigenschappen, welke uitsluitend door experiment blijken. Van het groote aantal onder volkomen gelijke condities op volkomen dezelfde wijze uitgestrooide pollenkorrels, ontkiemt b.v. steeds naar ruwe schatting ongeveer 40 % niet; de niet ontkiemende korrels hebben geheel hetzelfde uiterlijk als de wel ontkiemende. Het pollen, dat aan afgesneden takken gerijpt is voordat buiten alles stuift, dus zgn. vervroegd pollen, ontkiemt niet, hoewel het op volkomen dezelfde wijze ter kieming werd gelegd als later het buiten gerijpte pollen; dit vervroegde pollen was niet te onderscheiden van het buiten gerijpte. Van af het begin der stuifperiode buiten werd pollen bewaard en geregeld ter kieming gelegd om na te kunnen gaan, hoe lang de pollenkorrel eigenlijk zijn kiemkracht behoudt; dit pollen werd zoowel droog als vochtig bewaard en zooveel mogelijk in zuiveren toestand gehouden. Bij iedere kiemproef ontkiemde het snel; nadat evenwel buiten al het pollen was verdwenen, ontkiemde dit pollen binnen ook niet meer, hoewel de korrels schijnbaar gezond waren gebleven. De kiemkracht

van het pollen is dus beperkt tot een zeer bepaalden tijd; dit feit en het beperkte kiemingspercentage wijzen op zeer diepgaande inwendige eigenschappen.

De kernen in den pollenbuis gedragen zich normaal. In den zich vormenden buis treedt eerst de generatieve kern binnen, de wazige vegetatieve kern volgt (afb. 54); iets later passeert de vegetatieve kern den generatieven kern (afb. 55), waarna de generatieve kern zich in twee volmaakt gelijke ♂ kernen deelt (afb. 56, 57). De vegetatieve kern, die het tweetal voorgaat, wordt, al vager wordende, ten slotte in den top van den buis opgelost (afb. 55—57). De pollenbuis heeft een dikken wand, waardoor de inhoud zeer moeilijk is te kleuren; door een carmaluin van bepaalde bereiding (12) werden de beide soorten kernen zeer verschillend gekleurd: de generatieve kern donkerrood, de vegetatieve kern violet.

Na den zeer korten stuiftijd nu beginnen de stijlen der vruchtbeginsels allen uit te drogen; deze uitdroging begint bij den top (afb. 13 het onderste takje). Of dit uitdrogen in verband staat met de plaats gehad hebbende bestuiving is moeilijk uit te maken; wel is de stijltop het sterkst bestoven en droogt de top ook het eerst uit, terwijl bij geïsoleerde vruchten de stijl veel langzamer uitdroogt. De vruchten gaan zich alle zeer snel zetten; deze vruchtzetting geschiedt op volkomen geïsoleerde bloeiwijzen gelijktijdig met en in precies hetzelfde tempo als op de bestoven bloeiwijzen en staat dus niet in verband met de bestuiving. Deze algeheele vruchtzetting berust dus op inwendige periodiciteit, het is zuivere parthenocarpie. De vruchtzetting berust daarbij uitsluitend op bescherming der vrucht, zij bestaat nml. slechts uit eene sterke verhouding der vrucht, uit kopvorming en verkurking der chalaza van den zaadknop; zij zal ongetwijfeld in verband staan met den schroeiend warmen zomer in de oorspronkelijke omgeving van den Plataan. Waar die zomer niet zoo schroeiend warm is, zooals in ons klimaat, ook daar heeft de vruchtzetting op bepaalden tijd plaats, het oorspronkelijke verband met de omgeving is dus blijkbaar volkomen vastgelegd.

Waar gedurende den stuiftijd geen pollenbuis het vruchtbeginsel is binnengedrongen, wordt het zeer interessant na te gaan, wat er dan na den stuiftijd in den embryozak geschiedt. Bevruchting kon nog niet plaats gehad hebben. Toch bevatten alle vruchten aan het eind van den zomer een embryo.

Nadat de stijl is verdroogd, groeit de embryozak in den zaadknop zeer sterk uit (afb. 64, 70); de geheele zaadknop wordt veel langer en in de chalaza verkurkt het weefsel, de integumenten drogen in. In den grooten embryozak gaan de poolkernen lang-

zaam naar elkander toe (afb. 66) en blijven geruimen tijd met de lengtezijde vast tegen elkaar aan liggen (afb. 67); daarna gaan zij langzaam versmelten, eerst hun omtrek (afb. 68), daarna hunne nucleoli (afb. 69). Dit alles duurt ongeveer drie weken, dus zeer lang, men ziet daarna midden in den grooten embryozak den bijzonder grooten secundairen embryozakkern liggen, zuiver van omtrek en scherp gekleurd (afb. 70, 69). Deze eene kern midden in den grooten zak is nu vooral daarom zoo bijzonder markant, omdat alle andere kernen van den zak nagenoeg zijn verdwenen tegen den tijd, dat deze eene volkomen gezonde kern daar ligt. Het geheele eiapparaat is gedegenereerd, de kern der eicel deelde zich in vele onduidelijke kernfragmenten (afb. 71), de synergiden vervagen geheel. De antipoden vervloeien (afb. 70). Men kan dus niet anders dan met bijzonder groote verwachting zien naar het eenige levende deel in den embryozak, den volkomen gezonden secundairen embryozakkern, wetende dat er steeds een embryo wordt gevormd. De embryozak wordt geheel omsloten (afb. 70) door eene enkele dunne, zeer karakteristieke laag van platte cellen met lange, dunne kernen (afb. 72); deze cellen hebben den groei van den grooten zak meegemaakt, door hen kan worden geconstateerd dat geen vreemde elementen den zak binnendrongen.

In een preparaat van denzelfden datum, doch van een anderen boom afkomstig bevat de embryozak nu eene rij groote endospermcellen (afb. 73), terwijl op de plaats van den secundairen embryozakkern twee kleine cellen (afb. 74) liggen. In een ander preparaat liggen vier zulke kleine cellen op die plaats (afb. 75). De omtrek dezer celletjes is hockig, zij liggen te midden van de ronde endospermkernen, welke zich deelen (afb. 76). Op welke wijze de endospermcellen en de kleine cellen nauwkeurig ontstaan, kon echter nog niet worden vastgesteld. Dat de kleine cellen het begin van een embryo voorstellen, is slechts een vermoeden; de verdere ontwikkeling van het embryo kon nog niet worden nagegaan.

Er heeft, voor zoover kon worden nagegaan, geene bevruchting plaats, geen vreemde elementen dringen den embryozak binnen. Geconstateerd werd echter, dat alle vruchten een embryo bevatten tegen het begin van den winter in het jaar, gedurende hetwelk dit onderzoek plaats had. Dit embryo moet dan dus op abnormale wijze gevormd zijn. De poolkernen alleen blijven in den embryozak over tot aan het moment, waarop zich het endosperm vormt. Deze feiten en de kleine cellen op de plaats der poolkernen wettigen dus m.i. eenigszins het vermoeden, dat de poolkernen in enig verband zouden kunnen staan met de abnormale embryovorming.

Het endosperm bevat zeer veel zetmeel, daarbinnen ligt het

kleincellige embryo met de twee cotylen (afb. 78) en de radicula. De zaadhuid is tot een sclerenchymatisch vlies geworden.

4. Litteratuuroverzicht.

Er bestaan, voor zoover mij bekend, slechts twee speciale onderzoeken over de Platanaceae. Dit zijn het phylogenetische onderzoek van Johann Jankó (14), dateerend van 1890, dat uitsluitend den bladvorm betreft, en het algemeene systematische onderzoek van Selmar Schönland (26), hetwelk uitgevoerd werd in 1883.

Jankó noemt zijn onderzoek „Abstammung der Platanen” en deelt ons mede, dat men uit bladvondsten in verschillende geologischen lagen de palaeontologische geschiedenis der Platanaceae tot op zekere hoogte heeft weten te traceeren. De Plataan treedt het eerst voor ons op in het Krijt van Noord-Amerika (intusschen is uit het onderzoek van F. Kurtz (16) gebleken, dat ook in Zuid-Amerika dezelfde Platanensoort in het Krijt voorkwam, dat de Dakota-formatie zich uitstreckte zoowel over Noord- als over Zuid-Amerika). In deze formatie waren reeds twee hoofdtypen te onderscheiden, het kleine getande blad van *P. primaeva* en het drielobbige gemengdgetande blad van *P. Newberryana*. In het Eoceen van Amerika heeft men daarop vijf soorten van drielobbige Platanenbladeren gevonden, waarvan er twee afgeleid worden van *P. primaeva*, een van *P. Newberryana*, de laatste twee waren weer af te leiden van de laatste der eerste twee. Van *P. primaeva* zouden nml. afstammen een gelijkgetand klein blad, *P. rhomboidea*, en een nu eens gelijkgetand dan weer gemengdgetand blad, *P. Haydeni*; van *P. Newberryana* zou afkomstig zijn een steeds gelijkgetand blad, *P. Raynoldsi*; van *P. Haydeni* zouden zich in het Eoceen zelfs reeds een vaststaand gelijkgetand blad, *P. aceroides*, en een vaststaand gemengdgetand blad, *P. Guillelmae*, gedifferentieerd hebben. In het Mioceen en Pliocene heeft men tot dusverre slechts deze beide laatste Platanenbladeren terug kunnen vinden; alle eerstgenoemde vormen waren toen, naar het schijnt, dus reeds weer verdwenen. Het gemengdgetande blad van *P. Guillelmae* vindt men in deze perioden tot aan de poolstreken van het Westelijk halfmond toe, alwaar het verdwijnt; het gelijkgetande blad van *P. aceroides* echter heeft in deze tijden een zeer groot verspreidingsgebied gekregen, het loopt door over Groenland, Spitsbergen, heel Europa door tot in Klein-Azië toe. Oorspronkelijk is dit aceroidestype drie-

lobbig en in het Westelijk halfrond bleef het ook steeds aldus; in het Oostelijk halfrond evenwel gaat het zich in Mioceen en Pliocéen reeds ontwikkelen tot een vijflobbig blad. Door de tertiaire ijsperiode moet daarop de Plataan uit het geheele Noordelijke deel van den aardbol zijn verdreven, hij bleef slechts nog bestaan in subtropisch Noord-Amerika en in Zuid-Europa tot in Klein-Azië. In deze beide gebieden ontwikkelde hij zich verder, doch in Amerika bleef hij steeds drielobbig, in Europa en Klein-Azië bleef het vijflobbige bladtype bestaan. In beide gebieden zijn het nakomelingen van *P. aceroides*, voor zoover men kan nagaan; de eene noemt men *P. occidentalis*, de andere *P. orientalis*. De Westerling groeit in het uitgangsgebied, de Oosterling groeit in het eindgebied van den *aceroides*-stamvader. In het Mexicaansche gebergte heeft men eene bepaalde variëteit van het *aceroides*type meenen te zien in *P. mexicana*; naar Europa werd in historischen tijd overgevoerd *P. occidentalis* zelf en merkwaardigerwijs ontwikkelde deze Westerling zijn blad weder in het Oostelijk halfrond, speciaal in Spanje, veel intensiever, dan hij het ooit in het Westelijke land van herkomst deed. Dat de Plataan reeds sinds eeuwen in Europa wordt aangeplant, blijkt uit den gestyleerden bladvorm in de oude mozaïeken van Grieken en Romeinen; de verschillende variëteiten, welke van den Plataan thans in Europa bestaan, zijn dus waarschijnlijk slechts kweekproducten.

Uit het bovenstaande overzicht blijkt, dat het platanenblad zich in den loop der tijden zeer geleidelijk moet hebben gecompliceerd. Jankó had nu de merkwaardige ontdekking gedaan, dat de waarde der palaeontologische vondsten in vele gevallen eenigszins te controleren is aan den bladvorm der overgangsbladeren, welke vooral aan de voorjaarsloten van den levenden boom voorkomen. Hij onderwierp daarop speciaal den vorm dezer overgangsbladeren aan een nauwkeurig vergelijkend onderzoek en vond het volgende.

Driemaal in het jaar ontwikkelen er zich bladknoppen aan den boom, in het voorjaar, des zomers en in het najaar. Het zijn nu speciaal de onderste bladeren van voorjaars-, zomer- en herfstloten, welke eene herhaling van de vermoedelijke bladvormontwikkeling in de oude geologische tijdperken te zien geven. Het onderste blad der voorjaarsloot is bij *P. orientalis* en *occidentalis* evenals het Platanenblad in het Krijt eennervig, gelijkgetand en heeft een wigvormigen voet; het onderste blad der zomerloot is bij *P. orientalis* en *occidentalis* evenals het blad in het Eoceen driennervig, drielobbig getand en heeft een afgeknotten voet; het onderste blad der herfstloot is bij *P. orientalis* alleen evenals het Oostersche blad in Mioceen en Pliocéen vijfennervig, vijflobbig getand en heeft een hartvormigen voet.

Uit Jankó's waarnemingen zou men dus kunnen opmaken, dat het tegenwoordige blad van den Plataan als 't ware eene afspiegeling der tijden vormt, tijden van ingrijpenden invloed ongetwijfeld. Het blad bevestigt tevens de palaeontologische geschiedenis van den Plataan, zooals men die reeds uit vondsten had samengesteld. Dat het kiemplantje eveneens deze ontwikkeling van den bladvorm op zoo treffende wijze herhaalt, is niet in het onderzoek van Jankó opgenomen (afb. 18).

Door systematici werden de Platanaceae tot dusverre in hoofdzaak op twee wijzen opgevat. De eerste opvatting berust op het meest opvallende kenmerk der Platanaceae, nml. de buitengewoon sterke aggregatie der bloeiwijze. Hiervan gingen de eerste systematici uit; de dichte bloeiwijze is een speciaal kenmerk van eenige Urticales, daarom brachten zij ook de Platanaceae daaronder. Zij meenden ook, dat de bloemen eenslachtig waren, zonder bloembekleedselen en bestaande uit een onbepaald aantal bloemdeelen; wel werden nu en dan tweeslachtige bloemen waargenomen, doch men meende uit te moeten gaan van eenslachtigheid. Deze opvatting waren toegedaan John Lindley (19) in 1846, De Candolle (66) in 1866 en men vindt haar nog terug bij een hedendaagsch onderzoeker, Robert F. Griggs (11) in 1909, echter alleen, omdat deze systematicus eigenlijk de verwantschap der Platanaceae niet goed op andere wijze kon uitdrukken.

De tweede opvatting omtrent de systematische plaats der Platanaceae werd voor het eerst ingeleid door B. Clarke (8) in 1858. Deze systematicus meende bloembekleedselen te zien bij de bloem van den Plataan (deze bloem komt natuurlijk overeen met dat geheel, hetwelk ik bloemgroep noemde bij de beschrijving der bloeiwijze): het waren de steriele bloembodemschubben of meeldraden, welke op hem den indruk maakten van een perianth. Op grond hiervan bracht hij de Platanaceae in verband met Phytolaccaceae, Aceraceae en Tiliaceae. Clarke vond de Platanaceae intusschen zoo eigenaardig, dat hij ook nog het voorstel opperde, hen eens te vergelijken met de Abietinae. De bloembekleedselen, welke Clarke het eerst in de steriele organen rondom de carpellen zag, werden later door andere onderzoekers steeds min of meer als zoodanig in aanmerking genomen. Zij worden als perianth opgevat door Le Maout et Decaisne in 1868 (18), Baillon in 1872 (2), en hoewel ook deze auteurs eigenlijk den bouw der bloem niet konden vaststellen, brachten zij voor het eerst de Platanaceae bij de groote groep der Rosales onder op grond van het vermoedelijke perianth. Er waren een paar tijdgenooten evenwel, die zich aan eene beoordeeling der verwantschap voor de Platanaceae niet wilden wagen; dit waren

Eichler in 1875 (9) en Bentham et Hooker in 1880 (4). Eichler merkt zeer terecht op: „Der Blütenbau der Platanaceae bleibt nach dem Vorstehenden noch unklar. Es ist demnach auch misslich über die systematische Stellung der Familie zu urtheilen. Ueberhaupt jede Stelling, die man den Platanen geben will, wird so lange zweifelhaft bleiben bis deren Blütenstruktur hinlänglich aufgeklärt ist.”

Het zgn. perianth, eenmaal als zoodanig opgevat, was van zeer grooten invloed op de conclusies van latere onderzoekingen. In 1883 publiceerde Selmar Schönland (26) zijn systematisch onderzoek over de Platanaceae, getiteld „Ueber die Entwicklung der Blüten und Frucht bei den Platanen”. In dit onderzoek, dat feitelijk tot de grootste onzekerheid leidde omtrent den bouw van bloeiwijze en bloemen, komt deze onderzoeker er ten slotte bij gebrek aan vaststaande feiten toe, een theoretisch diagram op te stellen voor de bloem der Platanaceae. Door dit diagram wordt de bloem voorgesteld als bestaande uit acht zuiver alterneerende drietallige kransen, d.z., van binnen naar buiten gaande, twee carpellenkransen, twee staminakransen, twee petalakransen en twee sepalakransen. Eigenaardig is het te zien, tot welk eene vergissing eene aanname kan leiden; want twee der vier kransen van stamina en petala, in dit diagram, zijn fictief. Schönland heeft waargenomen een geheel van zes carpellen en daaromheen liggend drie stamina, terwijl tusschen de drie stamina drie kleine steriele organen ontspringen (afb. 35—37), welke hij opvatte als petala in een afzonderlijken krans liggend. Aangezien de zes carpellen schijnbaar in twee kransen lagen, moesten er ook twee kransen van stamina zijn en ook twee kransen van petala en twee kransen van sepala. Het doorlopende ringwalletje (afb. 7, 36, 37) stelde de sepala voor. Er moesten dus aangenomen worden nog een krans van stamina, nog een krans van petala en het ringwalletje moest dubbel gedacht worden; toegegeven wordt echter, dat al deze dubbele kransen er in werkelijkheid niet waren. Het theoretisch diagram, voorstellende eene volkomen Rosalesbloem, is dus onjuist. Schönland meent in de bloemen nog een spiraalsgewijzen stand der carpellen op te merken. Uitdrukkelijk wordt in het onderzoek vermeld, dat nooit pollenbuizen werden aangetroffen in de carpellen, doch het ontstaan van een embryo werd geconstateerd; de verdere ontwikkeling van het embryo kon echter niet worden nagegaan door eene plotselinge ziekte onder de Platanen. Op grond van het door hem opgestelde diagram deelt onderzoeker de Platanaceae in onder de Rosales.

Deze indeeling der Platanaceae en de resultaten van Schönland's onderzoek werden overgenomen door F. Niedenzu (22) in het groote

systematische handboek „Die natürlichen Pflanzenfamilien” van Engler en Prantl. Natuurlijk heeft ook dit weer grooten invloed gehad op latere onderzoekingen en opvattingen. Zoo werd in 1911 aan de Sorbonne door M. Th. Nicoloff (21) een klein onderzoek uitgevoerd omtrent den zaadknop der Platanaceae; onder de Rosales was de zaadknop der Platanaceae nog niet onderzocht. Genoemd onderzoeker vindt in de verkurkte chalaza en de enkele cellen in de micropyle bij den zaadknop der Platanaceae voldoende redenen om de Platanaceae als verwant te beschouwen met de Spiraeeideae onder de Rosaceae. Ook Nicoloff nam geen bevruchting en geen pollenbuizen waar, hoewel hij de ontwikkeling zoover naging, dat hij kon constateeren, dat de embryozak eerst gereed kwam nadat het pollen was verdwenen. Hij heeft ook de zeer late versmelting der poolkernen opgemerkt, waarvan de helderheid hem bijzonder opviel, terwijl van het eiapparaat niets wordt vermeld.

In 1909 vond Robert F. Griggs (11) het met het oog op de groote onzekerheid omtrent den bloembodem gewenscht, de Platanaceae volgens de moderne techniek te onderzoeken; door bijzondere omstandigheden kon echter alleen de oppervlakkige bouw der jonge bloeiwijze worden vastgesteld. Dit was echter voldoende om te constateeren, dat er geen sprake was van eenig perianth, dat het diagram van Schönland, hetwelk in alle Amerikaansche zakflora's getrouw wordt overgenomen, dus niet juist was. Onderzoeker vindt slechts stamina en carpellen binnen een gesloten ringwalletje staan. De ♂ bloeiwijzen met de eigenaardige meeldraadkoppen, maken op hem een indruk, dien hij aldus beschrijft: „at first sight, even under a microscope, the staminate head in section looks like a single receptaculum the whole surface of which is indiscriminately covered with stamens much after the fashion of a staminate cone of Pinus, a similarity which is heightened by the resemblance of the stamens of the two, because of the enlarged leaflike blade of the connective”. Zooals hierboven werd medegedeeld, brengt hij de Platanaceae op grond van hunne dichte bloeiwijze onder bij de Urticales, eigenlijk „to save them from complete isolation”.

Hoewel de meeste auteurs van systematische werken dus er toe overgingen de Platanaceae eene plaats toe te kennen in het natuurlijke systeem, kan men steeds bij alle systematici eene zekeren twijfel opmerken bij het geven dier plaats. Wat zich tegen iedere indeeling verzette, was de geheele habitus van den boom, al zijne merkwaardigheden, welke den Plataan geheel apart doen staan.

De bijzonderheden van den vegetatieven bouw der Platanaceae komen duidelijk uit in eenige vergelijkende Angiospermen-onderzoekingen; het blijkt hieruit dat de Platanaceae met geen enkele

andere Angiospermenreeks zijn te vergelijken. Irving W. Bailey (1) beschrijft het mergstraalsysteem, zooals het zich, uitgaande van de Gymnospermen, ontwikkeld moet hebben onder de Angiospermen: iedere bestaande Angiospermenfamilie blijkt een bepaald type van mergstralen te hebben; zoo ook de Platanaceae. Het Platanaceae-type is daarbij zeer eigenaardig uitgewerkt, waarom Bailey deze familie geheel apart meent te moeten plaatsen; een evenzeer bijzonder uitgewerkt type heeft b.v. Casuarina, hoewel weer geheel verschillend van het Platanaceatype. Louis Petit (23) stelt eene ontwikkelingsreeks voor de Angiospermen op naar den loop der vaatbundels in den bladsteel. Ook in dit opzicht hebben de Platanaceae een volkomen eigen type, evenals b.v. het Rosalestype geheel op zichzelf staat en volstrekt niet te vergelijken is met het Platanaceatype. De Platanaceae staan, wat dit kenmerk betreft, zeer hoog onder de Angiospermen. E. Lee (17) stelde eene ontwikkelingsreeks op naar de complicaties van het wondweefsel, dat gevormd wordt bij het afvallen der bladeren bij de Dicotyledones. Bij de Platanaceae komt eene bijzonder gecompliceerde wijze van wondafsluiting voor, die in verband staat met de werking van het eigenaardige phellogeen, dat den bast afsnijdt. Lee rekent de Platanaceae tot die typen, welke eene hooge en aparte ontwikkeling doorgemaakt moeten hebben.

Door een enkelen systematicus zijn de Platanaceae in een zeer bijzonder licht geplaatst. Zij krijgen de waarde van een uitgangspunt. Wettstein (30) koppelt hen samen met de Hamamelidaceae, omdat zoowel de Platanaceae als Hamamelidaceae naar zijne meening bijzonder primitieve kenmerken bezitten en samen als Hamamelidales dus geschikt zouden zijn, als uitgangstype te fungeren voor de geheele Angiospermengroep. De Hamamelidales stelt Wettstein voor als eene Monochlamydeareeks, omdat volgens zijne opvatting een enkelvoudig bloemdek het meest primitief moet zijn. Van de Hamamelidales leidt hij af de Polycarpiceae en de Rosales met al de daaraan weer verwante Dialypetalae en Sympetalae, bovendien teruggrijpend naar de andere Monochlamydeae met hunne verwante Dialypetalae en Sympetalae, en bovendien ook nog via de Polycarpiceae de Monocotyledones. De Hamamelidales moeten dus een simpel bloemtype voorstellen; dat dit inderdaad het geval is voor zoover het de Platanaceae betreft, volgde echter niet uit hetgeen omtrent hen bekend was. Wettstein geeft dan ook van de Platanaceabloem eenvoudig de korte beschrijving van het door Schönland opgestelde bloemdiagram, dat eene volkomen Rosalesbloem voorstelt; voor de Hamamelidaceae beschrijft hij weer een ander bloemtype. Het kan dus slechts de algemeene habitus der

beide plantenfamilies zijn welke hem deed vermoeden, dat het primitieve typen zouden zijn. „Dem Charakter der Hamamelidales als einen sehr alten Typus entspricht es, dass die heute lebenden Formen vielfach stark voneinander abweichen“, schrijft hij. Vergelijkt men beide families met elkander, dan blijken er groote verschillen tusschen hen te bestaan (in hetzelfde klimaat groeiende, hebben zij ook groote overeenkomsten). Beide komen sinds het Krijt naast elkander voor. Bij *Hamamelis* komen echter in vergelijking met *Platanus* zeer gecompliceerde bloemen voor: de carpellen zijn daarin twee aan twee tot aan hunne halve hoogte vergroeid, zoodat de holten der vruchtbeginsels ineenloopen. Er komt een volledig perianth voor, in kleuren uitgewerkt. De vrucht, bestaande uit twee carpellen, werkt als een geheel; de beide helften dezer vrucht bevatten een mechanisch weefsel, hetwelk zich bij rijpheid der vrucht zoodanig contraheert, dat het zaad er als door twee knijpende vingers uit gespoten wordt. Bij den *Plataan* bestaat een geheel andere vruchtbouw, daar is de vrucht gebouwd volgens het principe van het teekenstift, waarvan de punt gemacereerd wordt, hieruit komt de radícula te voorschijn, het zaad blijft in de vrucht besloten. Bij *Hamamelis* is, evenals bij den *Plataan*, het pollen veel eerder rijp dan de embryozak; het pollen ontkiemt in den winter op de stempels en de pollenbuizen wachten tot het daarop volgende voorjaar onder in het vruchtbeginsel de rijpheid van den embryozak af. Shoemaker (25) heeft de ontwikkeling van *Hamamelis* beschreven en meent uit overgangsstadiën te kunnen concluderen, dat de bestuiving bij *Hamamelis* feitelijk van uit het voorjaar vervroegd moet zijn tot in den voorafgaanden winter. Dat er werkelijk eenige verwantschap bestaat tusschen *Hamamelidaceae* en *Platanaceae*, is m.i. zeer te betwijfelen; het zijn verschillende lijnen, welke naast elkander hebben geloopt, sinds wij hen voor het eerst hebben aangetroffen. Het *Platanacea*-type als uitgangspunt, eenigszins op de wijze, zooals Wettstein zich dit voorstelde, is wel denkbaar; dat de systematicus dit aangaf, zonder er bepaald door bewijzen toe gerechtigd te zijn, slechts geleid door zijn helderen juisten kijk en zijne veelomvattende kennis, is zijne groote verdienste.

LITTERATUUR-LIJST

1. BAILEY, IRVING W. The Evolutionary History of the Foliar Ray in the Wood of the Dicotyledons; and its Phylogenetic Significance. *Annals of Botany*. Vol. XXVI, pag. 647—661, 1912.
2. BAILLON, H. Histoire des Plantes, Bd. III, pag. 401, 1872.
3. BAIRD, MAUDE, MARIE. Anatomy of *Platanus occidentalis*. The Kansas Un. Sc. Bl. Vol. IX, No. 21, 1915.
4. BENTHAM ET HOOKER, G.-J. D. Genera Plantarum. Vol. III Pars I, pag. 396-397, 1880.
5. BRUSH, WARREN D. Distinguishing characters of North American Sycamores. *Bot. Gaz.* Vol. LXIV, pag. 480-496, 1917.
6. CANDOLLE, A. P. DE *Prodromus systematis universalis*. Pars XVI. pag. 156-160, 1866.
7. CHAMBERLAIN, C. J. The paraffin method. 1915.
8. CLARKE, B. On the structure and affinities of Myricaceae, Platanaceae, Altingiaceae and Chlorantaceae, *Annals and Magazine of Natural History*. Vol. I 3d Ser. 1858.
9. EICHLER, S. Blüthendiagramme, Bd. II, pag. 66. 1875.
10. GADECEAU, M. E. Notes sur les Platanes. *Bull. d. 1. Soc. d. Sc. nat. de l'Ouest d. I. Fr.* Tome 4, pag. 105. 1894.
11. GRIGGS, ROBERT F. On the characters and relationships of the Platanaceae. *Bull. of the Torrey Bot. Club*, New York Vol. 36, pag. 389. 1909.
12. GROOT, J. G. DE Eisen-Carmalaun. *Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie*. Bd. XX, pag. 21-25. 1903.
13. HRYNIEWIECKIE, M. BOLESŁAW Ein neuer Typus der Spaltöffnungen bei den Saxifragaceen. *Bull. intern. Ac. Sc., de Cracovie* 1912.
14. JANKÓ, JOHANN Abstammung der Platanen. *Bot. Jahrb. f. Syst. v. A. Engler* Bd. XI, pag. 412-458, 1890.

15. JAENNICHKE, FRIEDRICH Studien über die Gattung *Platanus*. Nova Acta Ac. Caes. Leopoldino Car. Germ. Nat. cult. 77e Bd. Halle, 1901.
16. KURTZ, F. Contributiones a la Palaeophytologica Argentina. Sobre la existencia de una Dakotaflora en la Patagonia austro-occidental. Zie E. Irmischer. Pflanzenverbreitung und Entwicklung der Kontinente. 1923.
17. LEE, E. The Morphology of Leaf-Fall, Ann. of Bot. Vol. XXV. pag. 51-105, 1911.
18. LE MAOUT ET DECAISNE, EMM.-JH. Traité général de Botanique. pag. 518-519. 1868.
19. LINDLEY, JOHN The vegetable kingdom. pag. 272. 1846.
20. LIDFORSS, BENGT Zur Biologie des Pollens. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXIX. pag. 1-38. 1896.
21. NICOLOFF, M. TH. L'ovule et le sac embryonnaire des Platanées. Comptes rendus des séances de l'Ac. d. sc. CLIII, pag. 287-290. 1911.
22. NIEDENZU, F. Die natürlichen Pflanzenfamilien, begr. v. A. Engler und K. Prantl III, 2a. pag. 137-141.
23. PETIT, LOUIS La petiole des Dicotyledones. Ann. d. Sc. nat. T.V. 1887.
24. PLOWMAN A. W. The celloidin method with hard tissues. Bot. Gaz. Vol. XXXVII. pag. 456, 1904.
25. SHOEMAKER, D. N. On the development of *Hamamelis virginiana*. Bot. Gaz. Vol. XXXIX, pag. 248-266, 1905.
26. SCHOENLAND, SELMAR Ueber die Entwicklung der Blüten und Frucht bei den Platanen. Bot. Jahrb. f. Syst. v. A. Engler Bd. IV pag. 308-327, 1883.
27. STOMPS, THEO J. Handleiding bij het vervaardigen van Micr. Preparaten. 1914.
28. USTERI, A. Beiträge zur Kenntnis der Platanen. Mém. Herb. Boiss. No. 20, pag. 53-65, 1900.
29. WARD, X. The palaeontologic history of the genus *Platanus*. Proc. of Un. St. Nat. Mus. pag. 39, 1888.
30. WETTSTEIN, RICHARD R. Handbuch der systematischen Botanik, 1911.
31. WIELAND, G. R. The *Williamsonias* of the Mixteca alta. Bot. Gaz. XLVIII pag. 427-441, 1909.

VERKLARING DER AFBEELDINGEN

Afb. 1. *Platanus orientalis*. December.
De habitus van den boom.

Afb. 2. *Platanus occidentalis*. Februari.

Een rij Platanen. De takken van den derden boom zijn wit, de bast is hier volkomen afgeworpen. Ook de stam van den voorsten boom heeft vooral bovenaan den bast verloren. Aan het uiteinde der takken hangen de vruchtbollen.

Afb. 3. Eene eindloot met bloeiwijze. *P. occidentalis*. Februari. $\frac{1}{2} \times$.

De eindloot is spiraalsgewijs bezet met drie bloeiknoppen, wier grootte basipetaad langs de loot afneemt. Het begin der loot wordt aangegeven door de ringvormige lidteekens van het vroegere blad en der afgevalen stipulae; het eind door de bloeiwijze van het vorige jaar. De bloeiwijze bestaat uit een vruchtbol, welke aan de vezels van den vroegeren steel hangt. Een tweede vruchtbol heeft oorspronkelijk gehangen aan het korte uitsteeksel van den steel, even boven den ondersten vruchtbol. De vruchtbol geeft slechts de koppen der vruchten te zien, welke vast aaneensluiten. Op iederen kop zit een verdroogde stijl. Men ziet op den vruchtbol zich eenige overlangsche groeven afteekenen, waardoor het oppervlak van het koppendak in velden wordt verdeeld. In de bijbehorende teekening afb. 3a zijn deze velden aangegeven. De velden geven het oorspronkelijke bouwplan der bloeiwijze weer.

Afb. 3a. De vruchtbol van afb. 3. *P. occidentalis*. Februari. $\frac{1}{2} \times$.

Op den vruchtbol zijn tien velden aangegeven, vijf onder en vijf boven rondom den bol. Deze velden teekenen zich door groeven in het vruchtkoppendak van den vruchtbol af (afb. 3). Zij staan in verband met tien knoesten van den vruchtbodem (afb. 4), waarop de ingeplante vruchten randwaarts in grootte afnemen (afb. 5). De velden stellen de tien oorspronkelijke vaatbundelgebieden van den vruchtbol voor en geven hierdoor het diepere bouwplan der bloeiwijze aan.

Afb. 4. Vruchtbodem en vruchtbol. *P. occidentalis*. Mei. $\frac{1}{4} \times$.

Van den vruchtbol rechts is links de vruchtbodem afgebeeld. Op den vruchtbol onderscheidt men de velden van het vruchtkoppendak (zie afb. 3a), deze velden komen overeen met tien knoesten op den vruchtbodem, waarvan men er eenige vrij goed op de afbeelding kan onderscheiden. Deze knoesten stellen ieder een vaatbundelgebied van den vruchtbol voor. Zij verraden hierdoor het bouwplan der bloeiwijze. Op den knoestigen vruchtbodem onderscheidt men nog eene fijnere netvormige teekening, dit zijn de kegelvormige heuvels, nader aangeduid in afb. 6 en 8.

Afb. 5. De vruchten van een der velden op den vruchtbol. (afb. 3a).

P. occidentalis. Mei. $\frac{1}{2} \times$.

De vruchten liggen zooals zij op een der knoesten van den vruchtbodem (afb. 4) waren ingeplant. Hunne grootte neemt randwaarts langs den

omtrek van den knoest af, zoodat in de groeven tusschen de knoesten slechts zeer kleine vruchten staan ingeplant. Hierdoor teekent zich de knoest op het vruchtenkoppendak af als een veld; dit is van groot belang, omdat hierdoor alleen het bouwplan der bloeiwijze voor het bloote oog zichtbaar wordt.

- Afb. 6. **Het oppervlak van den vruchtbodem.** *P. occidentalis*. Februari. 15 X.
Het oppervlak van den vruchtbodem (afb. 4) is verdeeld in zeshoekige veldjes, waartusschen een vliezig ringwalleetje loopt (afb. 7). Zoowel de veldjes als de ringwal zijn bezet met lange haren. De veldjes zijn kegelvormige heuvels van den vruchtbodem (afb. 8), waarop organengroepen stonden ingeplant (afb. 82).
- Afb. 7. **De vliezige wal van den vruchtbodem.** *P. occidentalis*. Februari. 15 X.
Deze wal loopt tusschen alle kegelgroepen van den vruchtbodem door en vormt een geheel. Hij is hier afgescheurd van den vruchtbodem. In afb. 6 ziet men den vruchtbodem met den wal, in afb. 7 zonder den wal. De wal is, evenals de vruchtbodem zelf, bezet met lange haren (afb. 36 en 37 geeft den jongen wal in D.D.).
- Afb. 8. **Het oppervlak van den vruchtbodem, na verwijdering van den wal.** *P. occidentalis*. Februari. 15 X.
De lage kegels hebben een ongeveer zeshoekigen omtrek, zij worden gescheiden door eene groeve, waarin de wal liep (afb. 6 en 7). Op de kegels, welke geheel verhout zijn, ziet men de lidteekens van organengroepen. Op iederen kegel hebben een verschillend aantal organen ingeplant gestaan (afb. 82).
- Afb. 9. **De bloeiwijze in den bloeiknop.** *P. orientalis*. Maart—April. 3 X.
De enkele bol rechts bestaat in werkelijkheid reeds uit drie in elkander passende lobben (afb. 30), welke in de uit drie bollen bestaande bloeiwijze links door een nog onzichtbaren steel uit elkander getrokken zijn (afb. 31). De bollen zijn alle vast omhuld door de aansluitende koppen der stamina.
- Afb. 10. **De eindknop eener loot in het begin van ontluijing.** *P. orientalis*.
Begin Mei. 1½ X.
De zwellende knop heeft de bruine knopschub omhoog getrokken en hierdoor basaal afgescheurd. De harige stipulae worden zichtbaar. Rondom de basis van den knop loopt het lidteken van den bladsteel, die den knop vroeger geheel in zijn basis omsloot (afb. 14). Op den top der loot naast den knop ziet men de vezels der oude bloeiwijze, welke de loot afsluit.
- Afb. 11. **Twee takken in ontluijing.** *P. orientalis*. Begin Mei. ½ X.
De linker tak is afkomstig onder uit den boom. Hij bestaat uit drie loten, welke telkens beginnen met een ringvormig lidteken en eindigen met de vezels eener oude bloeiwijze. De knoppen der eindloot zijn het verst ontwikkeld, daarna volgen de knoppen der middelste loot, daarna die der onderste loot. Aan iedere loot zelf is de ♀ eindknop het verst ontwikkeld (d.i. die met de roode draadvormige stijlen); de volgende ♂ knoppen van iedere loot zijn veel minder ontwikkeld, hetgeen b.v. blijkt uit de mate van bladontploffing. De rechter tak is afkomstig boven uit den boom, hiervan zijn de knoppen nog gesloten. De kleine ronde bloeiwijzen, welke men naast de knoppen ziet liggen, waren binnen die knoppen afgeknapt bij het plukken; hun steel is dus uitermate bros.

III

- Afb. 12. Een ontluikende bloeiknop. *P. occidentalis*. Begin Mei. $1\frac{1}{2} \times$.

De jonge bloeiwijze, bestaande uit twee bollen, komt te voorschijn uit de stipulae. De lichte draadjes op de bollen zijn de jonge roode stijlen der carpellen, welke door het dak van groene staminakoppen heen naar buiten gedrongen zijn. Onder om het takje ziet men nog een kraagvormig stipulum van het vorige jaar zitten.

- Afb. 13. Drie takken in bloei. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei. $\frac{1}{2} \times$.

De bovenste tak is in het begin van den bloei, de middelste tak midden in den bloei, de onderste tak aan het eind van den bloei. Aan den bovensten tak hangt eene ♀ bloeiwijze, bezet met bosjes lange roode draadvormige stijlen, daarachter hangt aan een veel korter steeltje eene ♂ bloeiwijze, waarvan de staminakoppen juist even los beginnen te geraken. De toppen der stijlen zijn sappig en even omgekruld (zie afb. 84). Aan den middelsten tak hangt eene ♀ bloeiwijze, waarvan de stijltoppen rechter zijn geworden; daarachter hangt eene ♂ bloeiwijze, waarvan de stamina uitvallen. Aan den onderste tak ziet men twee ♀ bloeiwijzen hangen, waarvan de stijltoppen recht uitstaan en dus reeds verdroogd zijn; er hangt hier ook nog eene ♂ bloeiwijze, waarvan nagenoeg alle stamina zijn uitgevallen. De bladeren der drie takken zijn ontplooid en dicht bedekt met een haarkleed; zij zijn echter nog veel kleiner dan die in afb. 14. Aan den onderste tak hangt eene oude harige bloeiwijze, waarvan de vruchten bezig zijn uit te vallen.

- Afb. 14. Eenige volwassen loten gedurende de vruchtzetting. *P. occidentalis* en *P. orientalis*. Juni. $\frac{1}{2} \times$.

De bovenste twee loten zijn van *P. occidentalis*. De linker loot draagt eene ♀ bloeiwijze, bestaande uit een steel met twee groote bollen, waarvan de vruchten zich alle hebben gezet. De rechter loot draagt eene geheel verdroogde ♂ bloeiwijze. De bladeren dezer beide loten zijn drielobbig, doch het onderste blaadje van iedere loot is slechts getand en eennervig.

De onderste twee loten zijn van *P. orientalis*. De rechter loot draagt eene ♀ bloeiwijze, bestaande uit drie bollen, welke veel kleiner zijn dan die van *P. occidentalis*. De linker loot draagt eene geheel verdroogde ♂ bloeiwijze. De bladeren der beide onderste loten zijn vijflobbig en veel dieper ingesneden dan die van *P. occidentalis*. Het onderste blaadje van het rechter takje is slechts getand en eennervig, het daarop volgende blad is slechts drielobbig. Van de oude bloeiwijze aan dit takje zijn nagenoeg alle vruchten afgevallen.

Men kan duidelijk zien, dat de jonge okselknoppen geheel omsloten worden door de bladsteelbasis.

- Afb. 15. De maceratie van den steel der bloeiwijze. *P. orientalis*. October. $\frac{1}{2} \times$.

Drie bloeiwijzen zijn afgebeeld, waarvan men van links naar rechts gaande het maceratieproces kan volgen. Aan de linker bloeiwijze is de groene epidermis nog nagenoeg gaaf, men ziet echter dat hij zeer los om den steel sluit. Aan de middelste bloeiwijze laat de epidermis los en ziet men de vezels te voorschijn komen. Aan de rechter bloeiwijze is de epidermis nagenoeg geheel los en zijn de vezels eveneens los geraakt. Al het overige weefsel van den steel is spoorloos verdwenen. Deze afbeelding werd gemaakt des morgens na den eersten nachtvorst in het najaar; den vorigen avond hingen de stelen nog onaangetast aan den boom. Links is een afgefallen blad afgebeeld, waarvan de koepelvormige steelbasis is te zien, welke den okselknop omsloot. De rechter bloeiwijze bestaat slechts uit twee bollen, hoewel van *P. orientalis*.

Afb. 16. De ontkieming der vrucht. *P. orientalis*. Eind Mei. 1 X.

Van links naar rechts gaande in de afbeelding ziet men het vruchtje, uit de basis waarvan de radicula te voorschijn komt; het kiemplantje met twee smalle groene cotylen: het eerste, bijna gaafrandige en het tweede blad, dat de randen naar achter heeft omgevouwen. De vorm der vrucht is hier goed waar te nemen; de dikke kop en de basale zuiver ronde lange stijve haarkrans.

Afb. 17. Kiemplantje met basaal vergroeide kiembladen. *P. orientalis*. Eind Mei. 1 X.

Het kiemplantje is hier van boven op gezien. De cotylen zijn basaal vergroeid. De vorm van het eerste gaafrandige blaadje komt duidelijk uit.

Afb. 18. De kiemplant. *P. orientalis*. September. $\frac{1}{2}$ X.

De kiemplant heeft nog hare beide cotylen en daarboven dertien overgangsbladen. Eerst het dertiende blad vertoont het begin der vierde en vijfde lob van het typische vijflobbige *orientalis*blad. Het tiende, elfde en twaalfde blad komen geheel overeen met het blad van *P. occidentalis* (afb. 14). Het eerste tot vijfde blad zijn nagenoeg gaafrandig, het zesde blad is ongelijkgetand en smal, het zevende tot negende blad beginnen drielobbig te worden, doch zijn ook nog smal. Het kleine veertiende blad geeft den eigenaardigen vorm van het jonge blad te zien met de naar achter omgevouwen randen. De bladstand is die van vijf bladeren in twee spiralen rondom den tak. Het wortelstelsel is goed ontwikkeld.

Afb. 19. Een jonge bloeiknop in L.D. *P. orientalis*. Juni. 25 X.

De jonge loot wordt koepelvormig omsloten door drie paar lichtgekleurde, behaarde, mutsvormig vergroeide stipulae, in wier oksels de donker gekleurde jonge bladeren zitten. Buiten de buitenste stipulae ligt nog (links) de knopschub en daarbuiten (links boven in den hoek) de bladsteelbasis. De jonge loot wordt (rechts) afgesloten door den aanleg der jonge bloeiwijze, die den vorm heeft van een lagen ronden heuvel.

Afb. 20. De jonge bolvormige bloeiwijze in D.D. *P. orientalis*. Februari. 20 X.

De ronde doorsnede bevat groote, donkergekleurde voedselcellen (afb. 22). Over den geheelen omtrek worden de geslachtsorganen in eenzelfde tempo juist aangelegd.

Afb. 21. Eene jonge bolvormige bloeiwijze in L.D. *P. orientalis*. Maart. 26 X.

Langs den omtrek der doorsnede verheffen zich groepen van geslachtsorganen. De donkeromrande, lichtgekleurde organen zijn stamina, zij hebben een breederen kop. De dunne donkergekleurde kleincellige organen zijn carpellen. Stamina en carpellen zijn nog ongedifferentieerd (wellicht zijn deze stamina steriel). In het merg van het bloembodemweefsel liggen groote, donkeromrande voedselcellen (afb. 22), langs de peripherie van den bol liggen kleinere donkere voedselcellen, welke doorloopen in de stamina en in de haren, welke tusschen de organengroepen uit den bloembodem ontspringen (afb. 23). Uit den steel treden aan weerszijden van den bol twee vaatbundels binnen, onder in den bol treedt een dezer twee naar buiten en begeeft zich peripheriewaarts (links is dit te zien), de andere loopt tot boven in den bol door en gaat daar peripheriewaarts heen (afb. 24—29).

Afb. 22. De voedselcellen van den bloembodem. L.D. *P. orientalis*. Maart. 130 X.

De donkeromrande cellen bevatten kleine zetmeelkorrels. De donkere rand

is de doorsnede van een zeer eigenaardig zakje om de zetmeelkorrels. In de geheel donkere cellen is dit zakje onaangesneden gebleven. Fixatie met Flemmings mengsel, kleuring met Flemmings driekleurenmengsel.

Afb. 23 en 23a. De haren van den bloembodem in L.D. *P. orientalis*. Maart. 70 X.
De haren staan in dichte groepen bijeen en bestaan uit eene rij van zes tot zeven cellen, waarvan alleen de drie of vier bovenste verhout zijn, de onderste drie met voedseldruppels zijn gevuld. De topcel is scherp puntig. De onderste cellen vormen eene voortzetting van den bloembodem (afb. 21).

Afb. 24—29. De loop der vaatbundels in de bolvormige bloeiwijze. Zes D.D. *P. orientalis*. Maart. 25 X.

Afb. 24. Tien vaatbundels in een vastgesloten krans treden den bol binnen.

„ 25. De krans der tien vaatbundels in de basis van den bol.

„ 26. Rechts en links ziet men een vaatbundel uit den krans treden en zich daarbij dichotoom vertakken. Op deze wijze treden er onder in den bol vijf uit den krans, alterneerend met de overige vijf.

„ 27. De overige vijf vaatbundels liggen nog in denzelfden krans. De bol is hier ter halve hoogte doorgesneden, hierdoor is deze doorsnede grooter dan die in afb. 26 en is de krans wijder. Deze vijf vaatbundels omspannen dus den bol. De bundel in den linker bovenhoek der afb. begint zich reeds dichotoom te vertakken.

„ 28. De vijf vaatbundels van afb. 27 zijn hier weder samengetreden, doch begeven zich onder dichotome vertakking naar de periferie van den bol. Deze doorsnede is door den top van den bol.

„ 29. Men ziet thans de tien zijtakken der vijf bundels der vorige afbeelding peripheriewaarts loopen. Deze zijtakken noemde ik geslachtsbundels. Deze doorsnede is vlak onder de periferie van bol.

Afb. 30. Eene jonge bloeiwijze, welke uit drie lobben bestaat. L.D. *P. orientalis*. April. 25 X.

Links en rechts zijn een der drie lobben tangentiaal getroffen. De linker lob van voren, de rechter lob van achteren. In het midden hangt de derde lob, waarvan slechts de organen op het oppervlak werden getroffen. Uit de orientatie der lobben blijkt, dat zij in een spiraal om het gemeenschappelijk middenpunt liggen; de lobben passen zoo volkomen in elkander, dat de geheele omtrek der bloeiwijze bolvormig blijft (zie de enkele bol in afb. 9 rechts).

Afb. 31. Jonge tweeslachtige bloeiwijze, die den vorm heeft van een driebolligen knots. L.D. *P. orientalis*. April. 10 X.

Tusschen de drie bollen loopt zigzagsgewijs een steel, waarin men de vaatbundels onvertakt door ziet loopen van den eenen bol naar den anderen. De drie bollen passen nog steeds in elkander. (De bloeiwijze zit nog in den bloeiknop (afb. 9 links)). Op het oppervlak der bollen ziet men groepen van organen ingeplant staan, waaronder de bloembodem zich kegelvormig verheft. Deze organengroepen bestaan uit dunne, donkergekleurde carpellen in het midden, aan weerszijden lichtgekleurde stamina. Deze stamina hebben een breedten kop, welke zich over de dunne carpellen heenwelft en volkomen aan de naaste koppen aansluit. Hierdoor zijn de bollen aan de buitenzijde geheel afgesloten door het

koppendak. De stamīna op den ondersten bol dragen loculamenten (zij zijn in het stadium van reductiedeeling) (afb. 45—48), op den middelsten bol dragen slechts enkele onder hen loculamenten, de andere zijn steriel; op den bovensten bol zijn zij alle steriel. De carpellen op den ondersten bol zijn kleiner dan die op den bovensten bol. Hoewel deze bloeiwijze dus tweeslachtig is, is het ♂ geslacht op den top onderdrukt, het ♀ geslacht is aan de basis onderdrukt.

Afb. 32. Eenige bloemengroepen in L.D. (Dezelfde bloeiwijze als in afb. 31).

P. orientalis. April. 70 X.

De groep van organen in het midden der afbeelding bestaat uit drie donkergekleurde, kleincellige carpellen en aan weerszijden daarvan twee lichtgekleurde, grootcellige stamina. Deze organen ontspringen op verschillende hoogte uit een kegelvormigen heuvel van den bloembodem (afb. 36, 37). Het meest rechtsche carpellum bevat een nog ingedifferentieerden zaadknop, welke de kleine holte van het carpellum volkomen vult en ontspringt van uit de van het naaste stamen afgekeerde zijde. In den naar het stamen toegekeerde zijde van het carpellum loopt de groote middelste vaatbundel van het carpellum, dit is dus de morphologische bovenzijde van het vruchtblad. Deze vaatbundel ziet men zich even onder het carpellum vereenigen met den vaatbundel van het naaste stamen; de enkele vaatbundel, welke dus het ♂ en ♀ orgaan voorziet, ziet men beneden de organen ontspringen uit den zeer breedten vaatbundel, welke onder de organen loopt, den geslachtsbundel. Naast den eenen organenbundel ziet men fragmenten van dergelijke enkele bundels, welke eveneens uit den breedten geslachtsbundel achter elkander in eene rij ontspringen (afb. 81, 82).

Afb. 33. De vertakking van den enkelen organenbundel. L.D. (Dezelfde bloeiwijze als in afb. 31). *P. orientalis*. April. 110 X.

Naar het donkere, kleincellige carpellum en het rechts daarvan gelegen grootcellige stamen ziet men een vaatbundel omhoog stijgen, welke zich vlak onder deze beide organen dichotoom splitst. Naar ieder orgaan gaat een zijtak. Het ♂ en het ♀ orgaan behooren hierdoor onafscheidelijk bij elkander; zij zijn ook basaal vergroeid.

Afb. 34—40. Eene organengroep in D.D. (Dezelfde bloeiwijze als in afb. 31). *P. orientalis*. April.

Afb. 34. 70 X. Zes donkere carpellen en drie stamina liggen schijnbaar in drie drietallige regelmatig onderling alterneerende kransen.

„ 35 en 35A. 70 X. Zeven carpellen liggen in het centrum der groep, om hen heen liggen de drie stamina. Er is dus nog een korter carpellum (5) bij gekomen. De kransen worden al minder duidelijk. De naar achter ingebogen randen der carpellen wijzen niet naar een enkel gemeenschappelijk middelpunt. (De cijfers hebben betrekking op de wijze van inplanting (afb. 36).)

„ 36 en 36A. 70 X. Deze doorsnede gaat door den top van den kegel, waarop de organen der groep staan ingeplant. De carpellen blijken thans in eene enkele rij uit den kegel te ontspringen, doch niet op gelijke hoogte. Links boven ziet men het bovenste carpellum (1) ontspringen, ook de drie volgende carpellen reeds (2, 3, 4), drie carpellen (5, 6, 7) zijn nog niet geheel in den bodem opgenomen. De zeven carpellen ontspringen dus in een spiraal rondom den kegelvormigen heuvel van den bloembodem

(afb. 32). Recht tegenover het 2e carpellum ziet men het 2e stamen ontspringen, het 1ste stamen is geheel onderdrukt, het 3e stamen blijkt een sterk onderdrukt kort staminodium te zijn en ligt reeds recht tegenover het 3e carpellum. Ook het 4e stamen ligt reeds tegenover het 4e carpellum. Het 5e stamen blijkt weer een staminodium te zijn en ligt nog tusschen het 5e en 6e carpellum. Het 6e stamen ligt nog geheel tusschen het 6e en 7e carpellum, het 7e stamen tusschen het 7e en 1ste carpellum, dit is weer een staminodium. Om de rij der zeven carpellen loopt dus eene buitenste rij ♂ organen eveneens in een spiraal om den kegel, deze ♂ organen ontspringen recht tegenover de ♀ organen, zij zijn om het andere onderdrukt en wel in steeds sterker mate, naarmate zij hooger op den kegel zijn ingeplant. De staminodia bestaan uit verschrompeld weefsel en hebben hun vaatbundel verloren; zij functioneeren volstrekt niet meer, want zoowel hun kop als hunne loculamenten zijn volkomen onderdrukt.

Afb. 37 en 37A. 70 X. De kegelvormige bloembodemheuvel is hier basaal doorgesneden. De zeven carpellenbases zijn er alle in opgenomen en om hen heen ook het 1ste tot 4e stamen. Het 5e, 6e en 7e ♂ orgaan liggen thans ook recht tegenover het 5e, 6e en 7e carpellum, gereed om aldus in den kegel binnen te gaan. Ieder stamen ontspringt dus iets lager dan het bijbehorende carpellum (afb. 32). De vaatbundels van het 2e carpellum en het 2e stamen zijn reeds tot een enkelen vaatbundel versmolten (afb. 33). Rondom de geheele organengroep ziet men de fragmenten van een bloembodemwalleetje loopen, dat uit den bloembodem ontspringt tusschen de kegels en door alle groeven tusschen de kegels heen loopt (afb. 7).

„ 38. 70 X. Deze doorsnede ligt onder den bloembodemkegel. Een kring van zeven enkele vaatbundels is afkomstig van de organenparen op den kegel. Aangezien deze vaatbundels in den kegel op verschillende hoogten, nl. in een spiraal, zich splitsen, stelt de kring een enkelen spiraallijn voor en is niet gesloten.

„ 39 en 39a. 35 X. Deze doorsnede gaat nog dieper onder den kegel door. De kring versmelt schijnbaar met de naaste kringen. Uit de bijgaande teekening blijkt echter, dat er drie geslachtsbundels onder den kring loopen. Twee organenbundels worden in een geslachtsbundel opgenomen, twee in een anderen en drie in den derden geslachtsbundel (afb. 82). De organenbundels van den kring zijn dus van verschillende oorsprong en hangen nergens samen.

„ 40. 35 X. Nog iets dieper onder den kegel ziet men een der breede geslachtsbundels loopen, welk drie der enkele organenbundels opnam.

Afb. 41. Eene organengroep op eene ♂ bloeiwijze. D.D. *P. orientalis*. April. 35 X. De groep bestaat slechts uit drie in een kring gelegen stamina. In het midden ligt de doorsnede van den onbezette kegeltop, waarop de ♀ organen ontbreken. Om de groep heen loopt het smalle bloembodemwalleetje.

Afb. 42. Jonge stamina L.D. *P. orientalis*. Maart. 125 X.

Het stamen heeft een zeer kort filament; het connectief verbreedt zich tot een breeden kop. Los van dien kop ontspringen daaronder uit het connectief de loculamenten, welke gevuld zijn met pollenmoedercellen.

De wand der loculamenten bestaat uit vier lagen van cellen en de donker gekleurde tapetumlaag. Het geheele weefsel van het stamen is zeer grootcellig. Door het connectief loopt een enkele vaatbundel. Tusschen de beide stamina ontspringt een dun kort staminodium uit den bloembodem. De koppen der stamina sluiten vast aaneen.

- Afb. 43. Pollenmoedercellen en wandcellen. L.D. *P. orientalis*. Februari. 440 $\times$.
De kern der pollenmoedercellen onderscheidt zich van den kern der wandcellen door zijn grooten donkeren nucleolus, welke omringd is door een lichten hof.
- Afb. 44. Tapetumcel. L.D. *P. orientalis*. Maart. 440 $\times$.
De cel bevat verscheidene kernen, zonder dat tusschenwanden werden gevormd.
- Afb. 45. Pollenmoedercel voor de reductiedeeling. *P. orientalis*. Maart. 440 $\times$.
De kern is zeer groot geworden. In dit en de drie volgende stadiën bevinden zich de cellen in de loculamenten der stamina van afb. 31.
- Afb. 46. Pollenmoedercel in reductiedeeling. *P. orientalis*. April. 480 $\times$.
De cel bevat de vier deelingskernen. In iederen jongen haploiden kern zijn acht chromosomen waar te nemen.
- Afb. 47. Pollenmoedercel na de reductiedeeling. *P. orientalis*. April. 440 $\times$.
De vier kernen liggen nog twee aan twee bij elkander in de enkele cel.
- Afb. 48. De vier jonge pollencellen, van eene pollenmoedercel afkomstig. *P. orientalis*. April. 440 $\times$.
Om ieder der vier kernen heen heeft zich plasma verzameld en wordt een wand geformeerd.
- Afb. 49. Jonge pollencel. *P. orientalis*. Begin Mei. 440 $\times$.
De korrel bevat een grooten kern van het eigenaardige type met den grooten donkeren nucleolus en den lichten hof. Er zijn drie plaatsen voor het uittreden van den pollenbuis gevormd, waardoor de korrel eenigszins driehoekig van vorm is.
- Afb. 50. Rijpe pollenkorrel. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei. 440 $\times$.
De korrel bevat den donker gekleurden generatieven kern en den wazigen vegetatieven kern.
- Afb. 51. Rijp stamen. D.D. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei. 350 $\times$.
De vier loculamenten bevatten rijpe pollenkorrels (afb. 49). Hun wand bestaat uit de vezellaag en de platte epidermis. Aan de eene zijde van het stamen zijn de loculamenten langs den overlangschen onversterkten sleuf opengesprongen. Door het connectief loopt de vaatbundel.
- Afb. 52a. De stijl van het carpellum. D.D. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei. 150 $\times$.
De naar binnen omgebogen randen zijn bezet met papillen, dit is de stempel. Daartusschen ligt het nauwe stijlkanaal.
- Afb. 52b. De stijl van het carpellum. L.D. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei. 150 $\times$.
De groote donkere cellen zijn de stempelpapillen. In het midden loopt

het stijlkanaal. In eene der cellen langs dit kanaal ziet men een donkeren ronden pollenkorrel liggen.

Afb. 53. De bestoven stempel. L.D. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei. 180 X. In en op de papillen liggen pollenkorrels. De korrels, welke in de papillen liggen, zijn rond, die welke buiten de papillen liggen zijn driehoekig, dus ietwat ingedroogd.

Afb. 54—57. De pollenbuis. *P. orientalis en occidentalis*. Tweede helft van Mei. 440 X.

Afb. 54. Even na de vorming van den buis gaat de donkergekleurde generatieve kern den buis binnen, gevolgd door den lichtgekleurden vegetatieve kern. De buiswand is zeer dik.

.. 55. Na eenigen tijd is de vegetatieve kern den generatieven kern gepasseerd en gaat voor.

.. 56. In den buistop verflauwt de vegetatieve kern, terwijl de generatieve kern zich deelt.

.. 57. Achter den nagenoeg verdwenen vegetatieve kern liggen in den top van den buis de beide generatieve kernen.

Afb. 58. De jonge embryozakmoedercel. L.D. *P. orientalis*. Begin Mei. 440 X. De embryozakmoedercel begint sterk lichtbrekend te worden (na ontluiting van den bloeknop, afb. 12).

Afb. 59. De embryozakmoedercel. L.D. *P. orientalis*. Begin Mei. 440 X. De kern krijgt hetzelfde type als dat der pollenmoederzellen (afb. 42), nl. een grooten donkeren nucleolus, omringd door een lichten hof.

Afb. 60. De reductiedeling in de embryozakmoedercel. L.D. *P. orientalis*. Eerste helft van Mei. 440 X.

Het begin der deling in vieren.

Afb. 61. Na de reductiedeling. L.D. *P. orientalis*. Eerste helft van Mei. 440 X. Vier cellen liggen in eene rij. De bovenste cel alleen is groot, dit is de embryozak; de andere cellen zijn plat.

Afb. 62. De jonge embryozak. L.D. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei. 440 X. De kern begint zich te deelen. De cel is gegroeid.

Afb. 63. De basis van het vruchtbeginsel. L.D. *P. orientalis*. Tweede helft van Mei (afb. 13 bovenste tak). 200 X.

Links ligt de voorzijde van het vruchtbeginsel met den breeden middelsten vaatbundel. Van uit de achterzijde van het vruchtblad hangt de orthotrope zaadknop in de holte van het vruchtbeginsel. Om den nucellus heen liggen twee integumenten, alleen het binnenste integument bereikt den top van den nucellus, het andere gaat slechts tot halverwege. Van uit den eenen randvaatbundel van het vruchtblad dringt een zijtak den zaadknop binnen. Onder den zaadknop ziet men in de basis van het vruchtbeginsel nog de tweede zijbundel van het vruchtblad dwars doorgesneden. Het vruchtblad heeft dus vijf vaatbundels; een middelste bundel (links), waarvan aan weerszijden twee zijbundels afgaan. In den nucellus ligt de jonge embryozak (afb. 62).

Afb. 64. De zaadknop. L.D. *Platanus orientalis*. Eind Mei. 180 X.

In den nucellus ligt de groote embryozak, mediaan getroffen. De zak heeft echter nog niet zijne volkomen grootte bereikt (verg. afb. 70). Hij bevat onderin het eiapparaat, in het midden de beide poolkernen (welke nog

niet tegen elkander aan liggen) boven in de antipoden (afb. 65). De zak is ondersteboven gekeerd doordat de zaadknop omlaag hangt. In de chalaza worden de cellen dikwandig, de integumenten beginnen in te schrompelen. Het pollen is thans verdwenen (afb. 13 onderste tak).

Afb. 65. De acht kernen van den embryozak. L.D. *P. orientalis*. Eind Mei. 440 X.

De kernen in den embryozak van afb. 64 zijn hier sterker vergroot weergegeven. De afstand tusschen de poolkernen (in het midden) en de antipoden (boven) is, evenals die tusschen de poolkernen en het eiapparaat (onder), natuurlijk sterk verkort. Men ziet, dat de antipoden het kleinst zijn; de eicel en de synergidien zijn volkomen gelijke ronde kernen; de poolkernen zijn bijzonder groot en ellipsoidisch, hunne nucleoli liggen tegenovergesteld georiënteerd. De poolkernen zijn elkander nog niet volkomen genaderd.

Afb. 66—69. De versmelting der poolkernen. L.D. *P. orientalis*. Juni. 440 X.

Afb. 66 De beide poolkernen liggen nog op eenigen afstand van elkander af. Hunne nucleoli liggen aan een tegengesteld uiteinde, waardoor de verschillende herkomst der kernen wordt aangegeven. De kernen liggen omsloten door den dunnen embryozak.

„ 67. De poolkernen liggen met de lange zijde vast tegen elkander aan gedrukt.

„ 68. De omtrekken der poolkernen zijn versmolten. De nucleoli liggen nog naast elkander in den enkele grooten kern.

„ 69. Deze enkele groote secundaire embryozakkern, het volkomen versmeltingsproduct, ligt in den embryozak van afb. 70. De nucleoli zijn geheel versmolten, de enkele nucleolus is tweemaal zoo groot als ieder der nucleoli der poolkernen was. Ook de geheele kern is tweemaal zoo groot als ieder der beide poolkernen was. De groote, scherp gekleurde kern is van bijzonder belang, omdat dit de eenige gezonde kern is van den volwassen embryozak.

Afb. 70. De zaadknop met den volwassen embryozak. L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 45 X.

Typeerend voor den zaadknop in dit stadium is de donkere verkurkte chalazakap. De integumenten zijn sterk ingedroogd. De embryozak is wel viermaal zoo groot als hij in afb. 64 was, toen de stuiftijd reeds gedaan was. In het midden van den grooten embryozak ligt de secundaire embryozakkern, het versmeltingsproduct der poolkernen (afb. 69). Boven in den zak liggen de vervloeiende antipoden, onderin ligt het degenererende eiapparaat (afb. 71), hier niet zichtbaar. De secundaire embryozakkern is dus het eenige levende bestanddeel in den volwassen embryozak. Om den zak heen ziet men als een zwart streepje eene enkele laag van platte cellen liggen (afb. 72), deze laag bleef intact, evenals het geheele zaadknopweefsel. Geen pollenbuis of andere vreemde elementen zijn, voor zoover nagegaan kon worden, den embryozak binnengedrongen.

Afb. 71. Het degenererende eiapparaat. L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 440 X.
De kern der eicel valt fragmentarisch uiteen en vervloeit (afb. 70).

Afb. 72. De enkele laag van cellen die den embryozak omsluit (afb. 70). L.D. *P. occidentalis*. 20 Juni. 440 X.

De cellen zijn evenals de kernen, in de lengterichting van den embryozak sterk uitgerekt, plat en dun. Zij hebben den groei van den embryozak medegemaakt.

IX

- Afb. 73. De zaadknop met den zich vullenden embryozak.** L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 30 X.
De zaadknop bevindt zich in hetzelfde stadium als dat in afb. 70. De embryozak bevat echter eene rij groote endospermcellen, waarvan men de kernen als zwarte puntjes ziet (afb. 76). Bovenin den zak liggen de vervloeiende antipoden nog, het eiapparaat onder in den zak is volkomen verdwenen. Tusschen de endospermcellen ligt een klein rijtje cellen, hoekig van omtrek, dat wellicht het begin van een embryo voorstelt (afb. 74 en 75).
- Afb. 74. Het mogelijke begin van een embryo.** L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 440 X.
Deze paar celletjes met hoekigen omtrek liggen te midden der groote endospermcellen (afb. 73) op de plaats, waar de secundaire embryozak-kern in afb. 70 lag.
- Afb. 75. Een iets verder ontwikkeld mogelijk embryo.** L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 440 X.
Vier celletjes liggen te midden van de endospermcellen in het midden van den embryozak op de plaats, waar vroeger de secundaire embryozakkern gelegen moet hebben (afb. 70). Door den hoekigen omtrek onderscheiden zij zich van de endospermkernen (afb. 76), bovendien ligt dit kleine lichaam niet in een endospermeel, doch daarbuiten.
- Afb. 76. Endospermkern.** L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 440 X. (afb. 73).
De endospermkern bevindt zich in deeling. Door den ronden omtrek onderscheidt deze kern zich van dien van het mogelijke embryo (afb. 74 en 75). De endospermkern ligt in eene groote duidelijk door celwanden begrensde endospermeel (afb. 73), het mogelijk embryo daarentegen ligt buiten de endospermcellen.
- Afb. 77. De vruchten op een vruchtbodemkegel.** L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 10 X.
Op den vruchtbodemkegel staan drie vruchten ingeplant. De linksche vrucht bevat twee zaadknoppen, welke boven elkander uit den vruchtwand ontspringen. De middelste vrucht is slechts even basaal getroffen, men ziet den basalen haarkrans slechts. De rechtsche vrucht geeft den lichtgebouwden kop te zien, waarvan het grootcellige weefsel sterk afsteekt tegen het kleincellige weefsel der vruchtbasis. Aan de basis van den vruchtbodemkegel is het weefsel zeer dunwandig, hieruit ontspringt het dunne walletje, dat daardoor gemakkelijk afgescheurd kan worden (afb. 7).
- Afb. 78. Volwassen embryo.** L.D. *P. orientalis*. Juni. 20 X.
De beide cotylen liggen te midden van het endosperm van den zaadknop. Vlak om het embryo heen zijn de endospermcellen licht gekleurd, aldaar is het zetmeel door het embryo (de vrucht was reeds ter kieming gelegd) opgezogen. Verder van het embryo af zijn de endospermcellen donker gekleurd door het zetmeel. Links ziet men om het endosperm heen de donkergekleurde vliezige zaadhuid liggen.
- Afb. 79. De bovenste helft van een volwassen zaadknop.** L.D. *P. orientalis*. 20 Juni. 15 X.
Deze afbeelding dient speciaal om te doen zien dat de vaatbundel in den zaadknop binnendringt tot in het binnenste integument.

Afb. 80. De ontwikkeling der bloeiwijze in schema.

Van links naar rechts gaande zijn schematisch voorgesteld vier ontwikkelingsstadiën der bloeiwijze. De ruimtefiguur is tot die van een plat vlak teruggebracht. In den enkelen bol links, waarvan het oppervlak geheel bedekt is met door puntjes aangegeven geslachtsorganen treedt aan weerszijden een vaatbundel binnen. De eene vaatbundel splitst zich onder in den bol dichotoom, de andere doet hetzelfde boven in den bol. De beide zijtakken van iederen bundel dienen om de geslachtsorganen op het oppervlak te voorzien, daarom noem ik hen geslachtsbundels. De twee binnentredende vaatbundels stellen een vijfde deel van het geheele vaatbundelsysteem voor, dat den bol voorziet (afb. 24—29: tien vaatbundels treden den bol binnen). In de tweede figuur ziet men de enkele bol vierlobbig worden, de vaatbundels gedragen zich in iederen lob op dezelfde wijze als in den enkelen bol links, zij gaan in iederen lob mede. In de derde figuur groeien de lobben basaal uit en worden de met organen bekleede topdeelen der lobben door onbekleede basisdeelen vaneengerukt. In de vierde figuur ziet men een vierbollige knots ontstaan, de bolbases vormen een soort steel, die de bollen, d. z. de vroegere lobben, verbindt. In dezen steel loopen de vaatbundels dus van den eenen bol naar den anderen onvertakt door. De bollen staan in werkelijkheid in een spiraal om elkander heen; zij vormen door hun oorsprong, hunne bekleeding en door het vaatbundelverloop een enkel geheel.

Afb. 81. De geslachtsbundels met de daarboven geplaatste rijen van organenparen in schema.

Dit schema geeft het systeem aan, waarnaar de organen op het oppervlak der bloeiwijze staan ingeplant. De geslachtsbundels geven rijen van enkele omhooggaande organenbundels af. Iedere organenbundel voorziet een organenpaar. Boven den geslachtsbundel loopt dus eene rij organenparen. Deze organenparen bestaan ieder uit een meeldraad en een vruchtblad. De kop van den meeldraad weeft zich over het dunne vruchtblad, dat samen met den meeldraad uit den bloemboden ontspringt en er recht tegenover is geplaatst (afb. 36, 37). De organenparen staan in iedere rij spiraalsgewijs georiënteerd volgens den algemeenen afwisselenden bladstand. Hierdoor staan in naast elkander loopende rijen een aantal organenparen afwisselend zoodanig naar elkander toegekeerd, dat de vruchtbladen naar elkander toe komen te staan. Staan de rijen dus dicht opeen, dan zullen zich groepen van met de achterzijde naar elkander toegewende vruchtbladen vormen, waaromheen de bijbehorende meeldraden ieder resp. recht tegenover het bijbehorende vruchtblad staan. Rechts ziet men zich tusschen de beide afgebeelde rijen eene dergelijke groep formieren. In deze groep staan dus de vruchtbladen in het midden, de meeldraden daaromheen. In enkele gevallen maakt zich, vooral aan den rand van eene dergelijke groep, een organenbundel samen met de volgende los van den geslachtsbundel, zoodat het schijnt, alsof zij samen ontspringen.

Afb. 82. Het oppervlak der bloeiwijze, doorzichtig gedacht. De organen verwijderd. Schema.

Het oppervlak is verdeeld in zeshoekige veldjes, waarop de gepaarde lidteekens zijn te zien der verwijderde organenparen. Deze lidteekens (de gehalveerde cirkeltjes) staan in onbepaald aantal in een kring op ieder zeshoekig veldje. Onder de veldjes ziet men de breede geslachtsbundels loopen, welke ieder eene rij van enkele organenbundels omhoogzenden.

Iedere enkele organenbundel komt uit in het lidteeken van een organenpaar. Men ziet hoe het oorspronkelijke diepe rijensysteem de eigenaardige groepeerings der organenparen in kringvormige groepen op het oppervlak ten gevolge heeft. Deze groepen hangen echter in de diepte niet samen. Zooals in de beschrijving van het vorige schema (afb. 81) werd uiteengezet, ontstaan de groepen door de afwisselende oriëntatie der organenparen in de rijen boven de geslachtsbundels.

Afb. 83—85. De bekleding van het oppervlak der bloeiwijze in de verschillende jaargetijden. Schemata. Resp. $10 \times$, $2\frac{1}{2} \times$, $1\frac{1}{2} \times$.

Afb. 83. Voorjaar. (Voor en na de ontlukking van den bloeiknop.) Het oppervlak der bloeiwijze is verdeeld in zeshoekige veldjes, waarop zes organenparen staan ingeplant, gekopte stamina langs den rand en dunne carpellen in het centrum. De koppen der stamina sluiten tot een vast dak boven de carpellen aaneen. Ieder veldje is afgezet door een rand van haren. Onder de veldjes loopen drie geslachtsbundels, welke in iedere groep resp slechts een deel der organenparen voorzien. Afb. 9, 31.

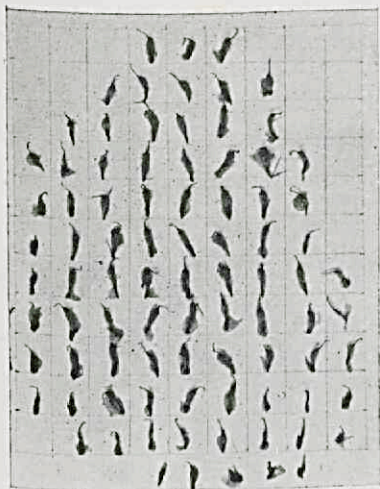
„ 84. Eind van het voorjaar. (Bloeitijd.) Op de zeshoekige veldjes hebben de lange stijlen der carpellen de staminakoppen volkomen uiteengebogen. De stijltoppen zijn naar achter, d.i. van de bijbehorende stamina weg, omgebogen; de stempelgeul is bezet met sappige papillen. In dit schema zijn de organen ong. $\frac{1}{4} \times$ zoo groot voorgesteld als in het vorige schema. Afb. 13, 63, 51.

„ 85. Zomer en winter. (Vruchtbollen.) Op de zeshoekige veldjes staan thans de houtige vruchten. Er bestaat eene groote overeenkomst tusschen den vorm dezer vruchten en dien der stamina in afb. 83. De vruchten hebben een gelijksoortigen kop ontwikkeld als de stamina, deze koppen sluiten thans vast tot een koppen-dak aaneen. Op iederen kop zit de verdroogde stijl. De vruchten zijn echter niet even groot als de stamina, zooals men uit deze afbeelding zou kunnen opmaken; in dit schema zijn de organen nml. ongeveer $\frac{1}{7} \times$ zoo groot voorgesteld als die in afb. 83. Afb. 3, 14, 73.

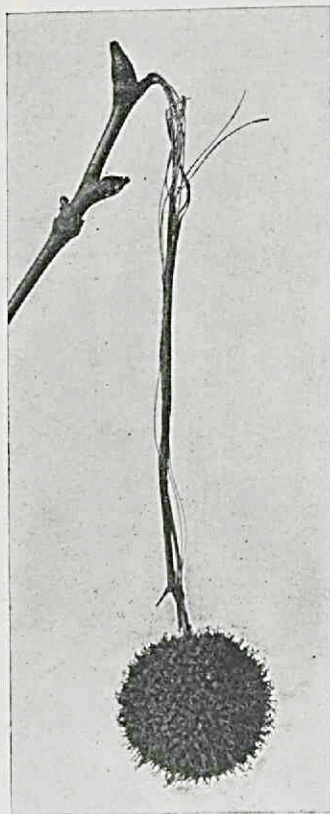
Afb. 86. De hypothese van Wieland (31), omtrent de afleiding der Angiospermenbloem, toegepast op den bouw der Platanaceae-bloem.

Volgens de hypothese van Wieland zou de Angiospermenbloem af te leiden zijn van de tweeslachtige bloeiwijze van Bennettites. Van links naar rechts gaande ziet men voorgesteld: I. De steel eener Bennettites-bloeiwijze, uit den nerf waarvan bovenaan twee ♂ sporophyllen ontspringen, daaronder twee ♀ sporophyllen. II. In een hypothetisch overgangsstadium moeten volgens Wieland deze sporophyllen zich vereenvoudigd hebben. III. In de Platanaceae-bloem ontspringen eveneens uit den nerf van den steel het ♂ en ♀ orgaan gezamenlijk, volkomen los van andere ♂ en ♀ organen. IV. In de overige Angiospermenbloemen ontspringt het ♂ en ♀ orgaan, voor zoover mij bekend, los van elkander; zij hebben zich al of niet resp. met andere organen van hetzelfde geslacht in meerdere of mindere mate vereenigd.

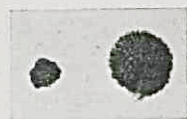




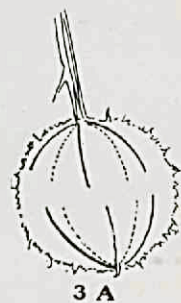
5



3



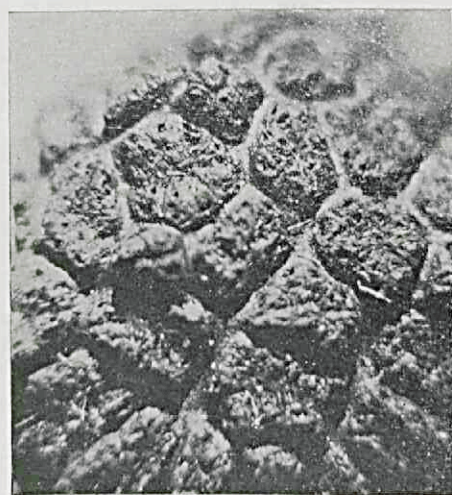
4



3 A



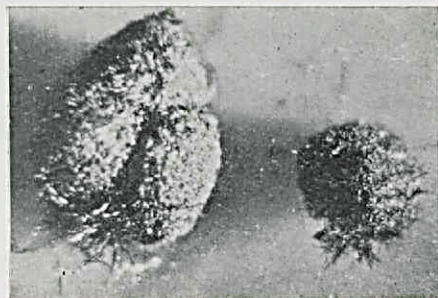
6



8



7



9



10



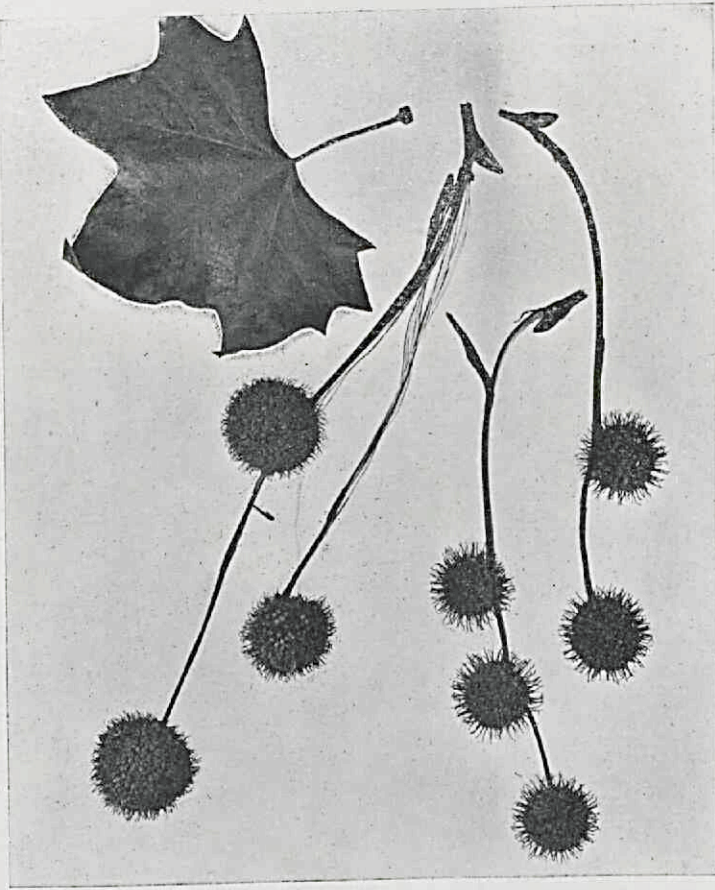
12



11







15



16



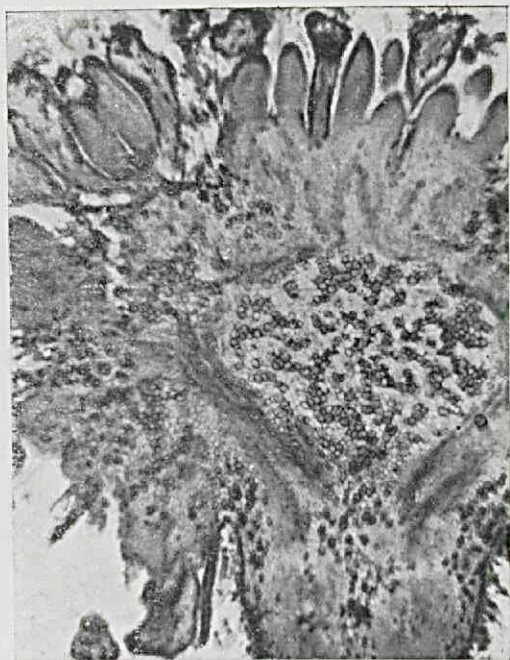
17



18



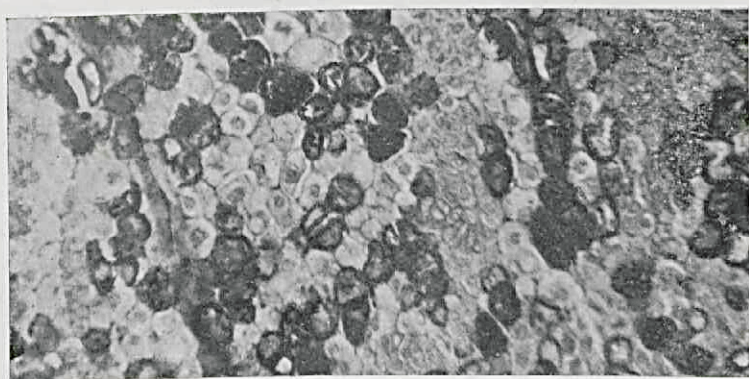
19



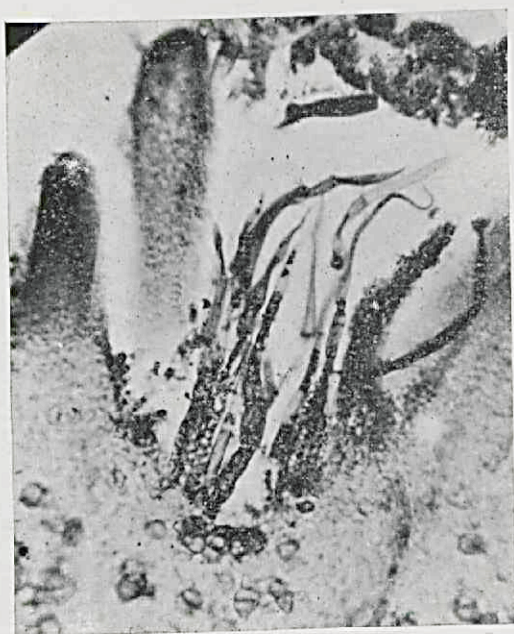
21



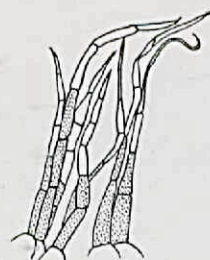
20



22



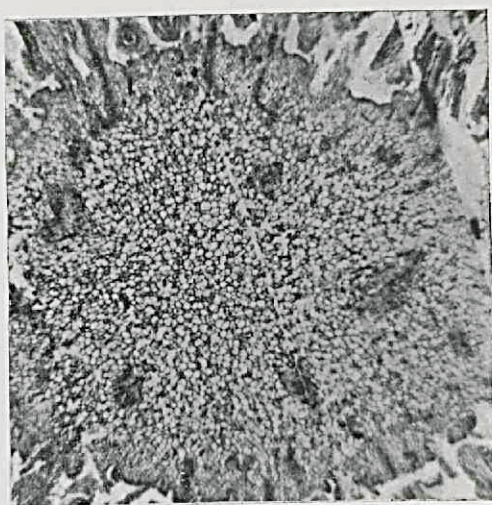
23



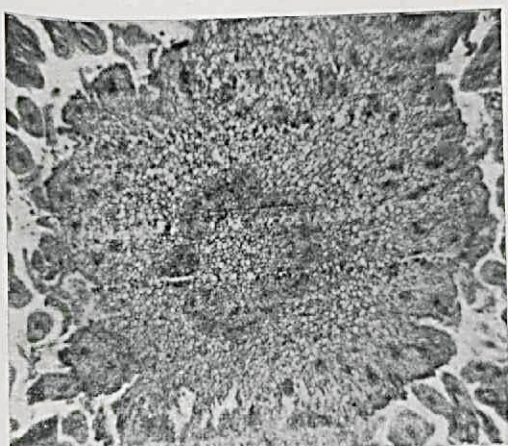
23 A



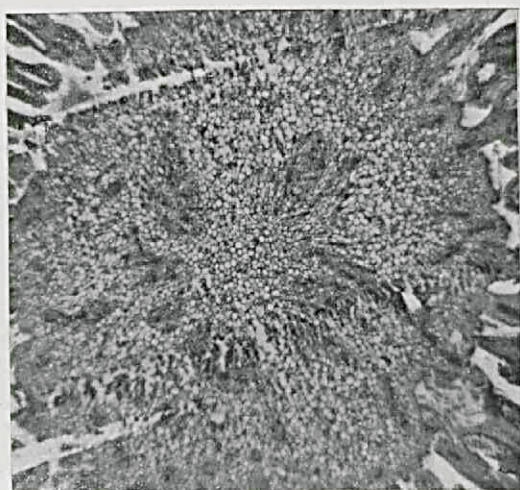
24



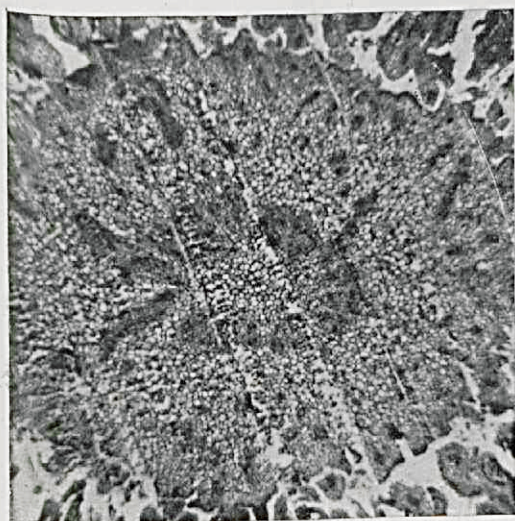
27



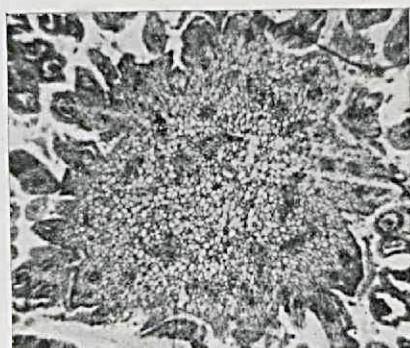
25



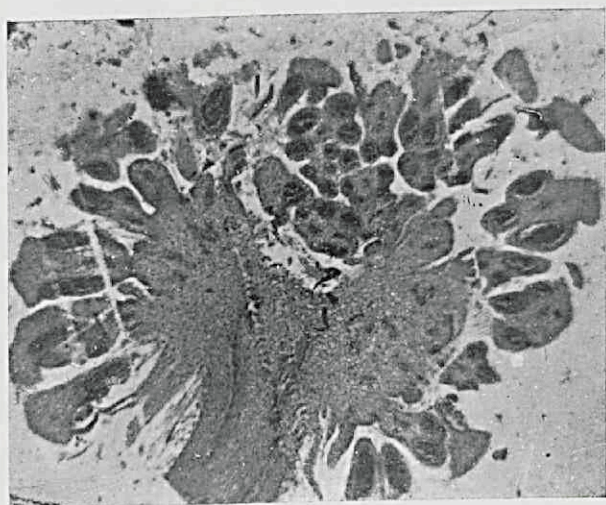
28



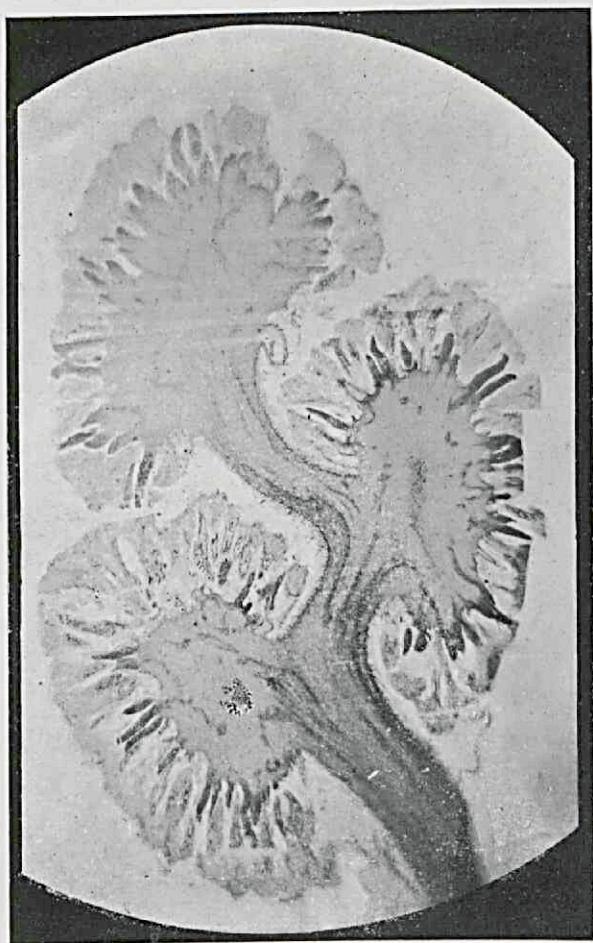
26



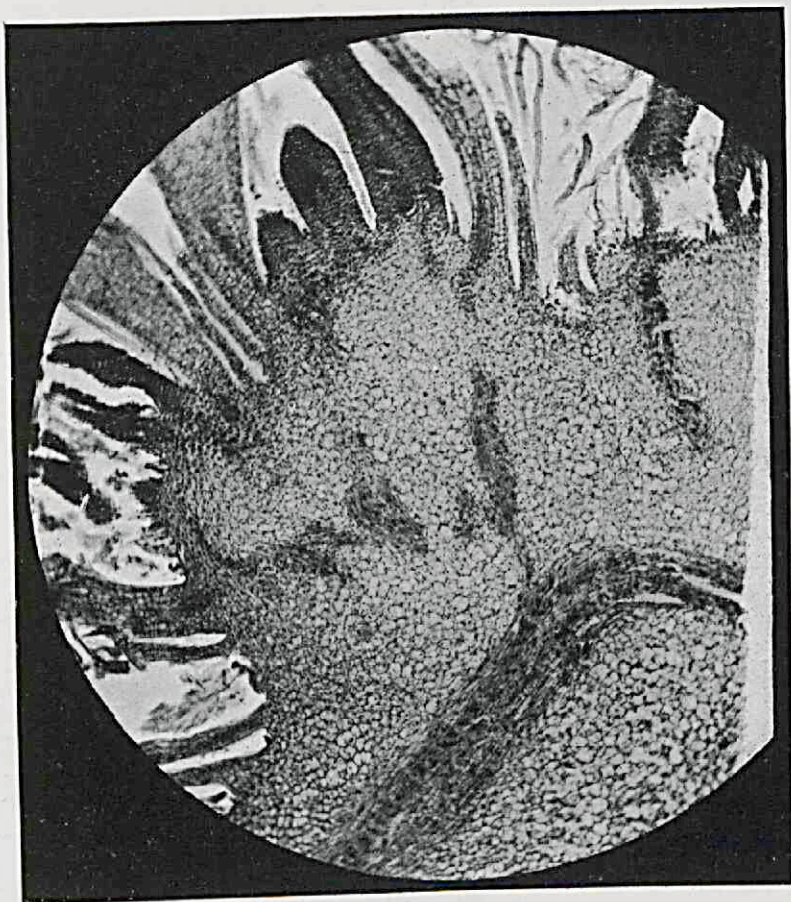
29



30



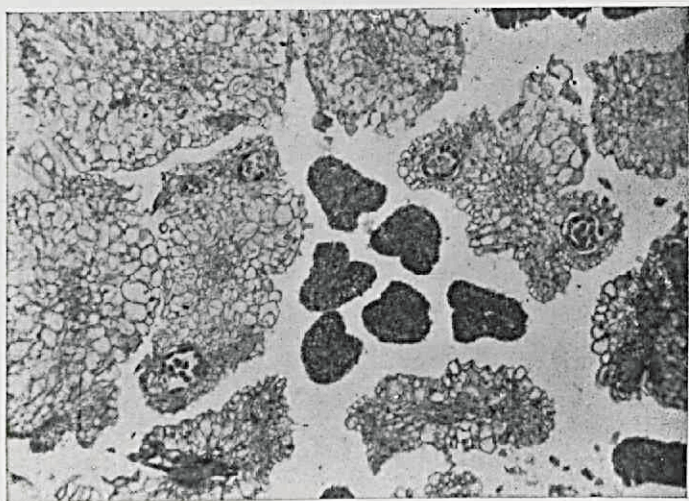
31



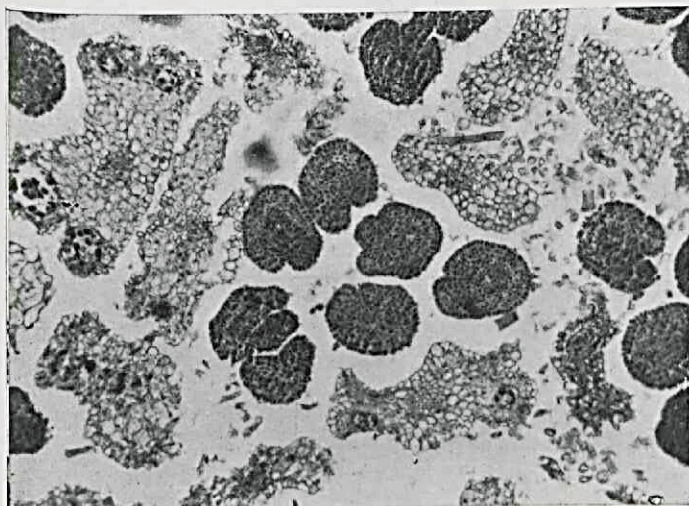
32



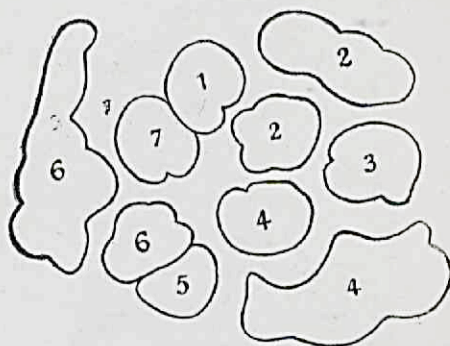
33



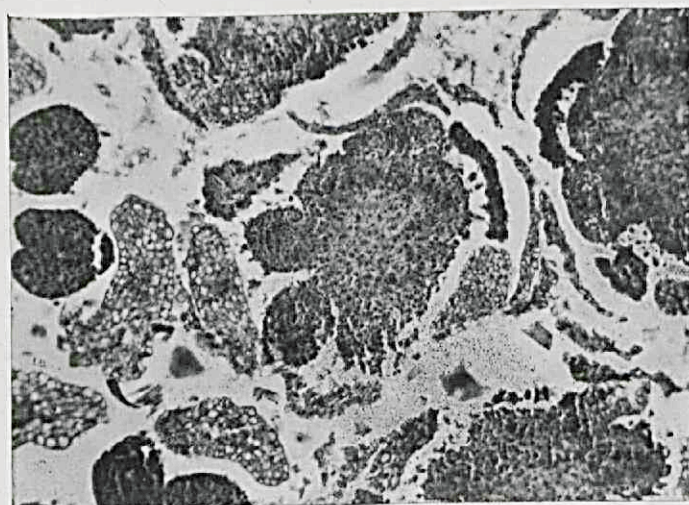
34



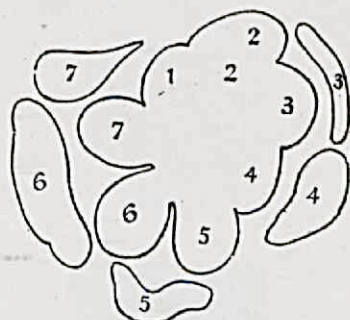
35



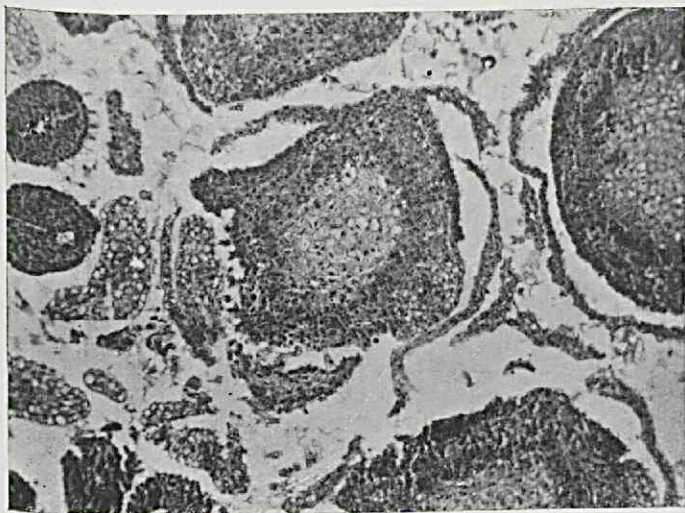
35 A



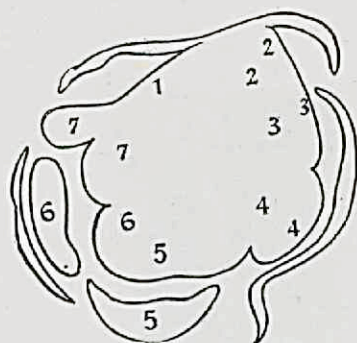
36



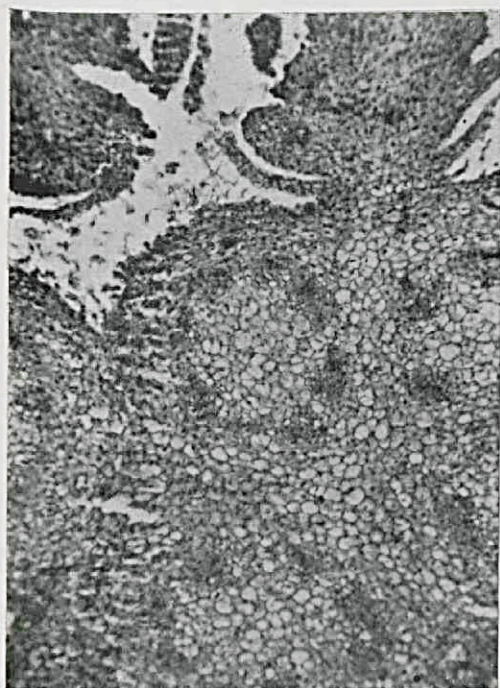
36 A



37



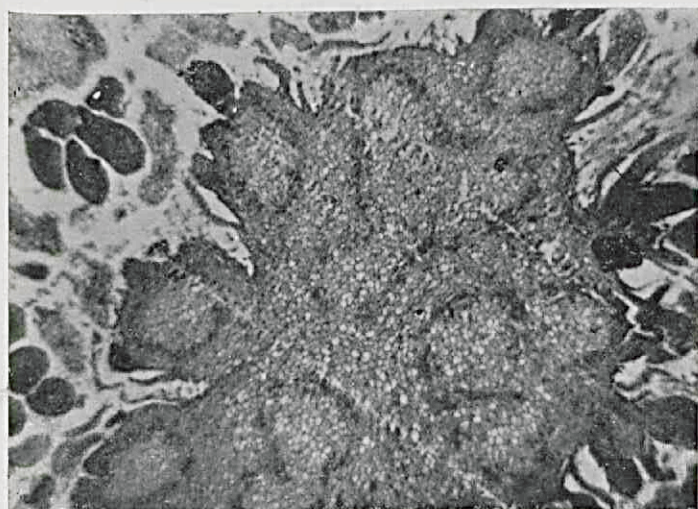
37 A



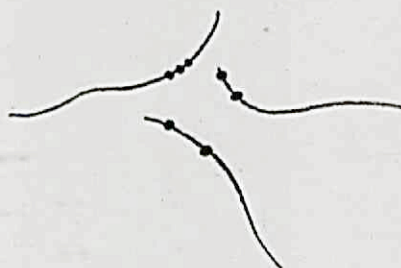
38



40



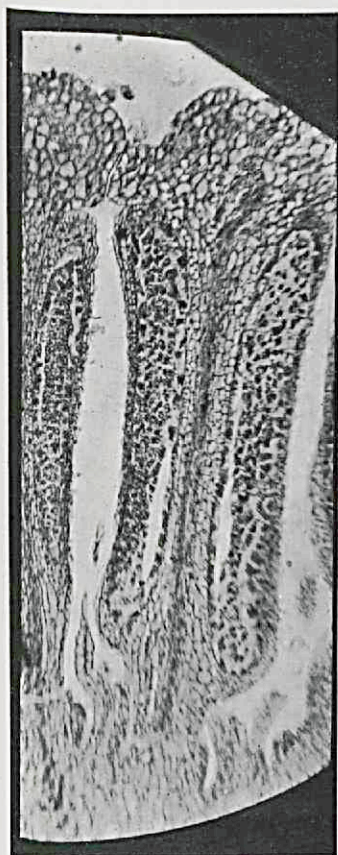
39



31 A



41



42



52 A



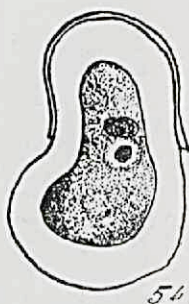
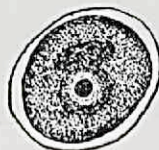
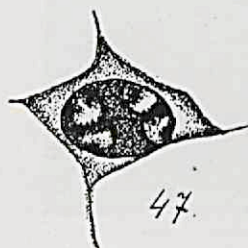
52 B



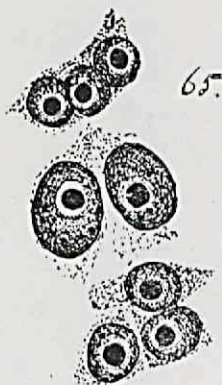
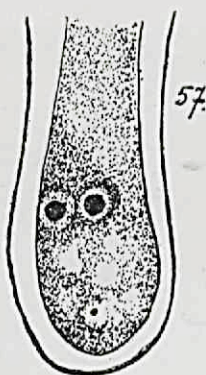
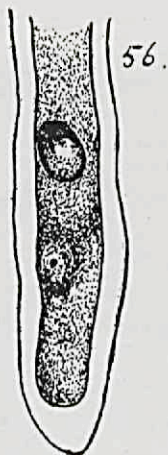
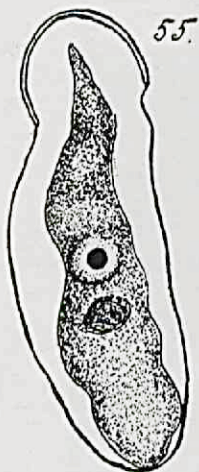
51

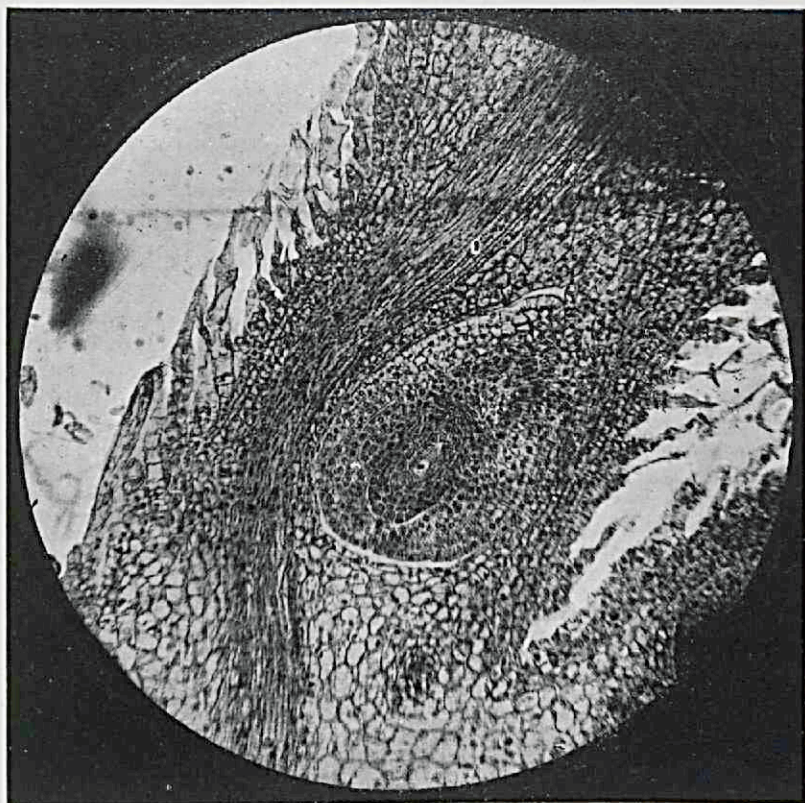


53

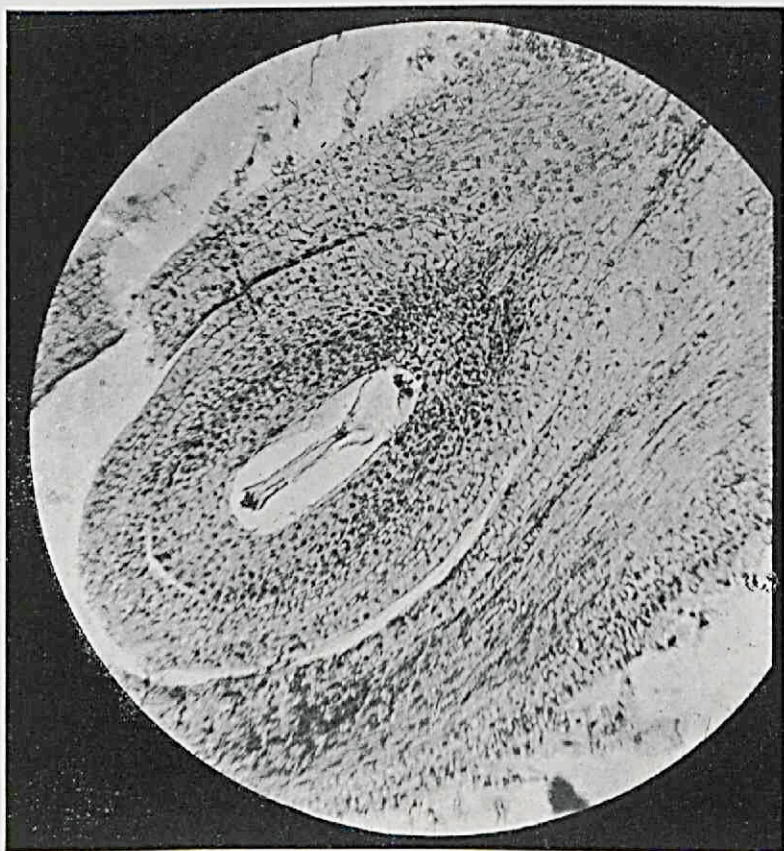


50.

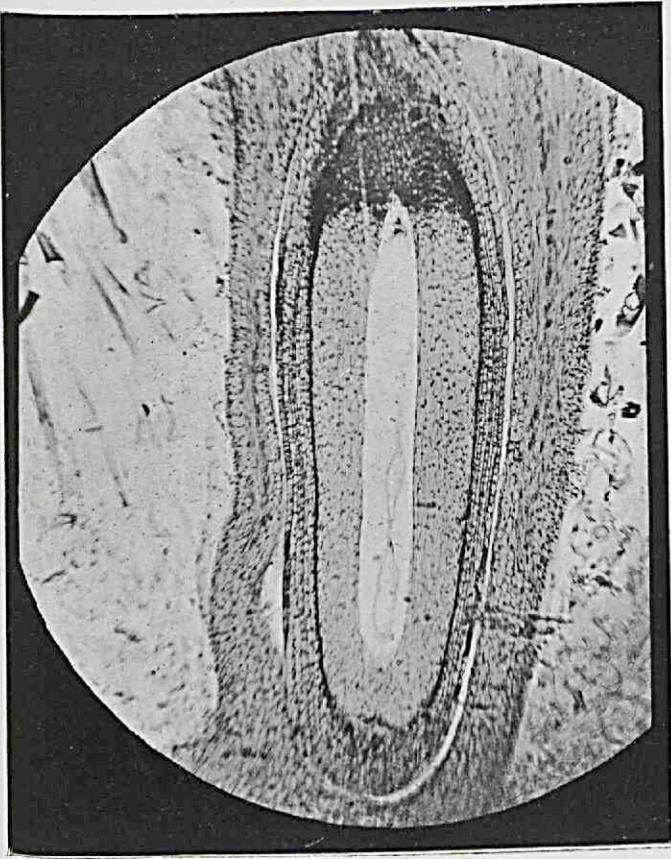




63



64



70



73



66.



67.



68.



69.



71.



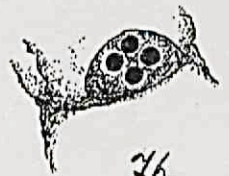
74



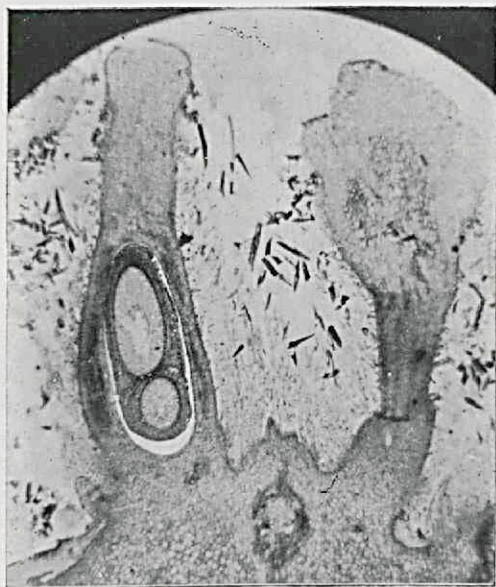
72.



75.



76



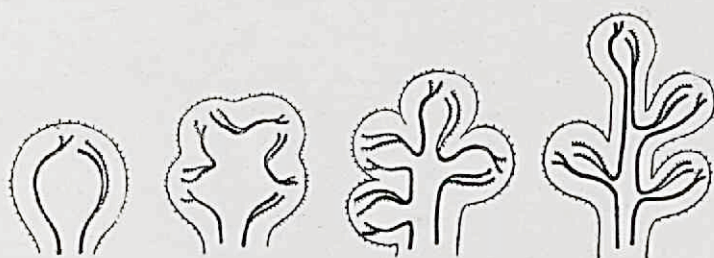
77



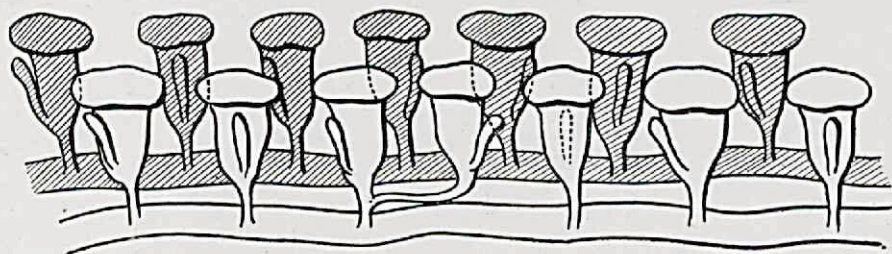
78



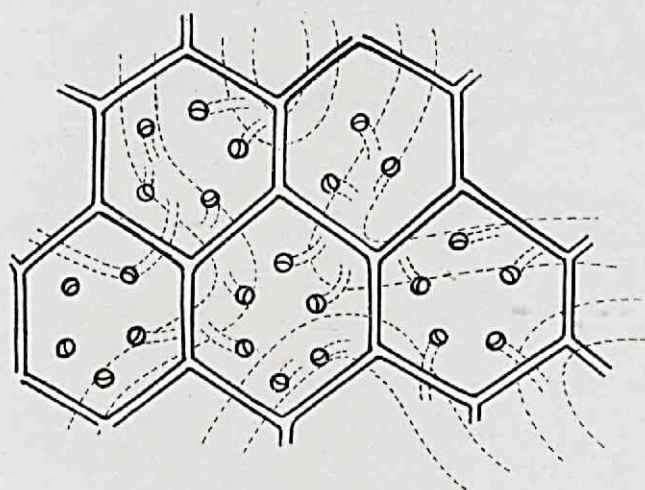
79



80



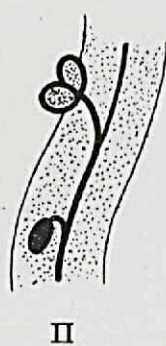
81



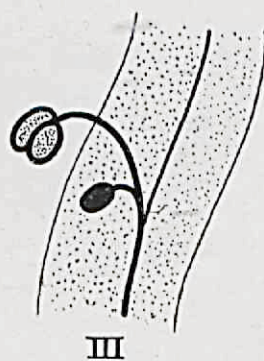
82



I



II

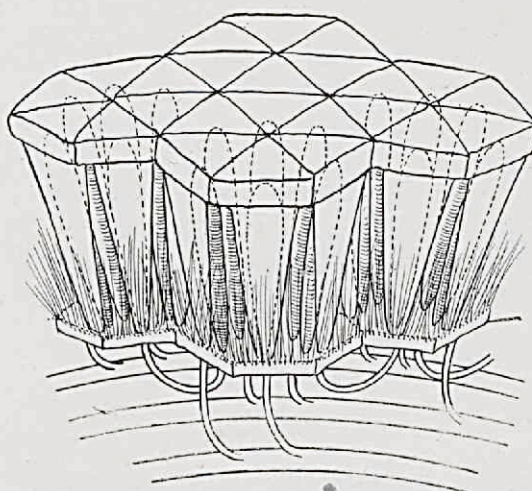


III

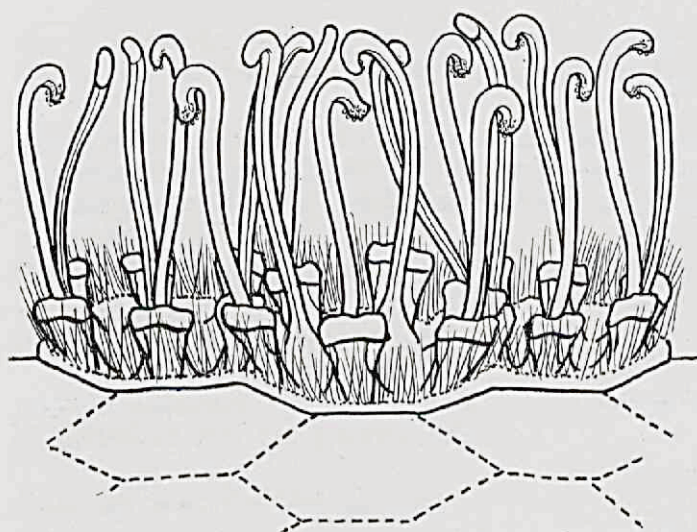


IV

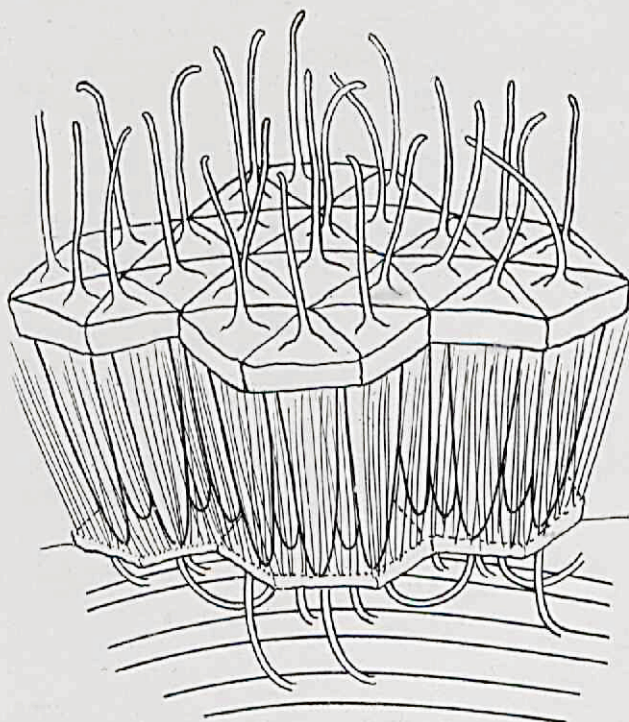
86



83



84



85

STELLINGEN.

- I. Voor verdergevorderde studenten is leiding zeer gewenscht.
- II. Het hooger onderwijs kan niet beschouwd worden als eene directe voortzetting van het middelbaar onderwijs.
- III. Uit de natuurlijke neiging tot symmetrie, welke organische lichamen bezitten, volgt, dat ook de vorm van het dierlijk lichaam niet alleen het gevolg kan zijn der levenswijze.
- IV. Secundaire lichaamsholten zijn niet te homologiseeren.
- V. Dwergen zijn neotenische vormen.
- VI. Bij natuurkundige vraagstukken is de kennis van plant- en dierkunde van het grootste belang.
- VII. Volkomen symbiose bestaat niet.
- VIII. Het menschelijk brein is niet in staat de natuur te omvatten.
- IX. Bij de beoordeeling van biologische vraagstukken dient steeds gelet te worden op biologische grondprincipes.
- X. Het verschijnsel van parallellisme maakt, dat men iedere groep als van meervoudige herkomst kan beschouwen. Palaeontologische vondsten dienen dus met de uiterste voorzichtigheid beoordeeld te worden.
- XI. Ook extremen zijn relatief.
- XII. Iedere ontwikkelingsrichting is eene opgaande.
- XIII. Voor de vergelijkende anatomie is de variabiliteit van bepaalde organen van het grootste belang.

D
U
T