

1 SEPTEMBER 1916.

AFLEVERING 9.



NADruk VERBODEN.

Opgericht door E. HEIMANS, J. JASPERS Jr. en JAC. P. THIJSSE.

REDACTIE

J. HEIMANS, AMSTERDAM.

JAC. P. THIJSSE, BLOEMENDAAL.

ADRES DER REDACTIE:

JAC. P. THIJSSE, BLOEMENDAAL.

UITGAVE VAN:

W. VERSLUYS TE AMSTERDAM.

ADMINISTRATIE:

2e OOSTERPARKSTRAAT 223, AMSTERDAM.

Prijs per Jaar f 4.80.

VAN BLOEM TOT VRUCHT.

HET stuifmeel van de eene bloem wordt door insecten of door den wind gebracht op de stempels van een andere bloem van dezelfde soort, uit de stuifmeelkorrels groeit dan een lange buis, die zich door den stijl heen naar het vruchtbeginsel begeeft en in de zaadknoppen binnendringt; wanneer de inhoud van die stuifmeelbuis in den zaadknop is overgebracht, ontwikkelt zich deze tot een rijp zaad."

Zoo staat het in de Plantkunde-leerboeken en ze voegen er dan nog meest aan toe: „in den regel komt er meer en beter zaad wanneer het stuifmeel afkomstig was van een andere plant van dezelfde soort (kruisbestuiving)". De meer uitvoerige geven dan eenige voorbeelden van bloemen met ingewikkelde inrichtingen voor kruisbestuiving, d. w. z. inrichtingen om insecten te lokken en om te beletten, dat stuifmeel van dezelfde bloem den stempel bereikt. De grootere werken wijden aan deze dingen een heel hoofdstuk en dit hoofdstuk van de bloembiologie omvat inderdaad de meest interessante verschijnselen en de meest verrassende verscheidenheid in de vormen die er op het gebied van de natuurlijke historie waar te nemen zijn.

Een feit is het, dat bij vele plantensoorten kruisbestuiving betere resultaten geeft dan zelfbestuiving; alleen al de beroemde proeven van Darwin zijn voldoende om dit boven twijfel te stellen; maar even zeker is het dat een groot aantal andere zich van geslacht op geslacht door zelfbestuiving voortplanten, zonder dat een achteruitgang merkbaar is. Men denke slechts aan de tarwe die bijna altijd uitsluitend zelfbestuiver is, of aan de gewone Teunisbloem die zichzelf steeds al in de knop bestuift.

Nog weer wat anders is het geval van de Paardebloem, daar ontwikkelen zich de zaden zonder bestuiving. De heel mooie mechaniek van het opschuiven van den stempel door het meeldraadkokertje, het uiteenwijken van de stempels om vreemd stuifmeel af te wachten en het verder omkrullen om het eigene op te likken, dat alles is hier overbodige „sleur“ geworden; de zaden ontwikkelen zich kalmpjes van zelf, zonder dit alles af te wachten.

Er is één groep van op kruisbestuiving ingerichte planten waar die inrichting bijzonder moeilijk te begrijpen is, ik bedoel de *zelfsteriele* soorten. Volkomen zelfsteriel zijn b.v. sommige soorten van leeuwenbekjes, van helmbloem (*Corydalis*) en vele andere. Bij die planten heeft het eigen stuifmeel als het op den stempel komt geen uitwerking, het kiemt niet, of als het kiemt dan bereiken de buizen de zaadknoppen niet, terwijl stuifmeel van elke andere plant van dezelfde soort onmiddellijk uitgroeit en bevruchting teweeg brengt. Dat lijkt al dadelijk heel wonderlijk, en nog maar in enkele gevallen van zelfsteriliteit is het gelukt een nadere verklaring te vinden.

Bij de Gouden Regen ligt de stempel in de top van de kiel midden in het eigen stuifmeel, toch zal dit nooit gaan kiemen; maar zoodra er insectenbezoek is geweest, worden de zaadknoppen bevrucht; nu is echter gebleken, dat insecten die heelemaal geen stuifmeel meebrengen, hier toch de bestuiving bewerken, door de aanraking alleen. Het opperste huidje van den stempel scheurt bij de geringste aanraking, daardoor treedt een vocht te voorschijn, waarin ook de eigen stuifmeelkorrels goed kunnen kiemen, brengt het insect dat de verwonding veroorzaakt, stuifmeel van een andere bloem mee, dan is dat er natuurlijk het eerste bij om te kiemen en binnen te dringen. Bevruchting is bij deze merkwaardige inrichting dus te verkrijgen door strijken met een droog penseel of door een enkele aanraking met den vinger.

Niet zoo eenvoudig is de zaak bij andere zelfsteriele planten zooals bijv. bij de holle helmbloem, *Corydalis cava*.

Daar begint het eigen stuifmeel als het op den stempel gebracht wordt wel te kiemen, maar de stuifmeelbuizen blijven halverwege den stijl steken, het gelukt hun niet tot aan de zaadknoppen te komen, wordt datzelfde stuifmeel echter op den stempel van een andere plant gebracht, dan boren de buizen zich direct met groote snelheid door, tot ze de zaadknoppen bereiken en die bevruchten. En zoo is het over en weer. Wonderlijk is dat zeker, hoe het stuifmeel den stijl van alle planten van die soort doorgroeien kan, behalve die van de eigen plant. Een poging

tot nadere verklaring van dit merkwaardige uitzonderingsstelsel is wel te geven maar het blijft nog grootendeels een hypothese. Er zou n.l. daartoe moeten worden aangenomen dat deze plantensoort een groot aantal rassen omvat, die zich in niets van elkaar onderscheiden, dan doordat de stof die de stuifmeelbuizen afscheiden, om het weefsel van den stijl aan te tasten en te doorwoekeren, bij elk dier rassen een ander „vergif” is. Neemt men nu verder nog aan, dat elke plant, in dit opzicht, onaantastbaar (immuun) is voor z'n eigen vergif, dan is het verklaard, dat het stuifmeel op den eigen stamper niet indringen kan. Om een goede bevruchting te kunnen geven, moet het stuifmeel dan niet alleen komen van een ander individu, maar van een plant behorende tot een ander dezer „rassen”. Is echter het aantal van die rassen zeer groot dan zal bijna elke andere plant, die men probeert tot een ander ras blijken te behoren.

Wat ingewikkeld en zonderling doet deze verklaring nog wel aan, maar een betere is er op het oogenblik niet te geven.

Het is niet moeilijk om zulke uitgegroeide stuifmeelbuizen te zien te krijgen, als men maar zorgt een geschikt voorbeeld te kiezen. Bij onze gewone orchideeën is dat heel gemakkelijk gedaan te krijgen. Kies een bloemtros waarvan de bovenste bloemen pas uitgebloeid zijn en de onderste al dikke vruchten

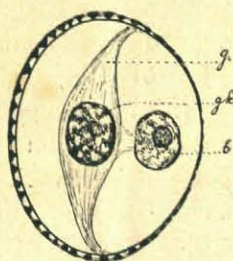


Fig. 2. Lengtedoorsnede van een rijpe stuifmeelkorrel van de Turksche lelie *Liliun martagon*, waarvan de stuifmeelbuis juist zal gaan uitgroeien. *g.* »generatieve» cel; *gk.* generatieve kern; *b.* de tweede kern 500 $\times$ vergroot.

tweeën te scheuren, in de geopende holte van den stijl kunnen dan met de loupe gemakkelijk bundels van stuifmeelbuizen worden waargenomen en met een naald er uitgelicht worden.

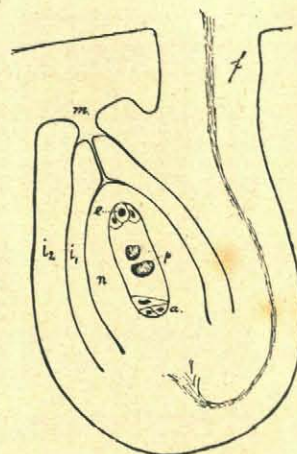


Fig. 1. Lengtedoorsnede van een zaadknop van een bedektzadige plant, sterk vergroot. *f.* navelstreng; *m.* micropyle (poortje); *i1* en *i2* binnenste en buitenste integument; *n.* nucellus (zaadkern), daarbinnen de kiemzak bevattende: bovenaan de eicel *e.*, met de twee »steuncellen» (synergiden); *a.* de drie antipolen; *p.* de twee poolkernen.

hebben gevormd. Neem een van de middelste reeds flink opgezwollen vruchtbeginsels en scheur dit voorzichtig open, gewoonlijk zijn dan de stuifmeelbuizen dadelijk te vinden als drie witte strengen die langs de drie zaadlijsten loopen, het duidelijkst zijn ze boven in 't vruchtbeginsel waar nog geen zaadknoppen zitten. Met een speld kan zoo'n bundel er uit gewipt worden en in een druppel water uiteengeplozen om de afzonderlijke stuifmeelbuizen te zien. Als de crocussen bloeien zijn die ook geschikt daarvoor. Bestuif op een zonnige dag als de bloemen goed open zijn eenige stempels dik met stuifmeel van dezelfde of een andere plant. Na twee of drie dagen wordt dan zoo'n stempel opengescheurd door twee van de stempellobben elk in een hand te nemen en zoo den stempel en den stijl voorzichtig overlans in

Men kan ook stuifmeelbuizen kweken buiten de plant door in een beetje suikerwater stuifmeelkorrels uit te zaaien. Heel goed lukt dat bijv. met stuifmeel

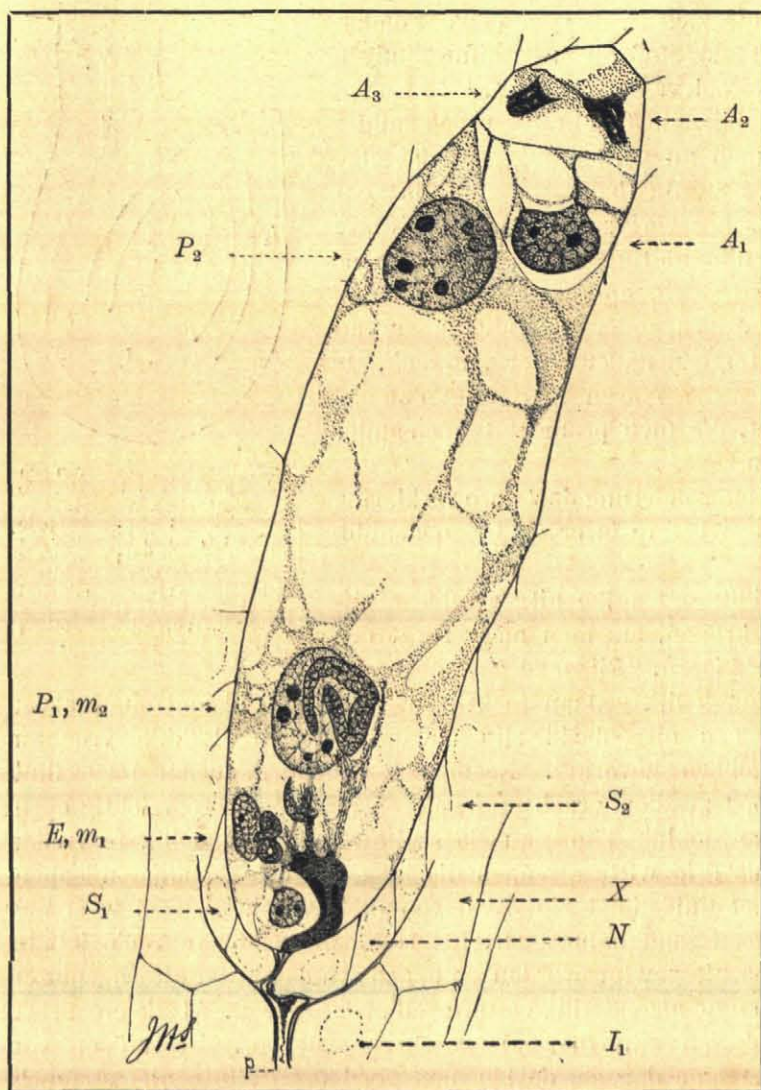


Fig. 3. Embryozak van Turksche lelie *Lilium martagon*, direct nadat de inhoud van de stuifmeelbuis er in uitgestort is. Naar eigen praeparaten. 450 $\times$ vergroot. p. top van de stuifmeelbuis; I_1 binnenste integument; N kerntopel (nucellus); S_1 synergide (steuncel); S_2 brokstuk van de kern van de tweede, vernietigde synergide; E eikern met m_1 manlijke kern; P_1 poolkern met m_2 tweede manlijke kern; P_2 de tweede poolkern; A_1 , A_2 en A_3 de antipoden.

van narcissen en van de gewone kamer-primula (*Primula obconica*). Maak daartoe een oplossing van +5 gr. suiker op 100 gr. water, breng daarvan een druppel op een glaasje en strooi de stuifmeelkorrels er op en omheen. Alleen die op de druppel blijven drijven en die langs de rand ervan liggen zullen kiemen, die in de vloeistof onder zinken kiemen niet, wegens gebrek aan lucht. De druppel suikerwater kan tegen verdampen worden beschermd door er een drinkglas of schoteltje overheen te stulpen, dat van binnen bevochtigd is. Als het goed gaat zijn er na een halve dag al stuifmeelbuizen uitgegroeid en na een dag hebben ze al een aanzienlijke lengte bereikt en zijn met het bloote oog duidelijk te onderscheiden. Hebt ge in den druppel een paar stukjes van de stempel van dezelfde plant gelegd, dan is het vaak duidelijk te merken dat daarvan een

lijk te onderscheiden. Hebt ge in den druppel een paar stukjes van de stempel van dezelfde plant gelegd, dan is het vaak duidelijk te merken dat daarvan een

lokstof is uitgegaan: alle stuifmeelbuizen in de buurt zijn dan daar naartoe gebogen en loopen van alle kanten recht op de stempelstukjes af! Niet alle stuifmeel kiemt op deze wijze. Er zijn soorten, bijv. dat van het sneeuwklokje die in gewoon leidingwater reeds dadelijk stuk gaan en alleen in het allersorgvuldigst gedestilleerde water levend blijven.

Een heel andere eisch wordt het, wanneer men begeert iets waar te nemen van wat er gebeurt, wanneer de stuifmeelbuis een zaadknop heeft bereikt en daarin is binnengedrongen. Daartoe moeten zaadknoppen op het juiste oogenblik worden gedood en machinaal in uiterst dunne coupes gesneden, die dan kunstmatig gekleurd en doorzichtig gemaakt worden om onder het microscoop te worden gezien.

Elke zaadknop is met een eigen kort steeltje aan de zaadlijst bevestigd, dit steeltje heet „navelstreng”, dikwijls is het heel kort en teruggebogen. (Zie fig. 1). De eigenlijke zaadknop is dan nog omgeven door een geheel er omheen sluitend huls (het *integument*) dat alleen aan de top een nauw kanaaltje (de *micropyle*) vrij laat als toegang; dikwijls zijn er twee zulke integumenten om elkaar heen. Het binnenste deel, dat door de integumenten omsloten wordt heet zaadkern of kerntepel (*nucellus*). Midden in dien kerntepel ligt als belangrijkste deel van alles één groote cel, de kiemzak. (Zie de schematische fig. 1).

In dien kiemzak moet de stuifmeelbuis z'n inhoud komen uitstorten, want daarin ligt de eicel, die na bevruchting zal worden tot het kiempje van de jonge plant. Wanneer de stuifmeelbuisjes door den stijl heen tot in het vruchtbeginsel doorgedrongen zijn, worden ze door de zaadknoppen aangelokt en buigen zich naar de micropyle toe. Zoodra een met z'n top die opening bereikt heeft, dringt hij er in binnen en groeit door tot op de nucellus, dan boort hij zich door het dunne laagje weefsel van den nucellus heen om den kiemzak te bereiken waar hij zich met een zich verbreedenden top tegenaan legt.

De tijd, dien de stuifmeelbuis voor z'n groei noodig heeft, d.i. de tijd tusschen de bestuiving en de „bevruchting” is zeer verschillend. Bij lelies met hun langen stijl duurt het ongeveer drie dagen, maar bij een den, waar zelfs in 't geheel geen stijl is te doorgroeien, een vol jaar!

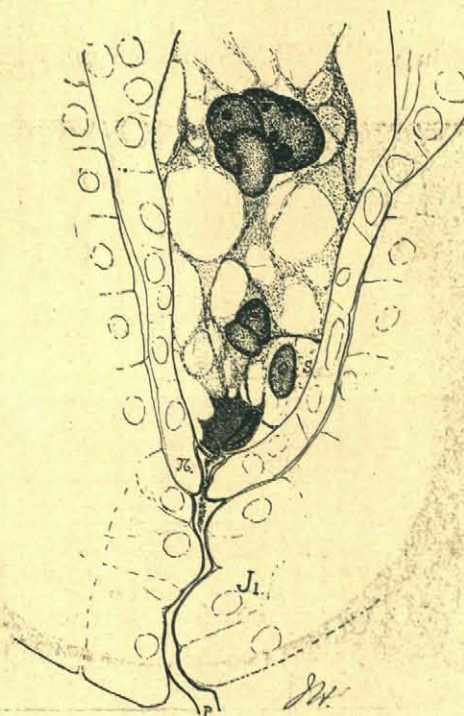


Fig. 4. Embryozak als fig. 3 maar een dag later
350 $\times$ vergroot.
p. stuifmeelbuis, die bij N door de nucellus breekt;
S de eene intact gebleven synergide; I₁ binnenste
integument.

In den kiemzak of embryozak bevinden zich dan in den regel 8 celkernen. Aan de micropyle-kant liggen er drie, elk door protoplasma omgeven, dus eigenlijk drie *cellen*. Een van die drie is de *eicel*, de beide andere heeten steuncellen (*synergiden*). Aan het andere uiteinde van den embryozak liggen weer drie zulke cellen, de „tegenvoeters“ (*antipoden*). Verder zijn er nog twee groote losse kernen in het midden van den embryozak, de *poolkernen*. (Zie fig. 1).

Bij de meeste bedektzadige planten is de kiemzak zoo ingericht, er zijn echter afwijkingen waar meer of minder dan acht kernen zijn.

Wanneer de stuifmeelkorrels op den stempel beginnen te kiemen, bevatten ze in vele gevallen reeds elk twee kernen. Een daarvan is door een afzonderlijk eigen protoplasmalichaam omgeven, is dus een cel binnen in de stuifmeelkorrel: de *generatieve cel* met de generatieve kern. (Zie fig. 2).

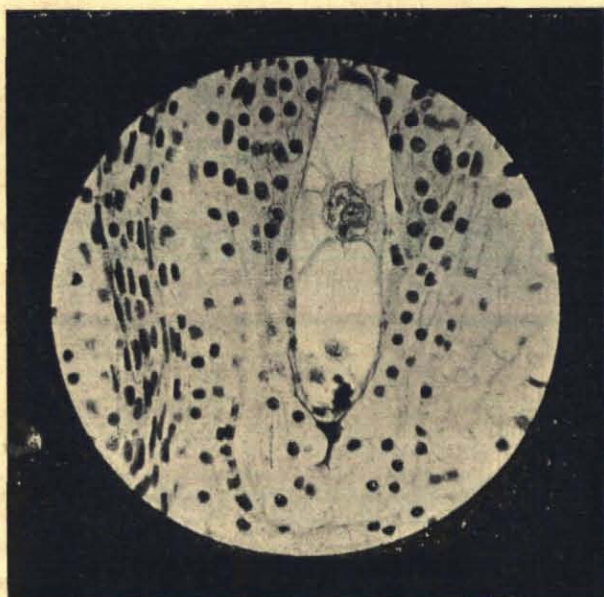


Fig. 5. Microfoto van een praeparaat geheel als dat van fig. 4. Alle dezelfde details weer te vinden. 160 $\times$ vergroot.

Terwijl de stuifmeelbuis uitgroeit zakken deze mee af en als de embryozak bereikt is liggen ze in den uitersten top van de stuifmeelbuis. Ondertusschen heeft zich dan echter de generatieve kern in tweeën gedeeld. Deze twee „mannelijke kernen“ strekken zich gewoonlijk tot lange, wormvormig gekronkelde lichaampjes.

In dien tusschentijd is de dubbele wand, die den top van de stuifmeelbuis en de embryozak van elkaar scheidt langzaam aan verslijmd, totdat die

zoo week is geworden dat door den druk, welke in den top van de stuifmeelbuis heerscht, de gansche inhoud daarvan plotseling met kracht door die wand heen in de embryozak wordt uitgestort.

Gewoonlijk komt alles terecht in een van de twee steuncellen (*Synergiden*) die daardoor geheel vernietigd wordt, misschien hebben die steuncellen wel juist tot functie het bereiden van een toegang door den wand heen en naar binnen.

Op dit tijdstip ligt er dus aan de top van de embryozak een propje afstervend protoplasma uit de stuifmeelbuis en daarin de twee opgekronkelde manlijke kernen (plus gewoonlijk nog een paar andere lichaampjes waarover nog strijd is, wat het zijn; zie fig. 3, X; ik meen thans met zekerheid te mogen zeggen, dat het helften

zijn van de andere kern uit de stuifmeelkorrel (fig. 2b), welke te niet gaan).

Na een oogenblikje al gaan de manlijke kernen zich strekken en dan begeeft zich de eene naar de eicel toe, om zich met de eikern te vereenigen, de andere gaat naar het midden van den embryozak om daar te versmelten met de beide poolkernen.

Nu is het de groote vraag: hoe geschiedt die verplaatsing van de manlijke kernen? Slechts ééns heeft een onderzoeker (Strasburger) die beweging in een levenden embryozak gezien. Het was bij stofzaad (*Monotropa*). De manlijke kernen kwamen daar terecht in twee stroomingen in het protoplasma van den kiemzak, waardoor ze meegesleept werden, de eene tot aan de eicel, de andere naar de poolkernen. Bij die *monotropa* hebben de mannelijke kernen den vorm van platte ronde schijfjes; bij de meeste andere bedektzadige planten, ook bij de Turksche lelie (*Lilium martagon*), het klassieke voorbeeld voor deze onderzoekingen, zijn het lange schroefvormig gedraaide lichaampjes. Andere onderzoekers nemen nu, met het oog op dezen vorm en op grond van andere waarnemingen aan, dat zulke manlijke kernen zich naar hun bestemming begeben door eigen beweging, doordat ze zich als een schroef door het protoplasma van den kiemzak borende, voorwaarts bewegen, aangelokt door eikern en poolkernen. Zoo ongeveer dus als de spermatozoiden van de varens en enkele naaktzadigen zich met hun trilharen bewegen.

Werkelijk gezien of afdoende bewezen is deze eigen beweging van de „spermatozoiden van bedektzadigen” echter nog nooit.

Hoe het zij, na een kort poosje vindt men ze beiden weer, de één tegen de eikern aan gelegen, de andere bij een van de twee poolkernen of als die reeds tegen elkaar aanliggen tegen beiden. Soms treft men ook mislukkingen aan, bijv. dat elk van de mannelijke kernen één der poolkernen te pakken heeft gekregen, of dat één de eicel, de ander de overgebleven synergide is binnengedrongen. De eicel en ook die synergide hebben een heel dun vliezig wandje om zich heen, om dat te doorboren moet de manlijke kern eenige kracht kunnen ontwikkelen,

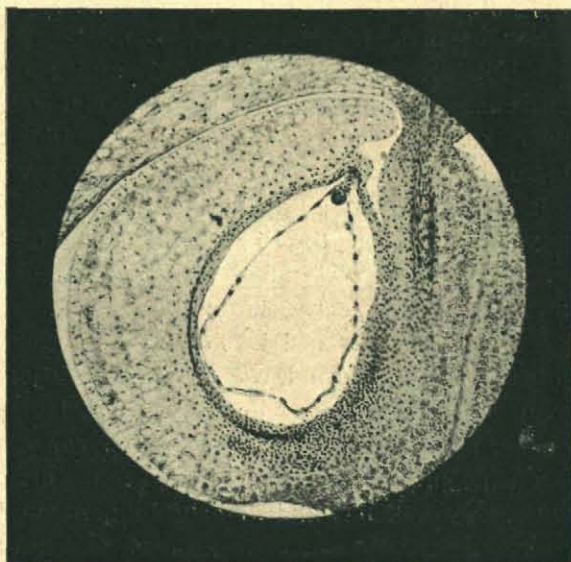


Fig. 6. Doorsnede van een zaadknop van Turksche lelie, 16 dagen na het bestuiven, het kiempje en een laag van „kiemwit-kernen”. Microfoto 28 $\times$ vergroot. De kiemzak was hier juist 9 maal zoo breed geworden als die van de fig. 5, nl. $\frac{3}{4}$ mM.

dat is al weer een argument voor het gelooven aan een eigen beweging.

Als ze hun doel bereikt hebben, liggen de manlijke kernen tegen de ei- en poolkern aan, als lange gekronkelde slangen ten deele er omheen geslingerd. Preparaten waarin men dat kan waarnemen (fig. 3) zijn echter uiterst zeldzaam want het duurt maar heel kort of ze beginnen op te zwellen en zich te verkorten. Na een dag zijn ze in vorm en grootte al bijna gelijk geworden aan de kernen waartegen ze aan liggen, en dan kleuren ze zich met de toegepaste verfstoffen ook niet meer donkerder dan deze, zooals eerst het geval was (fig. 4 en 5).

Gedurende een paar dagen drukken die versmeltende kernen zich steeds platter tegen elkaar aan, maar toch is er altijd nog een afscheiding te zien, nog tot ze zich gaan deelen. Zelfs wanneer die kern-deeling reeds begonnen is, is nog duidelijk te zien dat de eene uit twee en de andere uit drie versmeltende deelen bestaat.

Het drievoudige poolkernenkomplex deelt zich het eerst en die deeling herhaalt zich een aantal keeren zoodat achtereenvolgens 2, 4, 8, 16, 32, 64 en meer kernen waargenomen worden. Die talrijke kernen plaatsen zich in een dunne laag protoplasma langs den wand van den embryozak; die is intusschen zeer veel grooter en wijder geworden, ook de heele zaadknop is dan al sterk gegroeid (zie fig. 6, 16 dagen na de bestuiving). Spoedig ontstaan er dan tusschen die wandstandige kernen celwandjes die aldus de eerste cellen van het kiemwit (of *endosperm*) vormen.

De bevruchte eicel heeft zich intusschen ook herhaaldelijk gedeeld en daardoor is het kiempje gevormd, waaruit de geheele jonge plant moet ontstaan. Die deelingen gaan echter zeer langzaam, zoodat het kiempje langen tijd niet veel meer wordt dan een klein celpropje aan den top van den embryozak. Het kiemwit daarentegen neemt snel toe in massa en vult langzamerhand bijna de heele kiemzakholte van den wand af naar binnen toe. Terwijl het kiempje zijn definitieven vorm en grootte gaat verkrijgen vullen de endospermcellen zich met voedsel, eiwit en zetmeel of olie, dat moet dienen als reserve-voedsel om bij het kiemen van het rijpe zaad te worden verbruikt.

Bij een groot aantal planten o. a. eenzaadlobbige (vgl. bijv. graankorrels) blijft dat voedsel in het endosperm en wordt eerst bij het kiemen van het zaad in opgelosten toestand aan de uitgroeiende kiem overgegeven. Bij vele tweezaadlobbigen daarentegen neemt het kiempje in den rijpenden zaadknop reeds al het voedsel uit het endosperm over; in het rijpe zaad (bijv. bij erwten en boonen) is van het kiemwit dan niets meer over dan een dun platgedrukt vliesje terwijl de twee zaadlobben zelf groot en vleezig en met voedsel opgevuld zijn. Bij jonge rijpende hazelnooten is dit proces heel duidelijk in zijn gang te vervolgen, daar vindt men bij het doorsnijden nog duidelijk kiemwit buiten om de zaadlobben van het kiempje terwijl dat in de rijpe zaden geheel verdwenen is. Een mooi voorbeeld van een tweezaadlobbig zaad waar kiemwit blijft is het kardinaalsmutsje (*Evonymus*), daar zijn de kiemlobben groen en dus heel duidelijk te onderscheiden

van het witte endosperm. Zoo'n dwarsdoorgesneden rijp vruchtje van de kardinaalsmuts geeft een prachtig kleurig figuurtje: van buiten eerst de purperen vruchtwand, dan de oranje zaadrok van de vier zaden, daarbinnen het witte endosperm en daarin de groene kiem.

Het kiemwit ontstaat op deze wijze bij alle bedektzadigen door de „dubbele bevruchting” uit de versmelting van de poolkernen met een van de twee manlijke kernen. Wanneer nu, zooals we aannemen, door deze kernen de erfelijke eigenschappen van de ouders op de nakomelingen worden overgebracht, moet ook het kiemwit eigenschappen krijgen van de plant die 't stuifmeel leverde. Dit is inderdaad zoo; op bijzonder duidelijke en interessante manier is dat aan te toonen bij maïs. Van maïs bestaan een ontzaglijk groot aantal rassen. Er zijn er met groote en met kleine kolven, met stompe en met spitse korrels, met harde en met zachte, met witte, gele, roode, blauwe, zwarte korrels, enz.

Die verschillen in de korrels zijn voor een groot deel eigen aan het kiemwit daarin. Heeft men nu bijv. een maïsplant die witte korrels voortbrengt en bestuift die met stuifmeel van een ras dat donkere korrels draagt, dan krijgt het endosperm door de poolkernenbevruchting de eigenschap van het donkere ras mede, zal dus donker kunnen worden. Bestuift men zoo'n „witte” kolf ten deele met stuifmeel van het eigen, ten deele van dat andere ras, dan komt er een gemengde zaadkolf, zooals die van fig. 7. De op deze wijze ontstane bastaardkolven heeten *Xeniën*. Ze kunnen ook bij toeval ontstaan wanneer verschillende maïsrasen dicht bij elkaar gekweekt worden.

Natuurlijk krijgt bij zoo'n proef ook het kiempje, door de andere manlijke kern die eigenschappen van de stuifmeelleverende plant (de „vaderplant”) mee, maar dát kan eerst blijken wanneer het, na 't uitzaaien van den korrel tot een volwassen plant is opgegroeid.

Maïs is een zeer geschikte plant voor deze en dergelijke interessante proeven, omdat de bloemen in tegenstelling met de meeste andere grassen eenslachtig (eenhuizig) zijn; door het bijtijds wegsnijden van den heelen pluim met meel-draadbloemen kan men de zelfbestuiving gemakkelijk beletten. Alleen is het jammer dat maar enkele maïsrasen in ons klimaat in een tuintje goed rijp worden.

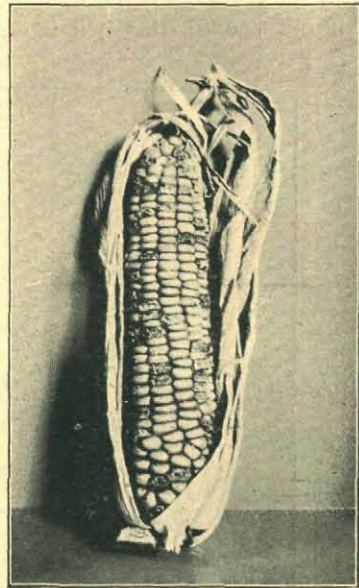


Fig. 7. Gemengde kolf van maïs (»Xeniën-vorming»). Een deel van de korrels met meel gevuld en daardoor hard en glad, de rest met suiker in plaats van meel in 't kiemwit en daardoor thans dof en ineen geschrompeld.

J. HEIMANS.