

EEN OVERGANG TUSSEN COPULATIE EN BEVRUCHTING

DOOR

Dr. H. W. HEINSIUS.

Bij het samenwerken van twee individu's tot het voortbrengen van een nieuw kan men in het Plantenrijk twee gevallen onderscheiden: als twee onderling *gelijke* protoplasten zich met elkaar vereenigen, spreekt men van *conjugatie* of *copulatie*; zijn ze ongelijk, dan noemt men het verschijnsel *bevruchting*. Dit laatste komt, zooals bekend is, voor bij vele Celkryptogamen, bij de Mossen, Vaatkryptogamen en Phanerogamen. De meestal zelfstandig beweeglijke protoplast of *spermatozoïde* is het mannelijk orgaan; zijn celkern vereenigt zich met die van het vrouwelijk orgaan, de *eicel*, die onbeweeglijk is.

Copulatie wordt o. a. waargenomen bij de groep van wieren, die den naam draagt van *Conjugaten*, waartoe het bekende traaije draadwier *Spirogyra* behoort, en bij de zwammen, die den naam dragen van *Zygomyceten*: de echte Schimmels. Daarbij raken twee cellen elkander aan, op de plaats van aanraking ontstaat een opening in de beide celwanden en de twee protoplasten vereenigen zich met elkaar: hetzij dat de eene protoplast in de andere cel overgaat, zooals bij *Spirogyra*, of dat de beide protoplasten zich naar het vereenigingspunt der cellen begeven, zooals bij de Schimmels (zie Fig. 2). Daarop omkleeden de beide vereenigde protoplasten zich met een nieuwen celwand en er ontstaat een *zygospore*, die onder gunstige omstandigheden tot een nieuwe plant kan uitgroeien.

Zooals gezegd is, vertoonen in dit geval de beide protoplasten

geen enkel verschil in uiterlijk; men kan dus ook niet van verschillende seksen spreken en de copulatie vormt als het ware een overgang tusschen de ongeslachtelijke en de geslachtelijke vermenigvuldiging.

Toch zal ieder, die wel eens gecopuleerde *Spirogyra's* beschouwd heeft, hebben opgemerkt, dat niet de protoplasten van de twee naast elkaar liggende draden in *verschillende* richtingen naar elkaar overgaan, maar dat *alle* protoplasten van den eenen draad zich begeben in de cellen van den anderen. De eerstgenoemde draad schijnt dus wel degelijk het mannelijke individu te zijn, de laatstgenoemde het vrouwelijke. Nu onlangs is uit onderzoekingen van BLAKESLEE gebleken, dat er ook bij de Schimmels een begin van seksueele differentieering bestaat.

BLAKESLEE wilde n.l. onderzoeken, of het voor de vorming van *zygosporen* noodzakelijk was, dat de copuleerende *myceliën*¹ afkomstig waren van sporen uit *verschillende sporangiën*¹. Te dien einde had hij in een glazen schaalje met voedingsagar², op eenigen afstand van elkaar, vijf sporen van *Mucor Mucedo* uit verschillende *sporangiën* gezaaid. In Fig. 1 zijn de plaatsen, waar de sporen lagen, aangewezen door de cijfers 1 tot 5. Na eenige dagen hadden zich hieruit even zoovele *myceliën* ontwikkeld, die wij eveneens met de nummers 1, 2, 3, 4 en 5 willen aanduiden. Daar, waar 1 en 2 elkaar aanraakten, was een zoo groote menigte *zygosporen* ontstaan, dat er een reeds met het bloote oog zichtbare zwarte streep door werd gevormd; hetzelfde was het geval bij de aanraking van 1 en 3, 2 en 4, 2 en 5, 3 en 5, zooals in onze figuur door volle lijnen is aangegeven. Maar waar 2 en 3 elkaar aanraakten, was er geen enkele gevormd en

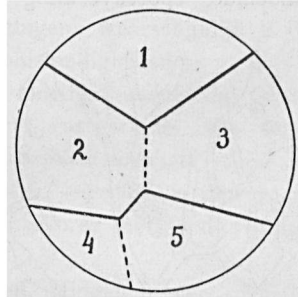


Fig. 1. Cultuur van *Mucor Mucedo* door BLAKESLEE.

De volle lijnen geven de plaatsen aan, waar *zygosporen* gevormd waren, de stippellijnen die, waar de *myceliën* elkaar aanraakten zonder *zygosporen*vorming.

¹ *Mycelium* is de naam van het dradennet, waaruit de Zwammen bestaan. De Schimmels vormen slechts zelden *zygosporen*, maar vermenigvuldigen zich gewoonlijk door ongeslachtelijk in sporendoosjes of *sporangiën* gevormde sporen.

² Agar agar wordt vervaardigd van een Wier (*Eucheuma spinosum*) uit de Indische Zee. Met water en voedingsstoffen vermengd, wordt het, evenals gelatine, veelvuldig gebruikt voor het kweken van bacteriën, schimmels, enz.

evenmin bij 4 en 5; hier vertoont onze figuur *stippelijnen*. Daaruit volgt, dat de leden der laatstgenoemde paren van *myceliën* van hetzelfde geslacht moesten zijn: hetzij mannelijk of vrouwelijk. Noemen wij bijv. 4 en 5 mannelijk, dan waren 2 en 3 vrouwelijk, 1 daarentegen was weer mannelijk; even goed kan men deze benamingen echter omwisselen. Het eenige verschil, dat BLAKESLEE tusschen de beide geslachten kon opmerken, was, dat één ervan iets zwakkere *myceliën* had. Bij een andere *Mucor*-soort waren bovendien de sporen in de *sporangieën* bij het eene geslacht kleiner. Daar de uitdrukkingen »mannelijk» en »vrouwelijk» hier eigenlijk geen zin hebben, stelt BLAKESLEE voor, in dergelijke gevallen ze ook niet te gebruiken; hij spreekt van de zwakkere *myceliën* als van den (—)-stam, van de andere als van den (+)-stam.

Door deze ontdekking was nu ook het raadsel opgelost, waarom de meeste schimmelsoorten zoo uiterst zelden *zygosporen* vormen: blijkbaar zijn die soorten tweehuizig, zoodat alleen bij aanraking van een *mycelium* van een (+)-individu met dat van een (—)-individu de genoemde sporenvorming kan optreden. Duidelijk trad dit o.a.

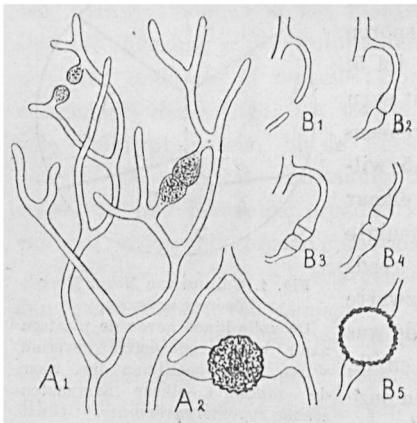


Fig. 2A. Copulatie en zygosporevorming bij *Sporodinia grandis*, een éénhuizige soort, naar KLEBS. A₁ vertoont twee jongere stadiën, A₂ de zygospore.

B. Hetzelfde bij de tweehuizige *Mucor Mucedo*, naar BLAKESLEE. Bij B₁ beginnen twee *myceliumstranden* naar elkaar toe te groeien; bij B₂ zwellen zij peervormig op; bij B₃ zijn de tusschenschotjes gevormd; bij B₄ is de scheidingswand reeds bijna verdwenen; bij B₅ is de zygospore gereed.

in 't licht bij een der meest gewone soorten: *Rhizopus nigricans*, die ook bij ons, bijv. op vochtig brood, uiterst gemakkelijk te verkrijgen is. Alle sporen die BLAKESLEE in het botanisch laboratorium der HARVARD-universiteit opving, leverden *myceliën* van hetzelfde geslacht. Eindelijk echter kreeg hij een cultuur in handen, waarin van zelf *zygosporen* waren opgetreden; na eenige moeite verkreeg hij nu de beide geslachten afzonderlijk en geregeld ontstonden er nu, als hij die in hetzelfde schaalteje kweekte, in de aanrakingslijn een menigte *zygosporen*. Slechts weinige soorten, o.a. de reeds door EHRENBURG in 1818

ontdekte *Sporodinia grandis*, zijn eenhuizig en leveren dan ook reeds aan een en hetzelfde *mycelium zygosporen* (zie Fig. 2 A₁ en A₂).

Als vervolg op deze belangwekkende onderzoekingen heeft BLAKESLEE bastaardeeringsproeven gedaan, d.w.z. (+)- en (—)-*myceliën* van verschillende soorten tegen elkaar laten aangroeien. *Zygosporen* worden er dan weliswaar niet gevormd, maar de schimmeldraden groeien toch naar elkaar toe, raken met hun toppen elkaar aan en vormen daar dezelfde peervormige aanzwellingen, die aan de *zygosporenvorming* vooraf gaan (zie Fig. 2, A₁ en B₂;) dan komt het copulatieproces echter tot stilstand. Op de aanrakingslijn ontstaat dan geen zwarte streep, maar een evenzeer in 't ooglopende witte, door de genoemde aanzwellingen gevormd. Op deze wijze was het mogelijk, ook de geslachten van verschillende soorten met elkaar te vergelijken, want (+)-*myceliën* van de eene soort vormen met (+)-*myceliën* van de andere ook niet zulke aanzwellingen en evenmin doen zulks twee (—)-*myceliën* van verschillende soorten.

Enkele *myceliën* schijnen geslachtsloos te zijn: vooral bij *Rhizopus nigricans* werden er dikwijls aangetroffen, die noch met (—)-*myceliën*, noch met (+)-*myceliën* tot copulatie overgingen; waarschijnlijk is dit echter veelal het gevolg van ongunstige omstandigheden.

Meestal ontkiemen de *zygosporen* zeer moeilijk. Alleen bij *Mucor Mucedo* geschiedt dit reeds na een korte rustperiode. Het daaruit ontstaande *mycelium* bleek echter geslachtsloos te zijn. Na drie maanden groei evenwel was het een (—)-*mycelium* geworden. Naar het schijnt, treedt dus eerst op een zekeren leeftijd de »puberteit» in!

Belangrijk is ook nog de volgende proef. Midden in een schaalpje werd een eenhuizige soort gezaaid, rechts daarvan een (+)-individu van een tweehuizige, links een (—)-individu van dezelfde tweehuizige soort. Bij aanraking vormden zich aan beide zijden peervormige aanzwellingen; het *mycelium* van de eenhuizige soort is dus ook werkelijk tweeslachtig.

Ten slotte heeft BLAKESLEE ook nog de wijze van *zygosporenvorming* zelf nader bestudeerd. In de bestaande leerboeken wordt steeds gezegd, dat bij de copulatie aan naburige schimmeldraden eerst peervormige aanzwellingen ontstaan en dat die vervolgens naar elkaar toe groeien¹.

¹ In onze Fig 2, A₁ is dit, links bovenaan, ook zoo voorgesteld. Zij is dan ook ontleend aan een oudere publicatie van KLEBS. Waarschijnlijk hebben de beide aanzwellingen elkaar tijdens het prepareeren losgelaten.

Dit is echter onjuist. De draden van een (+)- en een (—)-*mycelium*, die dicht genoeg bij elkaar zijn gekomen, schijnen elkaar plotseling te gaan aantrekken: althans ze groeien met de toppen naar elkaar toe. Eerst wanneer ze elkaar aanraken, ontstaat de peervormige aanzwelling, die daarna door een tusschenschot van de rest van het *mycelium* wordt afgescheiden; hierop wordt de scheidingswand opgelost en zwelt de middelste cel op tot *zygospore* (zie Fig. 2, B₁ tot B₅.)

Amsterdam, Maart 1905.