

Die Entwicklung des weiblichen Geschlechts-Apparats bei Theobroma Cacao

von

J. KUIJPER.

Als ich die Absicht hatte die Biologie und Bestäubung der Cacaoblüten zu studieren, schien es mir erwünscht zuerst festzustellen, wie sich der weibliche Geschlechtsapparat entwickle. Es bestand ja allerdings immer die Möglichkeit, dass schon hier abnorme Zustände auftraten, z. B. dass bei einem Teil der Blüten Degeneration vorkäme. Es hat sich aber gezeigt, dass diese Entwicklung ziemlich normal verläuft, aber dennoch scheint es mir wünschenswert darüber zu berichten weil nach meinem Wissen noch niemals etwas darüber mitgeteilt worden ist.

Ich benutzte Material von verschiedenen Cacao-varietäten aus dem botanischen Garten in Paramaribo (Holländisch-Guyana), meistens Forasterosorten, die unter sich keine Unterschiede in der Samenknospenentwicklung aufwiesen. Das Material wurde fixiert in Alkohol-Essigsäure ($\frac{3}{4}$ absoluter Alkohol, $\frac{1}{4}$ Eisessig); bei älteren Stadien, z. B. bei etwas geschwollenen Fruchtknoten empfiehlt es sich die Epidermis anzuschneiden, weil die Fixierungsflüssigkeit sonst schwer eindringt, was wohl die Folge von der Anwesenheit grosser Mengen Schleims sein mag. Ich fand, dass die Kernteilungen im Nucellus und in der Wurzelspitze beide am häufigsten sind während zwei Perioden: nämlich Morgens zwischen $7\frac{1}{2}$ und $8\frac{1}{2}$ und am Mittag zwischen 12 und 1 Uhr.

Zum Färben wurde Heidenhains Hämatoxylin in der

üblichen Zusammenstellung gebraucht. Immer wurde in Paraffin eingebettet.

Wenn man Querschnitte durch den Fruchtknoten herstellt, trifft man wenigstens in der Mitte eine Anzahl Samenknospen genau in der Längsrichtung; die oberen und unteren werden aber zumal bei älteren Stadien in den Richtungen, wie sie eben laufen, getroffen.

Anlage des Archespor. In den jüngsten Stadien, die ich beobachtete, liegen schon zwei Zellschichten über der Archesporzelle. Es ist aber ziemlich deutlich, dass sie hypodermal angelegt ist, wie Betrachtung der Figur 1 zeigt.

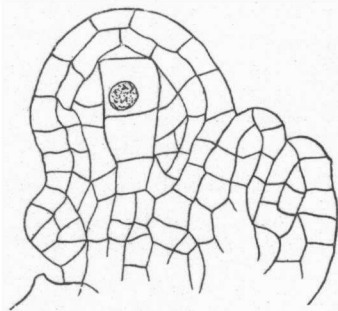


Fig. 1. Archiesporozelle in der sehr jungen Samenknospe. Vergr. 740.

Die Integumente sind in diesem Stadium noch ganz kleine Höcker und die Samenknospe ist noch nicht umgebogen. Durch aufeinanderfolgende Teilungen senkt sich

die Zelle so zu sagen tiefer in das Gewebe ein; im Augenblick der allotypischen Teilung wird sie meistens von 4 oder 5 Zellreihen bedeckt. Man erkennt meistens deutlich, dass sie an der Spitze einer axilen Zellreihe liegt. Bisweilen findet man zwei solche axile Zellreihen neben einander und augenscheinlich zwei gleich entwickelte Archiesporzellen, von denen sich nur eine weiter entwickelt. Figur 2 zeigt sehr schön zwei Archiesporzellen, ungefähr in demselben Entwicklungsstadium.

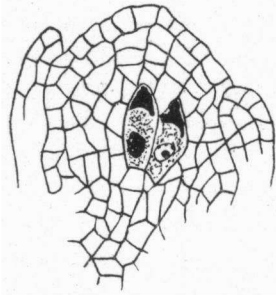


Fig. 2. Zwei Archiesporzellen, der linke Kern degeneriert. Vergr. 400.

Die linke Zelle hat einen Kern, der sich ganz dunkel

gefärbt hat, wahrscheinlich hat die Degeneration schon angefangen.

Entwicklung der Integumente. In diesem Stadium hat sich die Samenknoepe schon ziemlich weit umgebogen.

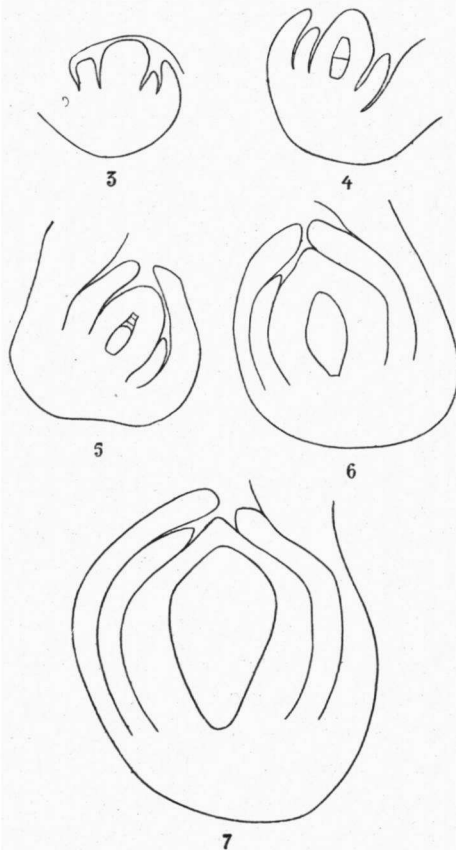


Fig. 3. Samenknoepe mit Archespoizelle;
Fig. 4. " " 2 Tochterzellen;
Fig. 5. " " Einzelzellen;
Fig. 6. " " vollständigem Embryosack;
Fig. 7. Samenknoepe mit ausgewachsenem Embryosack. Sämtliche Zeichnungen 156 \times vergrössert.

Das äussere Integument ist nur an der

Aussenseite entwickelt und überragt dort das innere. Die Aussenseite des äusseren Integuments und die Innenseite des inneren entwickeln sich ungefähr gleich schnell; wenn der Embryosack fertig ist, umgeben diese beiden den Nucellus und bilden die Micropyle. Wenn sich der

Embryosack dann streckt und vergrössert, fängt die Aussenseite des inneren Integuments an zu wachsen während das äussere Integument zu degenerieren anfängt. Es wird zusammengepresst gegen das Endocarp und seine Zellen enthalten anscheinend weniger

Plasma: so dass jetzt das innere Integument an Stelle des äusseren den Nucellus umgiebt. Noch später färbt sich das äussere Integument tiefschwarz, woraus sich schliessen lässt dass es wahrscheinlich später ganz degeneriert. Die Figuren 3—7 zeigen die Entwicklungsweise der Samenknospe.

Teilungen des Archespors. Wenn das Archespor sich zu teilen anfängt, haben die Integumente sich noch nicht geschlossen; der Scheitel des Nucellus ragt frei hervor. Ich beobachtete den Vorgang der Reductionsteilung an mehreren Objekten, im Ganzen an 10 Fruchtknoten, und in jeder Schnittserie fand sich eine grosse Anzahl Teilungen.

Der ganze Vorgang scheint sich regelmässig ab zu wickeln; während der Synapsis zieht sich das Chromatin an der einen Seite zusammen; das Spirem legt sich in grossen Schlingen um den Nucleolus herum; im Spiremfaden sieht man deutlich die dunkleren Chromatinmassen mit hellergefärbten Partien sich abwechseln. Am meisten fand ich das postsynaptische Stadium, während die Kernmembran noch anwesend und die Doppelchromosomen noch nicht genau in einer Platte angeordnet waren. Der Nucleolus war meistens noch sichtbar. Die darauffolgenden Vorgänge scheinen sich sehr schnell zu vollziehen, denn in dem nächsten Stadium zeigten sich schon die Tochterkerne, verbunden durch die Kerntonne. Es liess sich feststellen, dass die haploide Chromosomenzahl 8 war. Zur Kontrolle habe ich alsdann die diploide Zahl an Wurzelspitzen fest zu stellen versucht; aus vielen Präparaten konnte ich diese auf 16 bestimmen. (Fig. 8—9).

Die Chromosomenzahl für *Theobroma Cacao* ist also sechzehn.

Die Tochterzellen bilden darauf bald vier Enkelzellen; dabei scheint es mir, dass manchmal die Teilung der obersten Zelle ausbleibt, und sich also nur drei Enkelzellen bilden. Die unterste entwickelt sich zum Embryosack; die übrigen

degenerieren allmählig, aber zeigen sich noch einige Zeit als eine Kappe über dem Embryosack (Fig. 10—12).

Der Embryosack. Während der jetzt folgenden Teilungen fängt der Embryosack an sich zu strecken, und wenn das 4-kernige Stadium erreicht ist, hat er schon die definitive Form, allein noch nicht die endgültige Grösse (Fig. 13—14). Die Kerne des 2-kernigen Stadiums rücken nach beiden Polen vor; die nächstfolgenden Teilungsfiguren stehen wahrscheinlich senkrecht zur Längsachse, denn die 4 Kerne liegen links und rechts von der Längsachse.

Im 8-kernigen Stadium treten die Polkerne an beiden Enden deutlich hervor; sie fangen an sich einander zu nähern, während die Antipoden schon in Degeneration begriffen sind. In dem vollständig entwickelten Embryosack findet man am Chalazaende nur eine sich stark färbende Plasmamasse, in welcher sich dann und wann ein Kern beobachten lässt.

Die Form des Ganzen hat sich inzwischen noch ein wenig geändert; der Embryosack ist in der Mitte breiter, an den Enden spitzer geworden. Er ist birnförmig.

Am Mikropyleende befindet sich der grosse Eikern und die kleinern Synergiden; an die Unterseite der Eizelle stösst der Polkern an, der oft deutlich seine Doppelnatur zeigt. Der Embryosack ist meistens sehr plasmareich (Fig. 15—16).

Die grosse Menge der abgefallenen Blüten zeigt auch dieses Bild, es gelang mir nicht einen bestimmten Unterschied in dem Zustand der Säcke in abgefallenen und nicht abgefallenen Blüten zu finden. Ich glaube also nicht, dass das Abfallen irgend etwas mit unvollständiger Entwicklung dieser Blüten zu tun hat. Es scheint mir allein, als trennten sich auch in ältern Stadien noch viele Blüten vom Baume, denn man findet auch in den von Boden aufgelesenen Blüten weiter ausgewachsene Samenknospen.

Erst nach dem eben beschriebenen Stadium fängt die stärkste Streckung des Embryosackes an sich zu vollziehen.

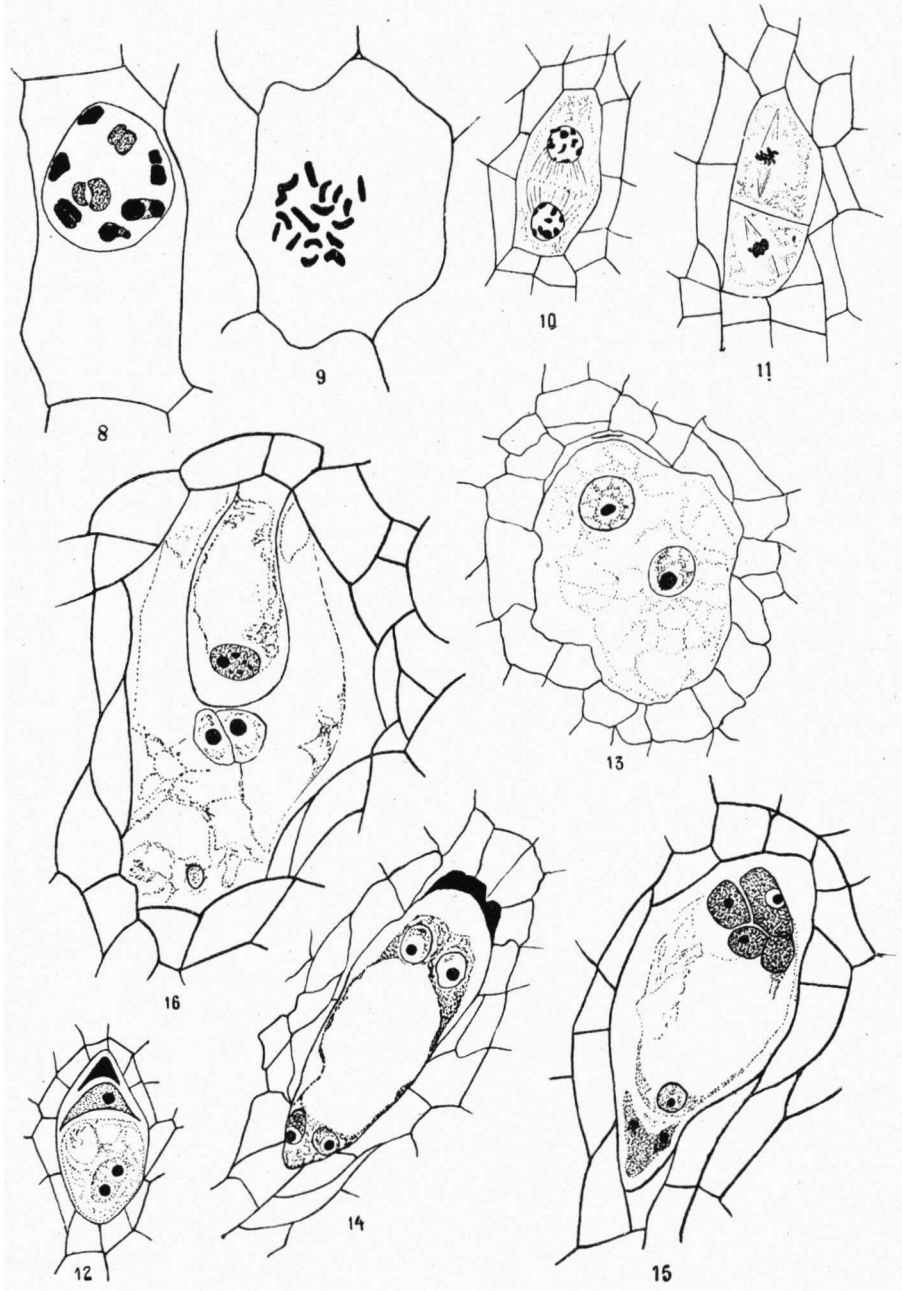
Über die Form des Nucellus ist noch zu bemerken, dass er ganz spitz geworden ist und bis zur Aussenseite der Integumente sich erstreckt, also die Mikropyle ganz ausfüllt (Fig. 7).

Jetzt ist der Augenblick da, in dem die Befruchtung statt finden sollte. Ich habe diesen Vorgang nicht gut studieren können, weil es mir wegen meiner Abreise aus Surinam an Zeit mangelte, die betreffenden Stadien in Schnittserien zu zerlegen.

Nach den schon durchgenommenen Bildern glaube ich schliessen zu können, dass oft eine vorläufige Endosperm-bildung eintritt, ohne Embryobildung. In der Mehrzahl der Fälle beobachtet man an der Stelle des Eikernes eine degenerierte Masse. Zu gleicher Zeit vergrössert sich der Nucellus stark, so dass man den Eindruck bekommt, dass etwas wie Parthenokarpie statt findet, da ich das Eindringen des Pollenschlauchs niemals deutlich beobachten konnte.

In Schnittserien konnte ich bis 10 Kerne im Wandbeleg eines Embryosackes zählen. Mit dieser Entwicklung scheint folgende Erscheinung immer verbunden zu sein: das Integument wächst schneller als der Nucellus, folglich liegt es ganz frei um den Nucellus herum. Die derart gebildeten grossen Embryosäcke sind plasmaarm.

In den Fällen wo ich meinte Spuren des Pollenschlauches zu beobachten, war der Inhalt des Sackes viel plasmareicher und war die Eizelle besser erhalten als in den oben beschriebenen. Von den schon geschwollenen Fruchtknoten und sehr jungen Früchten fällt immer ein grosser Teil ab; sind das vielleicht nicht befruchtete Exemplare? Ich wage es nicht die Frage zu bejahen; ich stelle sie nur. Die Degenerationerscheinungen in meinen Präparaten von ausgewachsenen Samenknospen deuten unzweifelhaft in diese Richtung. Wie ich schon im Anfang hervorhob, ist das Ziel dieser Arbeit nur einige von mir vorläufig fest-



J. Kuijper, del.

gestellte Tatsachen einem Jeden zugänglich zu machen; Vollständigkeit beanspruche ich nicht.

Noch eins möchte ich hinzufügen. Auch Herr Dr. von Faber in Buitenzorg meint auf Grund seiner Untersuchungen über Befruchtung bei *Cacao*, dass Parthenokarpie statt finde, wie er mitteilte auf der ersten Versammlung der Ost-Indischen Versuchsstations-Botaniker.

Paramaribo, August 1913.

FIGURENERKLÄRUNG.

- Fig. 8. Vergr. 2075. Allotypische Teilung des Archesporkernes. Doppelchromosomen nach Beendigung der Synapsis. Die heller gefärbten Chromosomenpaare waren bei tieferer Einstellung sichtbar.
- „ 9. „ 2075. Kernplatte aus der Wurzelspitze.
- „ 10. „ 920. Bildung der Tochterkerne des Archespors.
- „ 11. „ 920. Homöotypische Kernteilung.
- „ 12. „ 920. Embryosackzelle mit degenerierten Einzelzellen.
- „ 13. „ 920. Zweikerniger Embryosack.
- „ 14. „ 920. Vierkerniger Embryosack.
- „ 15. „ 920. Achtkerniger Embryosack. Die Kerne am Chalaza-Ende sind schon in Degeneration begriffen.
- „ 16. „ 920. Vollständiger Embryosack. Neben der Eizelle sind die Reste der Synergiden sichtbar. Die zwei Polkerne sind noch nicht ganz verschmolzen; von den Antipoden sind nur noch Reste da.