

3. J. Modilewski: Zur Embryobildung von *Euphorbia procera*.

(Mit Doppeltaf. I.)

(Eingegangen am 7. Januar 1909.)

Das Material wurde mit Alkohol-Eisessig fixiert und auf folgende Weise gefärbt. Man sättigt 50 ccm abs. Alkohol mit essigsaurem Kupfer, gibt zur Auflösung 50 ccm Wasser zu, löst dann in diesem Gemisch 1 g Malachitgrün und 0,4 g saures Fuchsin. In dieser abfiltrierten aber vorher verdünnten (20 Tropfen auf 10 ccm Wasser) Lösung färbt man die Präparate im Verlauf von 12 bis 24 Stunden. Dann differenziert man die Schnitte mit abs. Alkohol und färbt nachher während einer Viertelstunde mit Nelkenöl, welches mit Orange gesättigt ist. Diese Färbemethode ist für embryologische Untersuchungen sehr gut geeignet und ist eine Abänderung der in der pathologischen Medizin öfters verwendeten Färbemethode.

Der Fruchtknoten enthält drei Samenanlagen. Von den zwei bei der Samenanlage vorhandenen Integumenten überholt das äußere in seiner Entwicklung das innere und verdickt sich in der Nähe der Mikropyle, wie es mehrfach bei den Euphorbiaceen beobachtet worden war. Der Nucellus der Samenanlage verlängert sich mittelst seines stark zugespitzten Scheitels in der Richtung der Mikropyle, in welche der Obturator zu der Reife des Embryosacks mit seinen langen Zellen von oben hineinragt. Der Obturator ist in ähnlicher Weise ausgebildet, wie es für viele andere *Euphorbia*-Arten ausführlich SCHWEIGER und andere Autoren beschrieben haben. Der Obturator berührt nur den Nucellusscheitel, doch verwächst er niemals mit dem letzteren.

Ich habe die Entwicklungsgeschichte des Embryosacks wegen Mangel an jüngeren Stadien in meinem Materiale von dem vierkernigen Stadium an zu verfolgen angefangen. Die ersten vier Kerne lagern in sehr vielen Embryosäcken vollständig kreuzweise an vier Seiten des letzteren. Nicht selten aber beobachtet man einen Kern am mikropylaren Ende, den anderen am antipodialen Ende des Embryosacks, während der dritte und vierte die Querachse des Embryosacks noch nicht erreicht haben und sich nur im Anfang ihrer

Wanderung nach dem mittleren Teile längs der beiden entgegengesetzten Seiten des Embryosacks befinden. (Fig. 1.) Daraus folgt, daß die Entstehung der vier ersten Kerne auf normale Weise geschieht. Die vier auf diese Weise im Embryosacke orientierten Kerne teilen sich in acht und bilden vier Paargruppen. (Fig. 2.) Nicht selten geschieht diese Teilung vorher, ehe die zwei wandernden Kerne des vierkernigen Embryosacks die Mittelzone des Embryosacks erreicht haben. Dann liegen die oberen resp. die unteren zwei Paargruppen nicht weit voneinander. Doch sind es keineswegs die Tetradengruppen des normalen achtkernigen Embryosacks, weil die Strecke zwischen den Kernpaaren genügend groß ist, um die Unabhängigkeit der Paargruppen festzustellen. Diese acht Kerne, in vier Paare kreuzweise eingereiht, erfahren eine abermalige, also die vierte Teilung im Embryosacke und auf diese Weise entstehen 16 Kerne (Fig. 3.) Die letzteren sind in überzeugender Weise in vier Tetraden abgegrenzt. (Fig. 4.) Die mikropylare Kerngruppe gibt die Anlage zu den beiden Synergiden und zu der Eizelle. Alle drei Zellen sind typisch ausgebildet. Drei Kerne aus der antipodalen Tetrade geben den Ursprung für die drei Antipoden. Eine von den letzteren ist meistens länger als die zwei anderen. Nicht selten kann man unter dem Kerne der längeren Antipode noch eine kleine Vakuole beobachten. Diese Antipode ist der Eizelle ähnlich. Die beiden anderen erinnern an die Synergiden. Gleichzeitig mit der Entstehung des Eiapparates und der Antipodengruppe differenziert sich aus den beiden seitlichen Kerntetraden auf jeder Seite des Embryosacks eine Gruppe aus drei Zellen. Gewöhnlich sind zwei von den letzteren größer und ihre Kerne liegen an derjenigen Seite der Zelle, welche der Mitte des Embryosacks zugekehrt ist. Die dritte Zelle ist gewöhnlich kleiner und ihr Kern ist der Wand des Embryosacks zugewendet. Es kommt aber vor, daß nur eine Zelle aus der seitlichen Zellentriade größer wird, während die zwei anderen klein bleiben; man bekommt den Eindruck, daß zwei solche seitliche Dreiergruppen in einem Embryosacke zwei neue supplementäre Eiapparate bilden. Die freibleibenden vier Kerne, je einer in jeder Tetrade, wandern alle nach der Mitte des Embryosacks und lagern sich dicht nebeneinander. (Fig. 5, 6.) Es sind echte Polkerne. Dieser reife Embryosack, welcher aus einem echten Eiapparat, aus drei Antipoden, aus vier Polkernen und aus zwei seitlichen dem Eiapparat ähnlichen Dreiergruppen besteht, entsteht also durch Umbildung von vier Kerntetraden in vier Zellentriaden mit einer Kerntetrade in der Mitte des Embryosacks. Der reife

Embryosack vergrößert sich noch ein wenig, gleichzeitig damit vergrößern sich alle darin lagernden zwölf Zellen.

Der Pollenschlauch bahnt sich seinen Weg durch die Mikropyle mittelst der verlängerten Zellen des Obturators, rückt die obersten Zellen des zugespitzten Nucellusscheitels auseinander und gelangt zu dem Embryosack. Die Befruchtung erfolgt auf folgende Weise. Ein generativer männlicher Kern erreicht den Kern der Eizelle, mit welchem er verschmilzt, während der andere sich den vier dicht aneinander gedrängten Polkernen nähert. Die letzteren fangen an zu verschmelzen, sobald sie in Berührung mit dem Spermakern kommen und auf diese Weise entsteht der sekundäre Embryosackkern. Man beobachtet hier also eine typische doppelte Befruchtung, welche in der Beziehung beachtungswert ist, daß hier der sekundäre Embryosackkern durch die Verschmelzung von vier Polkernen mit dem generativen männlichen ausgebildet wird. (Fig. 7—10.) Die rasche Teilung des sekundären Embryosackkerns führt zur Ausbildung der ersten Endospermkerne. Jetzt nun fängt die Teilung der Eizelle an. Die Synergiden gehen bei der Befruchtung zugrunde. Ihr Inhalt färbt sich auf diesen Präparaten dunkel. Man kann nur die Konturen der Synergiden unterscheiden, auch die Reste des Kerns. Gleich nach der Ausbildung der ersten Endospermkerne beginnen die seitlichen Zellentriaden zu degenerieren, während die Antipoden etwas später zerfallen. In den nichtbefruchteten Embryosäcken findet eine gleichmäßige Vergrößerung aller 12 Zellen statt. Die ersten Endospermkerne sind alle gleichartig ausgebildet, haben eine der Spindel ähnliche Form und enthalten zwei bis drei Nucleolen. Die Endospermkerne sind nicht zahlreich und lagern im Embryosacke zerstreut. Wo die Ausbildung der Endospermkerne noch im Beginn ist, lagern die letzteren sehr oft zwischen den degenerierenden Kernen der Antipoden und denjenigen der seitlichen Zellentriaden, sind aber schon auf dem ersten Blick leicht unterscheidbar, da die Zellkerne rund sind und nur einen Nucleolus haben. (Fig. 11.) Gleichzeitig mit dem Wachstum des Embryos, welcher sich in gewöhnlicher Weise entwickelt (Fig. 12—13), kommt eine Differenzierung, welche zwischen den Endospermkernen auftritt, zum Vorschein. In sehr vielen älteren Embryosäcken, doch nicht in allen, nimmt man eine mächtige Vergrößerung der Endospermkerne wahr, welche im antipodalen Teile des Embryosacks lagern. Sie werden oval gestaltet, ihre vergrößerten Nucleolen färben sich viel intensiver und sind dabei von einer unfärbbaren Sphäre umgeben. Diese antipodalen, an Plasma reichen Endospermkerne sind in ein dichtes Plasma des

Embryosacks eingebettet (Fig. 14), welche mittelst ihrer Stränge die unteren Endospermkerne mit den oberen spindelförmigen verbinden. Die oberen bleiben dabei ohne irgendwelche Veränderung. Eine ähnliche Differenzierung der Endospermkerne, von denen die antipodialen einen haustoriellen Charakter bekommen, ist z. B. bei *Urtica cannabina* zu beobachten. Weiter wurde die Entwicklungsgeschichte von *Euphorbia procera* nicht verfolgt. Es ist wichtig zu bemerken, daß der Embryo nur aus der echten Eizelle entsteht. Es wurde kein einziger Fall einer anomalen Embryobildung, wie auch keine Entstehung des Embryos aus den Zellen der seitlichen Triaden beobachtet, obwohl ich mehrere Präparate untersucht habe. Es ist auch keine Polyembryonie vorhanden, wie es bei *Euphorbia dulcis* beschrieben wurde.

Zum Vergleich mit *Euphorbia procera* habe ich viele andere *Euphorbia*-Arten zu untersuchen angefangen. Sie haben bis jetzt keine so wichtigen Abweichungen von dem normalen Typus als *Euphorbia procera* gezeigt. Dasselbe ist von LYON für *Euphorbia corollata* festgestellt. Da ich aber diese verschiedenen Arten bis jetzt nur oberflächlich untersucht habe, verlege ich eine eingehendere Besprechung der letzteren auf ein anderes Mal. Hier möchte ich nur folgendes hinzufügen. Die Zahl der Pflanzen, welche eine vom Typus abweichende Entwicklung des Embryosacks vorweisen, wächst stets. Die Bedeutung solcher Abweichungen, wie die hier beschriebene und andere, ist aber bis jetzt noch unklar; auch ist man unsicher, ob diese Erscheinungen irgendwelchen phylogenetischen Wert haben. Einerseits erhöht sich in einigen Fällen die Kernzahl in Embryosäcken der von dem Typus abweichenden Pflanzen bis sechzehn, in anderen sinkt sie bis vier. Andererseits ist bei derselben Kernzahl im Embryosacke (z. B. sechzehn, bei *Peperomia pellucida*, *Gunnera*-Arten, *Euphorbia procera*) nicht nur die Art der Kernausbildung (z. B. des sekundären Embryosackkerns) verschieden, sondern auch die Gruppierung derselben im Embryosacke. Außerdem, bei den verwandten Pflanzen, wie *Gunnera*-Arten und *Oenothera Lamarckiana*, gehen die Abweichungen von dem achtkernigen Embryosack in zwei entgegengesetzten Richtungen (bei *Gunnera* sind im Embryosacke sechzehn Kerne, bei *Oenothera* vier). Wir sehen also eine Verwicklung in den Tatsachen, wenn wir nur die Kernzahl im Embryosacke berücksichtigen. Man muß aber womöglich nicht nur dieses Merkmal (die Zahl der Kerne) sondern auch die Höhe der Symmetrie und die Polarität des Embryosacks in Betracht ziehen. Dann wird man vielleicht imstande sein, einige Anhaltspunkte zu gewinnen. Dazu aber haben wir noch zu wenig die Erscheinungen der Embryologie kennen gelernt.

Zusammenfassung.

1. Die ersten vier Kerne des Embryosacks bilden eine Kreuzfigur.
2. Jeder von den vier Kernen bildet durch zwei sukzessive Teilungen eine Kerntetrade.
3. Der mit vier solcher Tetraden versehene Embryosack bildet einen Eiapparat, drei Antipoden, zwei seitliche Zellentriaden und vier Polkerne.
4. Nach der doppelten Befruchtung entsteht der Embryo in gewöhnlicher Weise und dabei immer nur aus der Eizelle, während der sekundäre Embryosackkern durch die gleichzeitige Verschmelzung der vier Polkerne mit dem männlichen generativen Kern gebildet wird.
5. Nach der Befruchtung degenerieren die Antipoden und die seitlichen Zellentriaden.
6. Gleichzeitig mit dem Wachstum des Embryos vergrößern sich die in dem antipodialen Teile des Embryosacks liegenden Endospermkerne und bekommen eine den haustoriellen Kernen ähnliche Gestalt.

Die Arbeit wurde im Laboratorium von Prof. S. NAWASCHIN ausgeführt, welchem ich auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank für die freundliche Unterstützung aussprechen möchte.

Literatur.

1. CAMPBELL, The Embryo-Sac of *Peperomia*. Ann. of Botany. Vol. 15. 1901.
2. CAMPBELL, The Embryo-Sac of *Pandanus*. Ann. of Botany. Vol. 22. 1908.
3. CHODAT, et BERNARD. Sur le sac embryonnaire d'*Helosis guyanensis*. Journ. de bot. Vol. 14. 1900.
4. ERNST, Zur Phylogenie des Embryosackes der Angiospermen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. B. 26a. 1908.
5. GEERTS, Beiträge zur Kenntnis der cytologischen Entwicklung von *Oenothera Lamarckiana*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. B. 26a. 1908.
6. GOEBEL, Organographie der Pflanzen. 1901.
7. GUIGNARD, L'appareil sexuel dans les tulipes. Ann. des Sciences nat. T. 11. 1900.
8. HEGELMAIER, Über einen neuen Fall von habitueller Polyembryonie. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. B. 19. 1901.
9. JOHNSON, On the Endosperm and Embryo of *Peperomia pellucida*. Bot. Gaz. V. 30. 1900.
10. JOHNSON, On the development of certain *Piperaceae*. Bot. Gaz. V. 34. 1902.
11. LOTSY, *Balanophora globosa*. Ann. du jard. Bot. de Buit. V. 16. 1899.

12. LYON, A Contribution to the life-history of *Euphorbia corollata*. Bot. Gaz. V. 25. 1898.
13. MODILEWSKI, Zur Samenentwicklung einiger Urticifloren. Flora. B. 98. 1908.
14. MODILEWSKI, Zur Embryobildung von *Gunnera chilensis*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. B. 26a. 1908.
15. NAWASCHIN, Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium Martagon* und *Fritillaria Tenella*. Bull. de l'Ac. d. sc. de St. Petersb. 1898.
16. NAWASCHIN, Über die Befruchtungsvorgänge bei einigen Dicotyledonen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. B. 18. 1900.
17. PACE, Fertilisation in *Cypripedium*. Bot. Gaz. V. 44. 1907.
18. SCHNEGG, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Gunnera*. Flora. B. 90. 1902.
19. SCHWEIGER, Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung der Euphorbiaceen. Flora. B. 94. 1905.
20. STEPHENS, The Embryo-Sac of certain *Penaeaceae*. Ann. of Bot. V. 22. 1908.
21. SRASBURGER, Einige Bemerkungen zur Frage nach der doppelten Befruchtung bei den Angiospermen. Bot. Ztg. 59. 1900.
22. TREUB, L'organe femelle et l'apogamie du *Balanophora elongata*. Ann. du jard. bot de Buit. T. 18. 1902.

Figurenerklärung zu Taf. I.

- Fig. 1. Vierkerniger Embryosack.
 - Fig. 2. Achtkerniger Embryosack.
 - Fig. 3. Embryosack mit acht in Teilung begriffenen Kernen.
 - Fig. 4. Embryosack mit vier Kerntetraden.
 - Fig. 5, 6. Reifer Embryosack. E—Eizelle, S—Synergiden, A—Antipoden, T—Zellentriade, P—Polkerne.
 - Fig. 7, 8. Zwei Schnitte aus derselben Serie eines Embryosackes im Moment der doppelten Befruchtung. E—Eizelle, s—Synergide, sp—männliche generative Kerne, P—Polkerne, T—seitliche Zellentriade, A—Antipoden.
 - Fig. 9. Die Eizelle mit dem Spermakern, stärker vergr.
 - Fig. 10. 4 Polkerne mit dem Spermakern, stärker vergr.
 - Fig. 11. Embryosack mit der in Teilung begriffenen Eizelle (E), mit den ersten Endospermkernen (e), mit den Antipoden (A) und mit den Kernen der seitlichen Zellentriaden (T).
 - Fig. 12. Embryosack mit dem zweizelligen Embryo und mit den zerstreuten Endospermkernen.
 - Fig. 13. Mehrzelliger Embryo.
 - Fig. 14. 3 antipodiale Endospermkerne.
-



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Modilewski(y) Jakob

Artikel/Article: [Zur Embryobildung von Euphorbia procera 21-26](#)