ÜBER DIE BESTÄUBUNG UND BEFRUCHTUNG BEI *GINKGO BILOBA* L. *

Tamaki SHIMAMURA

Botanisches Institut der Kaiserlichen Universität zu Tokyo

(Mit 1 Abb. u. 1. Tafel)

Dass *Ginkgo biloba* diözisch und anemogam ist, wissen wir schon seit ziemlich langer Zeit. Bei dieser Pflanze ist ebenso wie bei anderen Gymnospermen die Bestäubung und die Befruchtung bekanntlich durch einen langen, von Ende April bis Anfang September währenden Zeitraum voneinander getrennt. In letzter Zeit haben sich hinsichtlich der Beziehungen zwischen Bestäubung und Befruchtung mehrere neue Probleme ergeben, von denen der Verfasser hier eins kurz behandeln möchte, bevor er auf einige zytologische Besonderheiten des verschmelzungskernes eingeht. Es interessiert vor allem, ob bei *Ginkgo* Parthenokarpie möglich ist oder ob wie Goebel und Ikeno bei den Cycadeen festgestellt haben, die Weiterentwicklung der Makroprothallien nur durch Bestäubung ausgelöst werden kann. Es handelt sich also mit anderen Worten darum, ob der von den keimenden Mikrosporen ausgehende Reiz für die Ausbildung der Samenanlagen unbedingt erforderlich ist.

Um diese Frage zu Klären, stellte Verfasser die folgenden drei Versuchsreihen an: (A) Der Kurztrieb wurde an den Stellen, an denen sich später die weiblichen Blüten öffnen, mit einer haltbaren Papierhülle zum Schutz gegen die Pollination umgeben.

(B) Der Kurztrieb der weiblichen Blüten wurde mit einer Papierhülle bedeckt, in die vorher eine grössere Anzahl geöffneter Mikrosporophylle eingebracht worden war. Durch diese Versuchsanordnung wird eine sichere Bestäubung gewährleistet.

(C) Als Kontrollversuch liess man die weiblichen Blüten ohne jeden Schutz gegen eine Bestäubung stehen.

Vergleicht man die Ergebnisse dieser drei ebengeschilderten Versuchsreihen im Hinblick auf die Entwicklung der Samenanlagen, so findet man eine auffallende Verschiedenheit zwischen den bestäubten und unbestäubten Blüten. Bei den unbestäubten Blüten der Gruppe A (vgl. Abb. I. A) blieben die Samenanlagen fast unverändert und unentwickelt und starben

*Contributions from the Divisions of Plant-Morphology and of Genetics, Botanical Institute, Faculty of Science, Tokyo Imperial University, No. 158.

nach kurzer Zeit ab. Im Gegensatz an den Samenanlagen dieser Blüten zeigten die der bestäubten der Gruppe B (vgl. Abb. I. B) fast immer eine gute Entwicklung, es fanden sich ausnahmslos einige Pollenkörner in den Pollenkammern der Anlagen.

Im kontrollversuch der Gruppe C (vgl. Abb. I. C) konnte man auf einem kurztrieb stets bestäubte und unbestäubte Samenanlagen finden. Die zytologische Untersuchung ergab immer, dass in den gut ausgebildeten Samenanlagen einige Pollenkörner vorhanden waren. In Anbetracht dieser Resultate nimmt der Verfasser an, dass durch die Bestäubung allein schon eine Entwicklung der Samenanlagen hervorgerufen wird. Der von dem Pollenkorn in der Pollenkammer ausgeübte Reiz kann vielleicht durch einen Wuchsstoff, über dessen Natur jedoch nichts Näheres bekannt ist, bedingt sein.

Abb. 1. Samenanlagen von *Ginkgo biloba*, die Mitte Mai geerntet wurden. **A.** Weibliche Blüten, bei denen die Bestäubung künstlich verhindert war. **B.** Die künstlich bestäubten Samenanlagen sind fast immer sehr gut entwickelt. **C.** Die Kontrolle im Naturzustand, zeigt bestäubte und unbestäubte Samenanlagen an einem Kurztrieb.

Aus den obigen Versuchen geht ausserdem hervor, dass eine Parthenokarpie bei *Ginkgo* zumindestens ganz unsicher ist. Die Annahme Goebels

und Ikenos, dass der Reiz des Pollens für die Weiterentwicklung der Samenanlagen bei den Cycadeen notwendig ist, scheint also auch für *Ginkgo* zutreffend zu sein.

Da sich eine ausführliche Darstellung des Befruchtungsvorganges bei *Ginkgo* in den Arbeiten von Hirase (1898, 1918), Ikeno (1901), Herzfeld (1927, 1928) und Shimamura (1928, 1931) findet, erübrigt es sich hier, näher darauf einzugehen.

Der Verfasser will sich deshalb hauptsächlich mit den Verhalten der nucleolusähnlichen Körperchen, die im Verschmelzungskern auftreten, näher befassen. Man kann diese Körperchen schon im Eikern beobachten (vgl. Fig. 1), wenn sich das Spermatozoid noch in der Empfängniskammer hin und her bewegt. Der Spermakern schlüpft dann aus seiner Plasmahülle heraus und bewegt sich dann ziemlich rasch geraden Weges auf den Eikern zu. Fig. 2 zeigt, wie der Spermakern den Eikern erreicht hat und ihn berührt. Währenddessen haben sich einige nucleolusähnliche Körperchen in einiger Entfernung von der Berührungsstelle des Spermakerns angesammelt. Die Verschmelzung des Spermakernes mit dem Eikern geschieht in verhältnismässig kurzer Zeit. Die Lage der beiden Kerne zueinander zur Zeit der Kopulation ist insofern bestimmt, als der Spermakern oberhalb des weiblichen Kernes liegt, wie es Fig. 3 zeigt. Der männliche Kern dringt immer tiefer in den Eikern ein, bis er schliesslich vom letzteren völlig umhüllt wird. Er ist weit kleiner als der Eikern, so dass es den Eindruck erweckt, als ob er nur ein Nucleolus dieses Kernes sei (Fig. 4). Zu diesem Zeitpunkt umschliessen die problematischen Körperchen den Spermakern noch nicht. Zuerst verliert der männliche Kern seine Membran und wird dann allmählich aufgelöst. Erst in diesem Stadium der Verschmelzung wurden in seiner Umgebung einige nucleolusähnliche Körperchen beobachtet (Fig. 5).

Eine sehr grosse Ansammlung der nucleolusähnlichen Körperschen findet an einer Seite des Eikernes statt, vielleicht um sich hier gegen die männliche Kernsubstanz zu sammeln (Fig. 6).

Es ist bemerkenswert dass nun die Zahl der nucleolusähnliche Körperchen zunimmt, die sich im Eikern nach einer bestimmten Richtung während der späteren Stufen der Befruchtung bewegen. Fig. 7. zeigt die erste Kernteilung nach der Befruchtung. Die intranucleäre Teilungsfigur liegt in horizontaler Lage in der Mitte der Zelle. Einige färbbare Körperchen finden sich an den beiden Polen, während die obererwähnten massenhaft auftretenden Körperchen nirgends sichtbar sind.

Die Natur der nucleolusähnlichen Körperchen ist noch nicht bekannt.

Der Verfasser untersuchte sie hinsichtlich ihrer Färbbarkeit nach folgende Verfahren: Safranin-Lichtgrün, Anilinbau-Eosin und Flemmingsche Dreifachfärbung, wodurch die Körperchen sich rot bzw. rot und gelb oder gelbrot färbten. Diese Farben wurden von der Fixierung in hohem Grade beeinflusst. Gegenüber der Feulgenschen Nuclealreaktion verhielten sie sich negativ, allein das zwischen ihnen befindliche Kernsubstanz nahm eine etwas violettrote Färbung an.

Ikeno (1901) hat das Vorhandensein mehr oder weniger nucleolusähnlicher Körper im Verschmelzungskern beschrieben hat aber eine stärkere Ansammlung nicht erwähnt. Herzfeld (1927) hat angenommen dass, die Chromomeren sich zum Spermakern bewegen sich seiner Oberfläche auf lagern. Das Verhalten der von ihr bemerkten Chromomeren, stimmt mit dem der von Verfassers beschriebenen Körperchen überein. Herzfeld nahm ferner an, dass der Spermakern sich Innern des Eikerns in kugelförmige Androsphären teilt. Diese Tatsache scheint dem Verfasser nicht richtig zu sein, da der eingedrungene Spermakern mit grosser Wahrscheinlichkeit seine Membrane verliert und sich allmählich auflöst.

Das Verhalten der nucleolusähnlichen Körperchen im befruchteten Eikern ist sehr bemerkenswert und Verfasser ist der Ansicht, dass es sich bei ihnen nicht um ein durch die fixierung hervorgerufenes Artefakt handelt, sondern dass diese morphologische Veränderung eine folge der physiologischen Beschaffenheit ist.

LITERATUR

- GOEBEL, K. 1932. Organographie der Pflanzen. 3 Auflage, 3 Teil, 1 Hälfte. Jena.
- HERZFELD, St. 1927. Beiträge zur Kenntnis von *Ginkgo*. Jahrb. wiss. Bot. **66**. 814–862.
- 1928. Über die Kernteilungen im Proembryo von *Ginkgo biloba*. Jahrb. wiss. Bot. **69**. 264–294.
- HIRASE, S. 1898. Étude sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba*. Journ. Coll. Sci. Univ. Tokyo. **12**. 103–149.
- 1918. Nouvelles recherches sur la fécondation et l'embryogénie du *Ginkgo biloba*. Bot. Mag. Tokyo. **32**. 139–143.
- IKENO, S. 1901. Contribution à l'étude de la fécondation chez le *Ginkgo biloba*. Ann. Sci. nat. Bot. Ser. **8**. **13**. 305–318.
- 1933. Sotetu no Tane. Botany and Zoology. **1**. 49–56.
- SCHNARF, K. 1933. Embryologie der Gymnospermen. Handb. d. Pflanzenanatomie. II Abteil. 2. Teil. Berlin.
- SHIMAMURA, T. 1928. On the formation of proembryo of *Ginkgo biloba* L. Bot. Mag. Tokyo. **42**. 71–76.
- 1931. A note on the mitotic division in the proembryo of *Ginkgo*, with special reference to a chromatin-elimination. Bot. Mag. Tokyo. **45**. 525–530.

ERKLÄRUNG ZU TAFEL I

Die mikrophotographien wurden mit Agfa—Isochrom Platten unter Benutzung eines Wratten “B” Filters aufgenommen. Die Vergrößerung von 1, 3 and 7 ist 1:150, von 2, 4, 5 und 6 1:300.

1) In der Empfängniskammer liegt ein Spermatozoid (s) dicht am Eiplasma. Im Eikern sind schon einige gefärbte nucleolusähnliche Körperchen (g) sichtbar.

2) Ein Spermakern (m) berührt das obere Ende des Eikerns, an dessen einer Seite, in einiger Entfernung vom männlichen Kern sich viele nucleolusähnlichen Körperchen angesammelt haben.

3-5) Verschmelzung der beiden Kerne.

6) Im Verschmelzungskern ist eine massenhafte Ansammlung der nucleolusähnlichen Körperchen zu beobachten.

7) Die erste Kernteilung nach der Befruchtung zeigt niemals eine grössere Ansammlung dieser Körperchen.

摘 要

公孫樹は雌雄異株にて授粉は風媒に依る。授粉したる雌花は約四ヶ月後初めて授精するものなり。今回 (1) 花粉の影響無くもよく結實する “Parthenokarpie” なる現象ありや, (2) 花粉よりの或刺戟が雌性配偶体内に於ける發育 (特に藏卵器の形成の如き) に必要なりやに就き調査せり。その結果公孫樹に於ても蘇鐵類植物と同様に花粉よりの或る刺戟が雌性配偶體に影響して雌性配偶體を發育せしむるものなりと思惟するに至れり。授精現象に就いては特に癒合核内にて雄核がその核膜を失ふ前後に仁に似たる多數の顆粒が示す行動に就て述ぶ。即ち雄核が卵核に癒着する以前より卵核中に若干の仁に似たる染色性顆粒あり。雄核が卵核内に入る頃には該顆粒はその數を増加して核内の一方に集合する。この癒合核の顆粒の偏在する現象と雄核との關係を見るに雄核が核膜を有し明瞭に輪廓を見らるゝ間は顆粒は雄核に接して存すること少く離れて存在し雄核がその形を失ふて卵核質中に混ざる際に該顆粒は雄核質に向つて著しく集合する。癒合核の第一回核分裂の際には該仁様顆粒の集合は全く見られぬ。目下染色體形成と該顆粒とは如何なる關係にあるか不明なり、因に該仁様顆粒はヌクレアル反應に對しては負反應なり。(昭和十年四月廿六日日本遺傳學會東京談話會講演)

I

3

2

4

5

6

7