Z. GOŁASZEWSKA

Zakład Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Warsz.

ROZWÓJ WORECZKA ZALĄŻKOWEGO U *ASPIDISTRA ELATIOR*.

(Die Entwicklung des Embryosackes bei *Aspidistra elatior*).

W pracy mojej z roku 1934 p. t. „Rozwój pyłku oraz analiza garnituru chromozomów u *Aspidistra elatior* [1]) podałam rezultaty dotyczące rozwoju pylników i pyłku u wyżej wymienionej rośliny. W komunikacie zaś niniejszym postaram się streścić wyniki badań nad rozwojem jej woreczka zalążkowego.

Pączki kwiatowe i rozwinięte kwiaty utrwalałam w płynach Lewitsky'ego (5:5), Taylor'a, Janaki-Ammal'a, Marchal'a i w sublimacie z kwasem octowym (wg. przepisu Milovidov'a, 1932).

Skrawki o grubości 10 — 20 μ barwiłam metodą Feulgen'a, Schaede'go, Newton'a i Pianese. Preparaty barwione kw. fuksynosiarkowym, wg. Feulgen'a, podbarwiałam zielenią w olejku goździkowym lub „Wasserblau"; najwyraźniejsze wszakże obrazy otrzymałam po zastosowaniu Orange G w olejku goździkowym.

I. Budowa zalążni i typ zalążków.

Zalążnia u *Aspidistra elatior* powstaje przez zrośnięcie się trzech owocolistków i zawiera trzy komory.

---

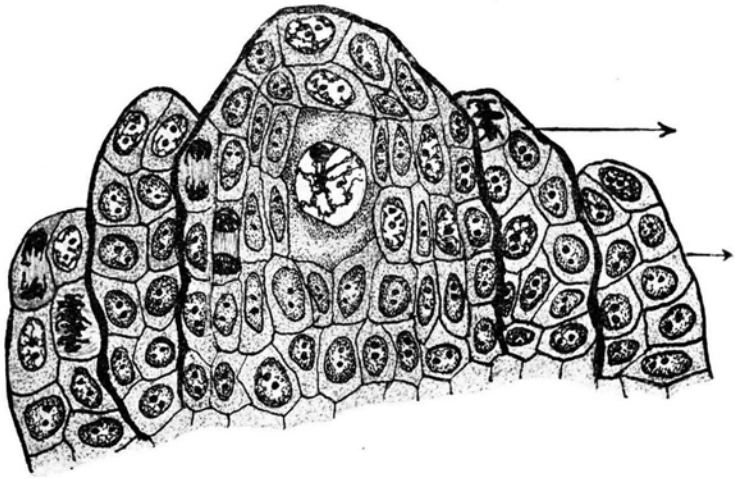
[1]) Acta Soc. Bot. Poloniae, vol. XI.

W każdej z komór dwa odwrócone zalążki zajmują położenie centralne i marginalne, (wg. terminologji używanej przez Wettstein'a). Dwie osłonki w stadjum woreczka czterojądrowego stykają się, pozostawiając wyraźne mikropyle.

Zalążki te zatem należą do typu „crassinucellatae bitegminatae" Warming'a.

II. Rozwój woreczka zalążkowego.

Od chwili, gdy komórka pramacierzysta wor. zal. przestaje się dzielić, rozrasta się ona, a w jądrach zachodzą charakterystyczne zmiany, właściwe podziałowi redukcyjnemu (ryc. 95). Ponieważ przebieg podziału redukcyjnego z uwagi



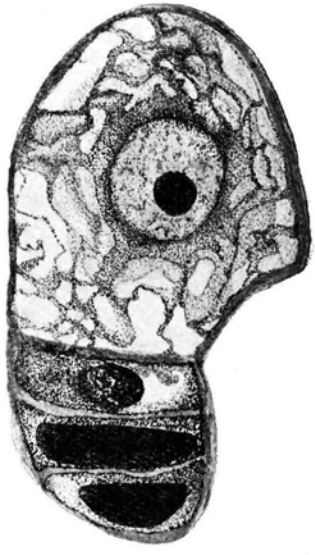
Ryc. 95.

Komórka macierzysta woreczka zalążkowego w okresie podziału redukcyjnego. Ośrodek wystaje jeszcze ponad osłonki. Powiększenie $\times \pm 600$.

na zachowanie się jąderek stał się przedmiotem moich osobnych badań, przeto w komunikacie niniejszym przechodzę odrazu do opisu tetrady. Tworzenie się tetrady przebiega według typu A „row of four" Rutgers'a (1923). Z czterech mniej więcej równych tetraspor, ułożonych szeregiem, trzy dolne degenerują, a górna rozwija się w woreczek zalążkowy (ryc. 96).

Po jej podziale jądra dolnych megaspor zanikają całkowicie tak, że w stadjum dwujądrowego woreczka niema z nich ani śladu. Pomiędzy dwoma jądrami tworzącego się woreczka powstaje, jak zwykle, wakuola, rosnąca w miarę wydłużania się komórki (ryc. 97).

Z chwilą, kiedy dwa te jądra zajmują stanowiska na biegunach makrospory, — występują już różnice, o których mówi Rutgers (1923), pomiędzy strefą jąder mikropylarnych i chalazalnych woreczka.



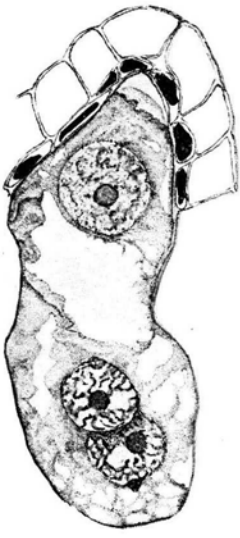
Ryc. 96.
Tetrada w chwili, gdy widać już degenerację dolnych makrospor. $\times \pm 1500$.

Różnice, o których mowa, występują całkiem wyraźnie na preparatach, barwionych metodą Feulgen'a. W spoczynkowem jądrze chalazalnem wówczas w pobliżu bezbarwnego, a raczej słabo barwiącego się orange'm jąderka widać bezkształtną ziarnistą bryłkę, barwiącą się podobnie jak chromozomy.

Ryc. 97.
Woreczek dwujądrowy. Obok jąderka w jądrze chalazalnem widać niewielką bryłkę. $\times \pm 1500$. W reprodukcji zmniejszono o $^1/_3$.

W podziale obu jąder woreczka brak synchronizmu: czasem jądro mikropylarne dzieli się wcześniej, a czasem chalazalne,— ten ostatni wypadek spotyka się znacznie częściej (ryc. 98). W mojem przekonaniu, są to przejawy zaznaczającej się zapewne już we wczesnych stadjach rozwoju woreczka zalążkowego różnicy fizjologicznej pomiędzy dwoma wyżej wspomnianemi grupami jąder. Na rycinie 98 jądro mikropylarne jest duże, ale posiada jeszcze strukturę właściwą jądru spoczynkowemu, natomiast na biegunie chalazalnym widać podzielone już jądra w profazie następnego podziału. Na błonie, a nie-

kiedy tuż pod nią w jądrach tych znów spotykałam ziarniste bryłeczki, barwiące się metodą Feulgen'a na kolor czerwono-fiołkowy. W woreczkach czterojądrowych (ryc. 99) mikropylarne jądra są zwykle większe niż chalazalne. W pobliżu tych ostatnich spotykałam na terenie cytoplazmy bryłki, które, jak sądzę, zostały wyrzucone poza teren jądra.

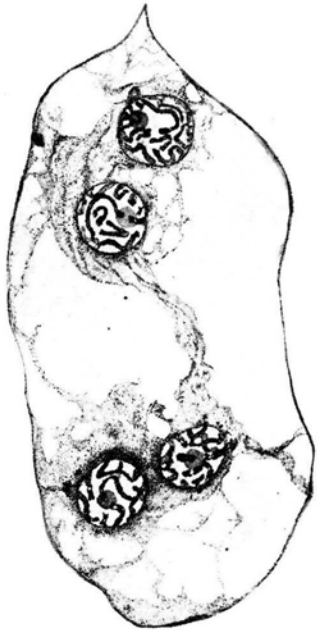


Ryc. 98.
Woreczek trójjądrowy. Jądro mikropylarne jeszcze nie podzieliło się; natomiast w siostrzanych jądrach chalazalnych tuż pod błoną widać ziarniste bryłeczki. W reprodukcji zmniejszona do $^1/_2$. $\times \pm 1700$.

Ponieważ pojawianiu się ziarnistych bryłek, wykazujących dodatnią reakcję Feulgen'a, w jądrach chalazalnych towarzyszy zmniejszanie się objętości jąder znacznie szybsze niż przy biegunie mikropylarnym, przeto sądzę, że zachodzi tu zjawisko częściowej eliminacji chromatyny.

Podobne zjawisko znane jest z pracy Shimamur'y (1931 r.) nad *Ginkgo*, gdzie również towarzyszyło ono zmniejszaniu się jąder.

W pracy Samuels'a (1912 r.) nad rozwojem woreczka zalążkowego u *Gunnera* na jego rys. 8 tab. III, w okresie woreczka czterojądrowego jedno z jąder leży przy biegunie mikropylarnym i jest większe od trzech pozostałych, na których autor rysuje w pobliżu jąderek bezkształtne bryłki, nic wszakże o nich w opisie nie wspominając. W dalszych stadjach rozwoju woreczka u *Gunnera* tylko większe jądro pozostaje nadal w strefie mikropylarnej i dzieli się (co widoczne jest na rys. 9, 10, 11 i 12 tab. III), pozostałe



Ryc. 99.
Woreczek czterojądrowy. $\times \pm 1600$. W reprodukcji zmniejszona do $^1/_2$.

trzy skupiają się przy biegunie chalazalnym i również ulegają dalszym podziałom, w wyniku których gotowy woreczek zawiera 16 jąder. Chociaż jak już wspomniałam autor pomija milczeniem ważny szczegół zjawiania się na spoczynkowych jądrach chalazalnych bezkształtnych bryłek, tem nie mniej rysunki jego przemawiają za tem, że i u *Gunnera* daje się zaobserwować analogiczne zjawisko, jakie zachodzi i u *Aspidistra elatior*.

Samuels barwił swoje objekty hematoksyliną Delafield'a lub Heidenhain'a i zapewne owe bryłki wybarwiały się podobnie do jąderek, zwłaszcza, jeżeli leżały nad jąderkiem, trudno było autorowi odróżnić granicę bryłek od terenu jąderka (jak widzimy na ryc. 8 tab. III w najniżej położonem jądrze). Dopiero zastosowanie metody Feulgen'a pozwala stwierdzić, że bryłki te zawierają chromatynę i świadczą o zachodzącym w czasie rozwoju woreczka zalążkowego procesie częściowej jej eliminacji. Termin „eliminacja chromatyny" stosuję nie w pojęciu diminucji, która występuje na objektach zwierzęcych w trakcie pierwszych podziałów brózdkowania, a raczej w sensie używanym przez botaników (Baranetzky, 1880; Strasburger, 1882; Mottier, 1903; Juel, 1897; Miyake, 1900; S. Nawaschin, 1911; Milovidov, 1933).

Na moim materjale eliminacja, jak już zaznaczyłam, towarzyszy zmniejszeniu wymiarów jąder i wczesnej degeneracji aparatu antypodowego.

W gotowym woreczku ośmiojądrowym rzuca się w oczy niezwykle silna budowa aparatu jajowego w przeciwieństwie do antypodowego (ryc. 100). Nawet jądro biegunowe sąsiadujące z antypodami jest nieco mniejsze od drugiego, powstałego przy biegunie mikropylarnym. Stosunek ten stanowi niejako efekt końcowy częściowej eliminacji chromatyny z jąder chalazalnych.

Na materjale utrwalanym w płynie Taylor'a lub Lewitsky'ego spotykają się na terenie gotowego woreczka zalążkowego wiązki rafidów, otoczone piankowatą substancją przypominającą nieco śluz.

Prócz tego pomiędzy aparatem jajowym i antypodowym spotykałam ziarna skrobi w skupieniach po kilka lub rozsiane w cytoplazmie pojedyńczo.

W komórce jajowej również często obserwowałam skrobię, co wskazuje na obecność w niej plastydów. Jednak nie

spotykałam jej w tak wielkiej ilości, jak np. u *Haemanthus* (Wóycicki, 1929).

Ryc. 100.

Gotowy woreczek ośmiojądrowy. W centralnej części woreczka spoczywa wiązka rafidów. Na terenie plazmy komórki jajowej widać ziarna skrobi, świadczące o obecności plastydów. W synergidach rozwija się silnie aparat nitkowy („Fadenapparat"). Lewa synergida leży nieco głębiej niż prawa, która jest przegięta. Na terenie komórki bielmotwórczej leży mnóstwo ziaren skrobi pojedyńczo lub w skupieniach. Jądra biegunowe zlewają się. Antypody w fazie degeneracji $\times \pm 1500$. W reprodukcji zmniejszono do $^1/_2$.

W synergidach łatwo dał się zaobserwować t. zw. aparat nitkowy („Fadenapparat"); najwyraźniejszy jest on po zabarwieniu skrawków metodą Schaede'go.

Barwa zielonkawa, a potem zdecydowanie zielona pasm aparatu nitkowego zaczynała pojawiać się od strony mikropyle w miarę wykształcania się błon w synergidach. Pasma te wydłużały się w kierunku wakuoli poza jądro i wreszcie two-

rzyły cały rozgałęziony aparat. Ponieważ synergidy na moim materjale są bardzo duże, a wakuole skupiają się w dolnej części komórek, aparat nitkowy, wykształcający się z cytoplazmy, może służyć jako droga, którą substancje tropiczne wędrują z wakuol ku mikropyle.

Dolne jądro biegunowe długo pozostaje w pobliżu antypod. Górne opuszcza się ku niemu szlakiem przy błonie. Oba jądra stopniowo łączą się aż do całkowitego zlania się i pozostają na tem bocznem stanowisku przez dłuższy okres.

Antypody, jak już wspomniałam, degenerują wcześnie.

Plazma ich ulega silnej wakuolizacji i resorbcji, a jądra karjoreksji.

Streszczenie.

1. Zalążnia u *Aspidistra elatior* powstaje z trzech owocolistków i zawiera 3 komory. W każdej z komór 2 odwrócone zalążki przymocowane są centralnie.

2. Zalążki należą do typu „crassinucellatae bitegminatae" Warming'a.

3. W rozwoju woreczka zalążkowego stadjum tetrady, zbudowanej według typu A „row of four" Rutgers'a (1923), oraz budowa gotowego ośmiojądrowego woreczka wskazują na to, że rozwój przebiega według typu normalnego.

4. W trakcie kolejnych stadjów rozwojowych woreczka zalążkowego u *Aspidistra elatior* daje się zauważyć zjawisko częściowej eliminacji chromatyny w jądrach strefy chalazalnej (ryc. 97, 98 i 99), obserwowane przy zastosowaniu reakcji Feulgen'a.

5. Aparat antypodowy degeneruje b. wcześnie.

6. Na terenie gotowego woreczka zalążkowego po utrwalaczu Lewitsky'ego lub Taylor'a w kom. jajowej widać skrobię, świadczącą o obecności w niej plastydów. Liczne ziarna skrobi występują również w plazmie komórki bielmotwórczej. Do wyjątkowo ciekawych należą woreczki z wiązką rafidów (ryc. 100) w obrębie terenu zajętego zwykle przez wakuolę.

Literatura.

1. Baranetzky, J. 1880. „Die Kernteilung in den Pollenmutterzellen einiger Tradescantien". Bot. Zeitung.
2. Bělař, K. 1928. „Die cytologischen Grundlagen der Vererbung". Handbuch d. Vererbungswiss. Lf. g. 5. Berlin.
3. Haberlandt, H. 1925. „Zur Embryologie und Cytologie von *Allium odorum*". Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. 48.
4. Jacobsson-Stiasny, E. 1916. „Zur Fragen vergleichender Embryologie der Pflanzen" Sitzber. d. Kaiser. Ak. d. Wiss., Wien.
5. Janaki-Ammal, E. K. 1931. „Chromosome studies in *Nicandra physaloides*" La Cellule. t. 41.
6. Juel, H. 1897. „Die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen von *Hemerocalis fulva* und die bei denselben auf tretenden Unregelmässigkeiten". Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30.
7. Milovidov, G. F. 1932. „Einfluss von Wasser hoher Temperatur auf den Kern den Pflanzenzellen in Lichte der Nuklealreaktion". Protoplasma. Bd. 17.
8. — 1933. „Über die nukleale Natur der „Chromatinnukleolen" und anderer Körperchen bei *Zebrina pendula*. (Studie mit der Nuklealreaktion)". Zeitschr. f. Zellforsch. u. Mikr. Anat. Bd. 19.
9. Miyake, K. 1905 a. „Über Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen". Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42.
10. Modilewski, J. 1911. „Über die anormale Embryosackentwicklung bei *Euphorbia palustris* L. and anderen *Euphorbiaceen*", Ber. d. Deutsch bot. Ges. Bd. 19.
11. Mottier, D. M. 1903. „The behavior of the chromosomes in the spore mother-cells of higher plants et c.". Bot. Gazette. V.35.
12. Müller, Cl. 1912. „Kernstudien in Pflanzen" I und II. Arch. f. Zellforsch. Bd. 8.
13. Nawaschin, S G.. 1911. „Über eine Art der Chromatindiminution bei *Tradescantia virginica*" Ber. d. D. bot. Ges. Bd. 29.
14. — 1927. Zellkerndimorphismus bei *Galtonia candicans* Des. und verwandten Monokotylen" Ber. d. D. bot. Ges. Bd. 45.
15. Palm, B. 1915. „Konstruktionstypus und Entwicklungswege des Embryosackes der Angiospermen". Diss. Stockholm.
16. Rutgers, F. L. 1923. „The female gametophyte of Angiosperms". Diss. Leiden.
17. Samuels, J. A. 1912. „Etudes sur le développement du sac embryonnaire et sur la fécondation du *Gunnera macrophylla* Bl." Arch. f. Zellf. Bd. 8.
18. Shimamura, T. 1931 „A note on the mitotic division in the proembryo of *Ginkgo*, with special reference to a chromatinelimination". Bot. Mag. Tokyo. t. 45 No. 539.
19. Schaede, R. 1925, „Über den Bau der Spindelfigur". Beitr. Biol. d. Pfl. 14.

20. Schnarf, K. 1931. „Vergleichende Embryologie der Angiospermen". Berlin.
21. Strasburger, E. 1882. „Über den Teilungsvorgang der Zellkerne". Usw. Bonn.
22. Tischler, G. 1934. „Allgemeine Pflanzenkaryologie".
23. v. Wettstein, R. 1924. „Handbuch der systematischen Botanik". Leipzig — Wien.
24. Wóycicki, Z. 1929. „Die Entwicklung des Embryosackes bei *Haemanthus Katharinae*". Acta Soc. Bot. Poloniae. Vol. VI. No. 3.

Zusammenfassung.

1. Der Fruchtknoten von *Aspidistra elatior* setzt sich aus drei Fruchtblättern zusammen und enthält 3 Kammern. In jeder Kammer liegen zwei anatrope Samenanlagen mit zentraler Plazenta.

2. Die Samenanlagen von *A. elatior* gehören dem Typus „crassinucellatae bitegminatae" von Warmingan.

3. Das Tetradenstadium, nach Typus A „row of four" von Rutgers gebildet, sowie die fertige, achtkernige Samenanlage weisen darauf hin, dass die Entwicklung der Samenanlage nach dem „Normaltypus" verläuft.

4. Im Laufe der nacheinanderfolgenden Entwicklungsstadien lässt sich in den Kernen der Chalazazone die teilweise Chromatinelimination, die nach Anwendung der Feulgen'schen Methode zutagetritt, gut und leicht verfolgen.

5. Der Antipodenapparat degeneriert sehr früh.

6. Bei Anwendung der Fixierlösung von Lewitsky oder derjenigen von Taylor kommen in der Eizelle Stärkekörner zum Vorschein, die von der Anwesenheit von Plastiden zeugen. Auch im Plasma der endospermbildenden Zelle sind zahlreiche Stärkekörner vorhanden. Einen sehr merkwürdigen Fall stellen diejenigen Samenanlagen vor, in welchen in der Mitte des Embryosackes über den gerade verschmelzenden Polkernen ein Raphidenbündel auftritt.

Institut f. allg. Bot. d. Univ. Warschau.