SAWICKA STANISŁAWA

Zakł. Botaniki Ogólnej Uniw. Warsz.

O PROFAZIE PODZIAŁU REDUKCYJNEGO U *POLEMONIUM COERULEUM* L..

(Über die Prophase der Reduktionsteilung bei *Polemonium coeruleum* L.).

W s t ę p.

W roku 1931 ukazała się praca Persidsky'ego, dotycząca tworzenia się biwalentów u *Polemonium coeruleum*. Podaje w niej autor nowy schemat powstawania biwalentów, godzący w teorię indywidualności chromozomów i dotąd opisany jedynie przez Czernojarowa u *Najas major* All.

W profazie redukcyjnego podziału w macierzystych komórkach pyłku u *Polemonium coeruleum* w stadjach presynaptycznych nie dostrzega Persidsky nigdzie podwójności ani nawet równoległego ułożenia chromatynowej nici. Widzi ją dopiero w stadjach postsynaptycznych, a mianowicie w pachytynie i diplotenie i interpretuje jako podłużne rozszczepienie grubej nici spiremowej.

Po tych stadjach—według obserwacji autora—następuje układanie się nici w cienką, pojedynczą siatkę. Na jej prześłach poczyną gromadzić się substancja chromatynowa, która po pewnym czasie przybiera kształt korkociagu, rozszczepiającego się wzdłuż. Z niego dopiero powstają bichromozomy.

Wobec tak swoistego jakoby przebiegu procesów karjokinezy generatywnej praca Persidsky'ego wprost domagała się szczegółowego sprawdzenia.

Materiał, zbierany w maju i czerwcu 1932 i 1933 roku w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warsz., utrwalalam, podobnie jak to robił Persidsky, w płynie Nawaschina.

Utrwalacz ten dawał naogół wyniki dobre. Skrawki grubości 5 i 10 μ barwiłam hematoksyliną żelazową Heidenhaina, podbarwiając błony zielenią jasną (w olejku goździkowym), lub fioletem gencjanowym i jodyną (w modyfikacji Newtona, 1927).

Przebieg mejozy.

W najwcześniejszym stadium, jakie mogłam zaobserwować na przekrojach bardzo młodych, drobnych pączków, jądro ma wyraźną siatkowatą budowę, nie zaś ziarnistą, jak to zaznacza Persidsky (por. ryc. 168 z ryc. 1-ą Persidsky'ego).

Większe, nieregularne bryłki chromatyny, skupione przeważnie biegunowo pod błoną jądrową¹⁾, połączone są cienkimi niteczkami, tworzącymi delikatną, ale wyraźnie zarysowaną sieć.

Ryc. 168.

Komórka macierzysta pyłku
w najwcześniejszym stadium
profazy.

Tkanka archesporowa jest w tym okresie zwarta. Jąderka w kom. m. p. występują w liczbie pojedynczej, podwójnej a nawet potrójnej i nie są jednakowej wielkości.

Tapetum złożone jest z jednej warstwy dość regularnych komórek. Błony ich są bardzo cienkie, cytoplazma silnie zwakuolizowana. Duże jądra zawierają, podobnie, jak komórki macierzyste pyłku, od jednego do trzech jąder, ale mniejszych rozmiarów. W okresie, o którym mowa, komórki warstwy wyściełającej są z reguły jednojądrowe.

Skoro następnie znikną chromocentry w jądrach komórek archesporowych występuje z całą wyrazistością siatka. Wbrew twierdzeniom Persidsky'ego można już wtedy za-

¹⁾ Jak wiadomo jądra *P. coeruleum* należą do typu „Kappenkerne” Heitz'a (1932 r.).

uważyć podwójność nici bądź to pozaplatanych na znaczniejszych przestrzeniach (ryc. 169), bądź też ułożonych równolegle.

Perłkowatej struktury chromatynowej nici, obserwowanej w tym okresie przez Persidsky'ego, nigdzie nie zdołałam dopatrzeć się pomimo szczególnej uwagi, którą fazie będącej w mowie poświęciłam. Być może, że ta „perłkowata” struktura stanowi właśnie opisane przeze mnie posplatane nitki.

Po tem względnie krótkiem stadium następuje gwałtowny skurcz, nie pozwalający na zaobserwowanie stopniowego jakoby — według danych Persidsky'ego — ściągania się sieci w kłębek.

W komorach pylnikowych, obok komórek w stadium powyżej wspomnianem, występują komórki z jądrami o wyraźnym i długotrwałym — jak słusznie podkreśla Persidsky — skurczu. Kłębek synaptyczny spoczywa, jak zwykle, przy błonie jądrowej i kryje w sobie jąderko.

Ryc. 170.

Kom. mac. pyłku w stadium synizezy (barwiona gencjaną).

Ryc. 169.

Kom. mac. pyłku w stadium późniejszego leptotenu ew. w początku zygotenu.

Komórki wyścielające, które dotychczas zachowywały swe poprzednie wymiary, zaczynają się rozrastać, a jądra ich dzielą się i następnie zlewają ze sobą. Pod koniec synizezy komórki warstwy wyścielającej zawierają przeważnie synkarjony; wyjątkowo są one czterojąderko.

Na preparatach barwionych gencjaną można w zbitiej masie kłębka synaptycznego wyróżnić grube nici, wyłaniające się zeń stopniowo (ryc. 170 i 171).

Stopniowe rozplatywanie się kłębka prowadzi do luźnego-

rozłożenia nici na terenie całego jądra. Na moich preparatach, podobnie jak u Persidsky'ego, wylaniająca się z kłębka

Rys. 171.

Kom. mac. pyłku po stadium synizezy (barwiona hematoksyliną).

gruba nić pachytenowa ma strukturę, trafnie przyrównaną przez Czernojarowa do drutu, służącego za przewódnik elektryczny (ryc. 172).

Ryc. 172.

Kom. mac. pyłku w stadium pachytenu (barw. hematoksyliną).

Persidsky, zwracając uwagę na znaczną grubość nici pachytenowej w stosunku do jej grubości przed synizezą, podkreśla niemożliwość jakiejkolwiek konjugacji chromosomów w okresie tej ostatniej. Następujące w diplotenie rozluźnienie komponentów uważa za podłużne rozszczepienie grubej spiremny. Mojem wszakże zdaniem podwójne uło-

zenie nici daje się stwierdzić jeszcze przed synizezą¹⁾.

Według dalszych spostrzeżeń Persidsky'ego rozszczerzone nici chromatynowe w jądrach tkanki archesporowej tworzą stopniowo siatkę dzięki anastomozom, powstałym przy oddzielaniu się ich połówek. Wyrażna miejscami początkowo podwójność zanika całkowicie (patrz ryc. 12 Persidsky'ego). Wreszcie następuje gromadzenie się chromatynowej substancji na przesłach siatki. Konfiguracyj sieci, choćby częściowo przypominających stosunki, przedstawione na ryc. 13 i 14 z pracy Persidsky'ego, w żadnym wypadku nie obserwowałam; z łatwością natomiast ponad wszelką wątpliwość stwierdziłam podwójność nici występującą wyraźnie w wielu miejscach, zwłaszcza na preparatach barwionych gencjaną (ryc. 173).

Hematoksylina

bowiem żelazowa
H e i d e n h a i n a,
którą wyłącznie posługiwał się autor, daje obrazy niewyraźne, miejscami pozalewane. Na preparatach barwionych tym barwikiem i słabo różnicowanych, spotykałam w miejscach krzyżowania się czarnych nici,

nieregularne masy, przypominające bezładne skupienia chromatyny, opisywane przez Persidsky'ego. Na preparatach silnie zróżnicowanych, nie słabo odcinała się od tła jądra, co utrudniało stwierdzenie jej właściwej budowy. Dopiero zastosowanie gencjany ułatwiło mi przesłedzenie opisywanego stadium.

Ryc. 173.

Kom. mac. pyłku w stadium diplotenu (barwiona gencjaną).

¹⁾ Począwszy od pachytenu tkanka archesporowa nie jest już tak, jak poprzednio zwarta, gdyż stopniowo wytwarzają się w niej duże przestrzenie międzykomórkowe. W komórkach wyścielających występują wówczas silnie hyperchromatynowe, dużych rozmiarów synkarjony w liczbie pojedynczej, wyjątkowo podwójnej. Taki stan w tkance wyścielającej trwa już do końca profazy.

Strepsiten i diakineza (ryc. 174, 175 i 176) mają charakter zwykły, a struktura komponentów jest tak trudna do odcyfrowania, że o zachowaniu (ew. zaistnieniu) chromatydów nie określonego powiedzieć nie mogę.

Ryc. 174.

Kom. mac. pyłku w stadium strepsitenu.

Ryc. 175.

Kom. mac. pyłku w stadium diakinezy.

Zdaniem Persidsky'ego bezładne skupienia chromatynowej masy, gromadzące się na przesłach siatki, przybierają przez skręcanie kształt korkociągów, rozszczepiających się wzdłuż (Persidsky, ryc. 17, 18). Z nich przez stopniowe wydłużanie się, następnie grubienie i wyrównywanie konturów powstają bichromozomy.

W trakcie mych badań nie natrafiłam ani razu na sto-

sunki przedstawione przez powyższego autora na ryc. 17, 18. Natomiast pod koniec strepsitenu, kiedy następuje kontrakcja chromozomów, trafiały mi się obrazy zilustrowane na ryc. 176; w mojem przekonaniu wszakże nie przedstawiają one nic innego, jak ulegające kontrakcji nitki, oplecionych dookoła siebie strepsitenowych partnerów.

Obrazy te odpowiadają zapewne ryc. 17 i 18 z pracy Persidsky'ego. Pewną rolę przy powstawaniu takich obrazów trzeba przypisać i hematoksylinie Heidenhaina, która barwiąc w tym okresie mocno substancję chromatynową, zaciemnia i zamazuje obraz. Na preparatach barwionych gencjaną stosunków takich nie spotykałam.

Ryc. 176.

Kom. mac. pyłku pod koniec strepsitenu (barwione hematoksyliną).

Następująca po strepsitenie diakineza trwa krótko. Poszczególne pary, różnej konfiguracji (ryc. 177), są rozrzucone na terenie całego jądra i tak są zbudowane, że, jak zaznaczyłam wyżej, o ich strukturze nic pewnego orzec nie można.

Ryc. 177.

Charakter gemini w okresie diakinezy.

Dalsze fazy I podziału redukcyjnego, jak i cały II podział przebiegają—biorąc pod uwagę powyższe zastrzeżenie—najzupełniej typowo.

Jak wynika przeto z przedstawionych powyżej obserwacji i profaza podziału redukcyjnego—poza ponad zwykłą miarę zaakcentowaniami „diffuses Stadium”¹⁾—nie stanowi żadnego nowego typu. Interpretacje Persidsky'ego skłaniają raczej do przypuszczenia, że autor miał prawdopodobnie do czynienia z materiałem patologicznego charakteru.

¹⁾ P. Sharp-Jaretsky, 1931, p. 332. Wilson, 1925.

Streszczenie.

W pracy z 1931 r. Persidsky podaje nowy schemat tworzenia się biwalentów w komórkach macierzystych pyłku u *Polemonium coeruleum*.

Według tego autora niema konjugacji nici chromatynowych w stadjach presynaptycznych, ani w stadium synizezy podziału redukcyjnego. Podwójna struktura nici pachytenowej jest tylko podłużnem rozszczepieniem się grubej spiremy. Z rozszczepionych w diplotenie nici powstaje — jak podaje Persidsky — siatka o budowie pojedynczej; na jej przesłach gromadzi się w bezładnych skupieniach chromatynowa substancja, z której, przez podłużne rozszczepienie, powstają biwalenty.

Z moich obserwacyj wynika, że konjugacja chromatynowych nici odbywa się już w najwcześniejszych stadjach profazy. Siatka, powstająca z rozplatających się po okresie skurczu nici, ma strukturę podwójną. Powstawania jakichkolwiek skupień chromatyny na przesłach tej siatki zupełnie nie obserwowałam. Dalszy przebieg profazy podziału redukcyjnego, jak i cały II podział, odbywają się najzupełniej typowo według znanych schematów.

Duży wpływ na podaną przez Persidsky'ego interpretację profazy podziału redukcyjnego miało barwienie wyłącznie hematoksyliną żelazową Heidenhain'a. Barwik ten daje w obiekcie, o którym mowa, obrazy niewyraźne i często miejscami pozalewane. Zastosowanie wszakże gencjany ułatwiło mi dokładniejsze prześledzenie poszczególnych stadjów, bez możliwości jednak określenia struktury wstęg diafazowych.

Literatura.

1. Persidsky, D. 1931. On the formation of bivalent chromosomes in pollenmothercells by *Polemonium coeruleum* L. Bulletin du Jardin Bot. de Kieff. Livn. XII — XIII.
2. Czernojarov, M. 1927. Nouveaux faits dans la réduction chromatique chez le *Najas major* All. et leurs significations pour les théories chromosomiques de l'hérédité. Bulletin du Jardin Bot. de Kieff. Livn. V — VI.
3. Heitz, E. 1932. Die Herkunft der Chromocentren. Dritter Beitrag zur Kenntnis der Beziehung zwischen Kernstruktur und qualitativer Verschiedenheit der Chromosomen in ihrer Längsrichtung. Planta, Bd. 18 3 Heft.

4. Wilson, E. 1925. The cell in development and heredity.
5. Sharp-Jaretzky. 1931. Einführung in die Zytologie. Berlin.

Rysunki wykonane zostały przy pomocy aparatu rysunkowego Zeissa przy użyciu imersji $\frac{1}{12}$ Reicherta i okularu 15 $\times$. Powiększenia rysunków w granicy od 2300—2400.

Zusammenfassung.

Im J. 1931 berichtete Persidsky über ein neues Schema der Bivalentenbildung in den Pollenmutterzellen von *Polemonium coeruleum*. Nach Persidsky fehlt bei *P. coeruleum* die Konjugation der Chromatinfäden in den Praesynapsisstadien, wie in der Synisesis. Die Doppelstruktur des Pachytenfadens ist eine Folge der Längsspaltung des dicken Spirems. Aus den im Diploten gespaltenen Fäden entsteht—nach Persidsky—ein aus Einzelfäden zusammengesetztes Netz; auf dem Gerüst desselben sammeln sich ordnungslos Haufen von Chromatinsubstanz an, aus welcher durch Längsspaltung die Bivalenten entstehen.

Aus meinen Beobachtungen folgt, dass die Konjugation der Chromatinfäden bereits auf den frühesten Prophasestadien, noch vor der Synisesis, erfolgt. Das nach der Synisesis entstehende Netz ist ebenfalls aus Doppelfäden aufgebaut. Durch Kürzung der Netzfäden kommt dann das typische Strepsiten und die Diakinese zustande. Der weitere Verlauf der Meiosis ist vollkommen typisch.

Die mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin erzielten Bilder sind leider verwischt und sehr unklar und darin liegt anscheinend der Grund für die Fehlinterpretation seitens Persidsky. Gentianaviolettpräparate dagegen enthalten sehr klare Bilder und ermöglichen eine genaue Verfolgung der Meiosis.

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