

O WIELOZARODKOWOŚCI

przez

Dra E. Strasburgera

profesora wszechnicy jeneńskiej.



(Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydziału matem.-przyrod.
Akademii Umiejętności d. 21 Stycznia 1878 r.)

Moje poszukiwania nad zapłodnieniem przekonały mnie, że przyrząd jajonośny roślin jedno- i dwuliścien-nych składa się z trzech komórek. Z tych trzech komórek dwie, zajmujące wierzchołek woreczka zalążkowego, są pośredniczkami w przenoszeniu istoty zapładniającej do trzeciej, głębiej leżącej komórki, która jest rzeczywistym jajem. Dwie powyższe z tego powodu nazwałem komórkami pomocniczymi (*Synergidae*). Niekiedy zamiast dwóch spotykamy w woreczku zalążkowym tylko jedną komórkę pomocniczą, a dotąd znam jedną tylko roślinę, posiadającą stale dwa jaja, jest nią: *Santalum album*. U pewnej zaś rośliny z rodziny *Gesneraceae*, a mianowicie u *Sinningia Lindleyana*, występują niekiedy zamiast jednego dwa jaja.

Jakże jednak pogodzić z temi zdobyczami nauki przypadki wielozarodkowości, w których nie dwa, ale na-

wet więcej zarodków w nasionach występuje? Najłatwiejsze tłumaczenie było naturalnie takie, że w tych przypadkach znajdują się także i liczne jaja! za tém przemawiały dawniejsze wiadomości, a jednakże dokładniejsze poszukiwania przekonały mnie, że we wszystkich tych razach, gdzie następnie w nasieniu znajdują się liczne zarodki, pierwotnie jedno tylko jajo istnieje. Wobec tego najprawdopodobniejszym zdawało się być przypuszczenie, że pierwotne założenie zarodka rozpada się tu w następstwie na kilka zarodków, témbardziej, że podobne zmiany były już znane u roślin iglastych, a nawet utrzymywano, że coś podobnego istnieje w rodzinie gązewnikowatych (*Loranthaceae*). Poszukiwania, przedsięwzięte w tym celu, nie sprawdziły tych przypuszczeń, doprowadziły owszem do tak nieoczekiwanego wypadku, że z pomiędzy licznych zarodków, znajdujących się w nasionach jedno- i dwuliściennych, wszystkie oprócz jednego zawdzięczają swój początek komórkom zalążkowego ośrodka (*Nucleus*), [przynajmniej w przypadkach dotąd bezpośrednio zbadanych]. Wypadek ten był tak niespodziewany, tak nieprzypuszczalny, że pomimo oczywistych dowodów przez długi czas nie mogłem się z nim pogodzić. Przez długi czas szukałem innego rozwiązania rzeczy, aż nareszcie musiałem uleść niezbitęj przewadze dowodów. Pomimo to po ukończeniu mych poszukiwań nad zapłodnieniem czułem potrzebę podjąć na nowo tę tak dziwną kwestyję wielozarodkowości, i tym sposobem jestem właśnie w możności dać o niej niniejszém dalsze wyjaśnienia.

Funkia ovata.

Najlepszym przedmiotem do szybkiego pouczenia się o powstawaniu zarodków przybyszowych jest *Funkia ovata*. Należy wybierać w tym celu zgrubiałe już słupki, dwa lub trzy razy dłuższe od pierwotnej wysokości. W takim razie każdy, szczęśliwie poprowadzony wycinek, może nam dać wyjaśnienie w podjętym zadaniu.

Wspomniałem już w ostatniej mojej pracy nad zapłodnieniem ¹⁾, że w wierzchołku woreczka zalążkowego u *Funkia* znajduje się stale jedno tylko jajo i dwie ²⁾ komórki pomocnicze ³⁾. Zwróciłem tam także uwagę czytelnika na niezgodność, istniejącą między twierdzeniem, zwłaszcza późniejszym, HOFMEISTRA co do licznych według niego „pęcherzyków zalążkowych“ (*Keimbläschen*), a jego własnymi rysunkami. W pracy swjej z r. 1829 nad zachowaniem zarodka u roślin ziarnowych (*Phanerogamae*) utrzymuje HOFMEISTER, że tylko w jednym przypadku i to już w zapłodnionym zalążku znalazł więcej, niż dwa, a mianowicie cztery pęcherzyki zalążkowe. Ponieważ zaś w nasieniu znajdował on zazwyczaj więcej, niż trzy zarodki: więc pomaga sobie przypuszczeniem, że tylko silniejsze zalążki, posiadające znaczniejszą ilość pęcherzyków zalążkowych, rozwijają się dalej, a nieznaczna stosunkowo ich ilość była przyczyną, że ich w młodym stanie nie widział ⁴⁾. Na takim głośnym opiérajac

¹⁾ DR. E. STRASBURGER: *Ueber Befruchtung und Zelltheilung*. Jena, 1877.

²⁾ W jednym przypadku znalazłem wyjątkowo trzy komórki pomocnicze.

³⁾ Porównaj tamże (str. 63) cytowane figury.

⁴⁾ l. c. str. 16.

się przypuszczeniu, utrzymuje HOFMEISTER w późniejszych swych pracach a ostatecznie w nauce o komórce (str. 114), że *Funkia ovata* posiada liczne pęcherzyki zalążkowe. Tymczasem w rysunkach HOFMEISTRA (l. c. Tb. VII) widzimy w wiérzchołku woreczka zalążkowego co najwięcej trzy komórki, a w dodatku wiemy, że z nich tylko jedna jest jajem, kiedy inne są komórkami pomocniczymi.

Zmiany, jakim te trzy komórki przyrzędu jajo-nośnego ulegają, jako téż sam przebieg zapłodnienia, opisałem już i objaśniłem rysunkami w ostatniej méj pracy; nie potrzebuję więc rzeczy tych powtarzać w tém miejscu. Ale ten szczególny przebieg tworzenia się zarodków przybyszowych, ze względu właśnie, że występuje on tu niesłychanie jasno, zamierzam dopełnić w tém miejscu kilkoma pouczającými rysunkami.

Przedewszystkiém muszę wspomnieć, że i teraz widziałem tworzenie się zarodków przybyszowych tylko w takich razach, kiedy jajo woreczka zalążkowego było zapłodnioném. Pomijając już to, że jajo we wszystkich przypadkach było otoczone błoną, wspomnę, że znalazłem w nim kilkakrotnie dwa jądra (fig. 3), a także i dwa jąderka w jądrze zarodka (fig. 1). Widziałem teraz kilka razy, że jajo może się dalej rozwijać, widziałem je podzielone już kilkakrotnie (fig. 4), tak, że przypuszczam możliwość dalszego jego rozwoju nawet aż do utworzenia zupełnego zarodka, chociaż przypadki takie muszą być bardzo rzadkie.

W fig. 1 widać, że tworzenie się zarodków przybyszowych jeszcze się nie rozpoczęło, chociaż komórki ośrodka zalążkowego, otaczające jedną warstwą wiérz-

chołek woreczka zalążkowego, są wypełnione w zupełności plasmatyczną treścią.

Na fig. 2 mamy przedstawiony przypadek, w którym dwie komórki ośrodka zalążkowego są nabrzmięte i kilkakrotnie podzielone, kiedy tymczasem inne otaczające je komórki ośrodka zalążkowego zaczynają być wypierane, jak w tym razie nadspodziewanie wcześniej.

W fig. 3 widać znaczniejszą ilość komórek ośrodka zalążkowego, biorących udział w tworzeniu zarodków przybyszowych. Tutaj podobnie, jak w fig. 1, widać oprócz tego, że jedna z komórek pomocniczych wydzieliła na zewnątrz błonnikową ściankę, jak się to zdarza zresztą podobnie i u śniadka zwistego (*Ornithogalum nutans*).

W fig. 4 mamy stan późniejszy, w którym założenia zarodków przybyszowych znacznie się już naprzód rozwinęły, a otaczające je komórki ośrodka zalążkowego zostały zupełnie wyparte przez rozrastający się woreczek zalążkowy. W przypadku tym, jakem to już poprzednio wspomniał, rozwinęło się też i jajo. W figurze téj odrysowałem także i części powłoczki zalążka, żeby pokazać, w jakim ona pozostaje stosunku do woreczka zalążkowego, i że komórki jój teraz znacznie grubieją.

Na fig. 5 przedstawiłem przy słabszém powiększeniu jeszcze dalszy stan rozwoju. Oprócz starszych zarodków przybyszowych widać tu po lewéj stronie w górze jeszcze i młodsze ich założenia stykające się z powłózką zalążka.

Ta okoliczność, że te zarodki przybyszowe stykają się tu od pierwszej zaraz chwili z powłózką, musiała zwrócić na siebie uwagę HOFMEISTRA. Przy-

puszcza on, że liczne zarodki, powiększając przy rozwoju znacznie swoją objętość i wywierając ciśnienie tak jedno na drugie, jako téż i wszystkie razem na otaczającą je tkankę, wypięrają wkrótce komórki ośrodka zalążkowego.

Northoscordum fragrans.

Niniejszém zamierzam jeszcze dopełnić swoje poprzednio podane spostrzeżenia nad tą rośliną. W ostatniej swój pracy opisałem historję rozwoju woreczka zalążkowego, tworzenie się w nim przyrzędu jajonośnego i komórek pomocniczych; tutaj objaśnię tę rzecz kilkoma rysunkami.

Rysunek fig. 6 przedstawia młody woreczek zalążkowy, opatrzony dwoma jądrami, tkanka ośrodkowa jest przezeń prawie w zupełności wypartą, pozostaje z niej tylko najzewnętrznieszka warstwa. Komórki warstwy zewnętrznej, o ile jeszcze istnieją, znajdują się już w stanie mniej lub więcej posuniętego rozkładu. Oprócz tego widać tu jeszcze, że komórki ośrodka zalążkowego, leżące po nad wierzchołkiem woreczka zalążkowego, zaczynają się dzielić.

Podobnie ma się rzecz i w fig. 7, gdzie wypięranie komórek warstwy wewnętrznej ośrodka zalążkowego postąpiło jeszcze dalej.

Figura 8 różni się od poprzedniej tém tylko, że jądra leżące w wierzchołku i podstawie woreczka zalążkowego zdwoiły się.

Wyparcie tkanki ośrodkowej zalążka nie jest jeszcze tak znaczne w fig. 10, pomimo to widzimy już w obu biegunach woreczka zalążkowego po cztery jądra.

W fig. 11 rozwój przyrządu jajonośnego jeszcze dalej postąpił i przyrząd ten jest już zupełnie rozwinięty, a pomimo to widać na wierzchołku woreczka zalążkowego warstwy komórek ośrodka zalążkowego bardzo mało zmienione. Mamy więc tu oczywisty dowód, że rozwój przyrządu jajonośnego i wypieranie przezeń komórek tkanki ośrodkowej są przebiegami jeden od drugiego niezależnymi.

Jednakże wewnętrzna warstwa tkanki ośrodkowej zostaje ostatecznie, jak sędzę we wszystkich przypadkach, pochłonięta a tkanka otaczająca woreczek zalążkowy rozwija się z najzewewnętrzniejszej warstwy komórek ośrodka. Wytwarzanie się tej ostatniej może rozpocząć się pierwój lub późnij: dla tego téż znajdujemy ją raz zupełnie rozwinięta, choć okala zaledwie powstający woreczek zalążkowy (fig. 12); kiedy innym razem ten ostatni jest zupełnie wykształcony, a ona zaledwie zaznaczoną (fig. 13, 14). Rozwój téż tej tkanki jest nawet niezależny od istnienia przyrządu jajonośnego, bo widziałem przypadki, w których ten ostatni był w zaniku, (mianowicie komórki podstawowe woreczka [*Gegenfüßlerinnen*]), a pomimo to tkanka ta była rozwinięta (fig. 9). Być nawet może, że w tym razie przyspieszony rozwój tej tkanki powstrzymał dalsze zmiany woreczka zalążkowego. Takie zbyteczne krzewienie się tkanki ośrodkowej zdarza się tu nierzadko, a jeżeli jednocześnie cały załazek znacznie powiększy swoje rozmiary, to światło woreczka zalążkowego może przejść w skutek tego prawie w zupełny zanik (fig. 16, 17). Naturalnie, że i w takich razach nie może być nawet mowy o rozwoju woreczka zalążkowego i jego podstawowych komórek.

O ile moje doświadczenie sięga w tym względzie, za typowe wypadki w rozwoju téj warstwy ośrodkowej takie uważać można, w których dno występuje w wierzchołku woreczka załączkowego jako pojedynczy lub podwójny pierścień komórek. Pierścień ten jest utworzony zazwyczaj z komórek, które otaczają już to bezpośrednio, już też tu i owdzie w odstępie jednokomórkowym najwięcej ku górze położoną komórkę ośrodka. Komórka ta, zdwojona przez poprzeczną, do powierzchni styczną ściankę, jest widoczną w figurach 6, 7, 8 i 10. W dalszém wytworzeniu warstwy biorą jednak udział tylko komórki wewnętrzne przez dzielenie się, w skutek którego muszą się wciskać pomiędzy ścianę woreczka załączkowego i jądra. Przebieg ten przedstawia się bardzo pięknie na figurze 14: pierwsza komórka warstwy po lewej stronie właśnie znajduje się w czynności dzielenia się. Jednakże to wrastanie komórek i warstwy tak głęboko może zachodzić, że jej dolny koniec może się zetknąć z tkanką wewnętrznych komórek ośrodkowych, które nie zostały jeszcze zupełnie pochłonięte. Na pierwszy rzut oka wywołują to wrażenie, jak gdyby właśnie komórki warstwy powstawały z komórek ośrodkowych wewnętrznych; ale historyja rozwoju wykazuje coś wprost przeciwnego.

Dolna komórka warstwy zazwyczaj się zdwaja, jak to widać w fig. 7 albo 10 na lewo, i wówczas pierścieniowata warstwa na przecięciach podłużnych jaja okazuje się być trójkomórkową. Warstwa ta albo pozostaje tymczasem w tym stopniu rozwojū, albo też zaczyna się zaraz dzielić mniej lub więcej regularnie

w całej swój rozciągłości, albo wreszcie rozwija się przeważnie tylko jednostronnie (fig. 13 i 18) ¹⁾.

Do tego, co w poprzedniej pracy powiedziałem o dalszym rozwoju warstwy, następującym po zapłodnieniu jaja, nie mam nic do dodania; ale za to nad późniejszym zachowywaniem się jaja zrobiłem nowe spostrzeżenia, o których kilka słów teraz powiem.

Oprócz błonnikowej ścianki, na której stałe wytwarzanie się, dawniej już zwróciłem uwagę, dostrzegłem teraz wielokrotnie w zapłodnioném jaju dwa jądra (fig. 18 i 19), jako téż przypadki, w których jajo rozwijało się dalej w ślad z zarodkami przybyszowými (fig. 20). Taki przypadek odrysowałem w poprzedniej méj pracy nad zapłodnieniem ²⁾. Że jednak jajo zazwyczaj dalej się nie rozwija, to stwierdzają i nowsze moje spostrzeżenia.

Pomarańcza.

Pierwsze wzmianki o wielozarodkowości pomarańcz opiérają się aż o LEUWENHOECKA ³⁾ i odtąd często były téż powtarzane ⁴⁾. Pierwszy opis samego zapłodnienia został podany przez CRÜGERA ⁵⁾, który z faktu

¹⁾ TULASNE, który utrzymywał, że w woreczkach załączkowych *Nothoscordum fragrans* znajduje się pięć pęcherzyków załączkowych; przyszedł do tego poglądu zapewne w ten sposób, że wziął właśnie te komórki ośrodkowej warstwy za pęcherzyki załączkowe. Porównaj *Annales des sciences naturelles, Botanique*. 4 Série. Paris 1856. Tm. IV. p. 99.

²⁾ l. c. Tb. VII. f. 44.

³⁾ *Epist. phys. super compluribus naturae arcanis* 1719. p. 229.

⁴⁾ A. BRAUN: *Polyembryonie*. p. 160.

⁵⁾ *Botanische Zeitung* 1851. k. 57.

istnienia wielu zarodków wyciągał wnioski, w celu obalenia ówczesnej teorii SCHLEIDENA, według której zarodek powstawał z końca łagiewki, a to mianowicie dla tego, że widział zapewne tylko jedną łagiewkę, stykającą się z woreczkiem zalążkowym. Następnie starał się SCHACHT ¹⁾ zarzut ten obalić, utrzymując, że tu wewnątrz łagiewki tworzą się liczne komórki, które, przebiwszy ściankę woreczka zalążkowego, po pochłonięciu łagiewki rozwijają się dalej, jako założenia zarodków już wewnątrz woreczka zalążkowego. Kiedy następnie SCHACHT opuścił chorągiew Schleidenowskiej teorii, tłumaczył on tę rzecz inaczej, a mianowicie w ten sposób, że w łagiewce znajdują się szczególne ciała zapładniające, które też ją wypełniają początkowo, a następnie rozpościerają się na powierzchni woreczka zalążkowego, żeby zapłodnić i odleglejsze pęcherzyki zalążkowe ²⁾. HOFMEISTER znów utrzymywał ³⁾, że komórki, które SCHACHT uważał za powstające w łagiewce, rzeczywiście są częścią tej tkanki ośrodkowej, przez którą łagiewka toruje sobie drogę. Podaje on dalej, że, zanim jeszcze łagiewka zetknie się z woreczkiem zalążkowym, wiérzchołek tego ostatniego wypełniony jest mazią delikatnościennych komórek, które są właśnie pęcherzykami zalążkowymi ⁴⁾. Twierdzenie to HOFMEISTRA podałem już

¹⁾ *Flora* 1855. p. 151.

²⁾ *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* PRINGS-HEIMA 1858. Tm. 1. p. 213.

³⁾ HOFMEISTER: l. c. p. 95.

⁴⁾ CRÜGER utrzymuje, że w podobnej chwili rozwoju widział tylko jądra (porównaj l. c. k. 73), SCHACHT zaś twierdzi, że oprócz końca woreczka zalążkowego, zwróconego do osadki zalążka (*chalaza*), gdzie znajduje się

w wątpliwość w ostatniej méj pracy nad zapłodnieniem¹⁾; a teraz mogę dodać, że u gatunków rodzaju *Citrus* podobnie, jak prawie u wszystkich innych roślin, w wierzchołku woreczka zalążkowego w chwili zapłodnienia znajdują się trzy komórki, to jest: jajo i dwie komórki pomocnicze. U pomarańcz zapłodnienie następuje dopiero w cztery tygodnie po zapyleniu, jak na to już kilkakrotnie zwracano uwagę²⁾. Po zeknięciu się łagiewki z woreczkiem zalążkowym znikają komórki pomocnicze, a jajo wydziela na zewnątrz tęgą ściankę błonnikową. Następnie łagiewka, o ile leży w jądrze, zostaje zgniecioną i wkrótce zupełnie wssaną. Komórki zaś tak te, które ją otaczają, jak i te, które zastępują jój miejsce, wypełniają się plasmą silnie światło łamiącą i względnie wielkimi ziarnkami skrobi. W miarę zaś tego, jak zajmują miejsce przebiegu łagiewki, stają się większemi i mogą nawet wysunąć się na zewnątrz wierzchołka jądra zalążka w postaci małego macka (fig. 22). Przypadek taki jest jednak tylko wyjątkiem, bo zazwyczaj nie rozciągają się one tak wysoko w górę. W takim razie w wierzchołku tym widném jest małe lejkowate zagłębienie, odpowiadające szerokości wdrażającej tu łagiewki, której ścianka w tém miejscu może być nawet zachowaną. Podobny macek wdraża także od dołu w tkankę ośrodka zalążkowego (fig. 24, 25). Droga, przez którą w tkance ośrodka przebiegała ła-

kilka komórek, nie ma w nim nic, coby można było uważać za pęcherzyki zalążkowe.

¹⁾ l. c. p. 67.

²⁾ CRÜGER, HOFMEISTER, SCHACHT.

giewka, długo daje się poznać po tych małych, pełnych zawartości komórkach. Zaś pomiędzy powłóczkami pozostaje widoczną przez długi czas ścianka pustej łagiewki, wyraźnie jeszcze pokazując rozcięcie, jakiemu uległa łagiewka, przebiegając przez to miejsce (fig. 22).

W krajach mających większą ciepłotę jajo po zapłodnieniu rozwija się dalej bez żadnej przerwy; kiedy tymczasem u nas następuje przez zimę stan zastoju, podczas którego w górnej części woreczka zalążkowego widać prawie bez wyjątku jedną tylko komórkę, otoczoną błonnikową ścianką.

Na Maderze, gdzie mandarynki kwitną w Kwietniu, widział SCHACHT¹⁾ już w Czerwcu powyżej opisywany stan rozwoju, a nawet niekiedy jajo było już podzielone jedną poziomą ścianką.

W późniejszej swojej pracy uważa téż SCHACHT bardzo słusznie tę komórkę, którą widział w przednim końcu woreczka zalążkowego, za zapłodniony „pęcherzyk zalążkowy“ i dodaje „*unbefruchtete, d. h. membranlose Keimkörper finde ich aber auch um diese Zeit weder in der Spitze noch an den Seiten des Embryosackes*“.

Wkrótce potem w początkach Czerwca ukazują się u mandarynek podług SCHACHTA na bokach woreczka zalążkowego, ale zazwyczaj tylko w górnej jego połowie komórki zupełnie podobne do zapłodnionego „pęcherzyka zalążkowego“, albo téż z niej powstałe ciała wielokomórkowe, i można się z łatwością przekonać, że wszystkie założenia zarodków są w młodo-

¹⁾ *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik* PRINGS-HEIMA 1858. Tm. I. p. 211.

ści swój przytwierdzone do błony woreczka zalążkowego ¹⁾. SCHACHTOWI wydaje się być prawdopodobniejszém, że te pęcherzyki zalążkowe istnieją już przed zapłodnieniem; jednakże pozostaje to według niego zawsze jeszcze wątpliwą rzeczą, czy powstawanie ich w pewnych oznaczonych miejscach nie było wywołaném przez te ciała zapładniające, które, wychodząc z łagiewki, rozprószyły się po górnej powierzchni woreczka zalążkowego ²⁾.

W poprzedniej méj pracy o zapłodnieniu, opierając się na podobieństwie, pozwoliłem sobie przypuścić ³⁾, że i u gatunków cytryn założenia zarodków, występujące oprócz zapłodnionego jaja, powstają z tkanki ośrodkowej. Postaram się teraz dowieść tego przypuszczenia.

Poszukując pomarańcze, u nas z początkiem nowego czasu rostowego, a w południowych okolicach po zapłodnieniu jaja, widać, że to ostatnie dzieli się raz lub kilka razy (fig. 24), i że wkrótce potem następują szczególne zmiany w woreczku zalążkowym. Niektóre z komórek ośrodka, które otaczają ścienczony wiérzchołek woreczka zalążkowego, lub téż często niektóre z tych, które stykają się z nim w górnej jego części, zaczynają się wyróżniać od innych sąsiednich wielkością i zawartością. Komórki te mogą się albo bezpośrednio stykać ze ścianką woreczka zalążkowego, jak to widać w figurach 23, 29 (na lewo), 32 (na lewo); albo téż są od niego oddzielone przez

¹⁾ l. c. p. 212.

²⁾ l. c. p. 215.

³⁾ l. c. p. 67.

kilka innych komórek, jak to znów widać na figurach 24, 26, 32 i 33. Komórki te. początkowo z pewnością niczém się nieróżniące od sąsiednich sobie, zaczynają się zaokrąglać (fig. 25, 32, 33), wypełniają się ziarnistą istotą i odbijają tém bardziej od otaczających je komórek; ponieważ mniej więcej zgniatają je w miarę tego, jak się stają powoli większemi. Taka komórka dzieli się najprzód na dwie połowy (fig. 25 na lewo), a następnie téż i dalej we wszystkich kierunkach przestrzeni, zamieniając się tym sposobem w ciało, złożone z wielu komórek. Naturalnie, że w miarę dalszego rozwoju zarodków, stają się one coraz większe, zgniatając jednocześnie otaczające je komórki, przede-wszystkiém te, które je oddzielają od woreczka załążkowego (fig. 26). Ściany wypartych komórek barwią się na żółto lub żółto-brunatno, wyróżniając się tém samém bardzo wyraźnie od sąsiednich. Wkrótce téż wzrastający zarodek sięga ścianki woreczka załążkowego i zagłębia się w jego jamę (fig 27, 30). Ścianka woreczka, o ile się zdaje, nie zostaje przytém ani przebita, ani pochłonięta, ale, rosnąc z początku z założeniem zarodka, otaczając go wszędzie bezpośrednio, nie daje się już wreszcie odróżniać, jako osobna błona.

Zwróciło to już uwagę SCHACHTA, że, oddzielając woreczek załążkowy z wnętrza załążka, założenia załążka pozostają przyrośnięte do tkanki ośrodkowej załążka. Pomimo to w tak oddzielnym woreczku widział SCHACHT jeden tylko otwór i przypisywał to zjawisko, cytujemy tu własne jego słowa: „*der grossen Dehnbarkeit der Haut des Keimsackes*“. W zachowaniu się zaś założeń zarodkowych widzi on tylko jeden dowód

więcej, że jak wszystkie zarodki tak i one wierzchołkiem swym wystają po nad ściankę woreczka załączkowego.

Nie wszystkie zarodki przybyszowe zostają założone w tym samym czasie; owszem mogą one powstawać jedne po drugich w znacznych odstępach czasu, tak, że obok stanów rozwoju bardzo już naprzód posuniętych spotykają się także inne bardzo jeszcze młode (fig. 29, 31). Niekiedy założenia ich skupiają się w znacznej ilości w górnej połowie woreczka załączkowego, który wówczas przypomina opis Hofmeistera o mazi komórek, mającej się tu znajdować przed zapłodnieniem. Skupień takich nie spotykałem nigdy z boków woreczka, a w dolnej jego części nie zdarzyło mi się widzieć jakichkolwiek nawet założeń.

W miarę, jak założenia zarodków rozwijają się, widziałem, że komórki ośrodkowe, zajmujące miejsce łagiewki, zaczynają tracić zawartość. To znikanie zawartości postępuje z góry na dół (fig. 29, 35), i wreszcie z tych komórek tylko nieliczne dolne, graniczące z woreczkiem załączkowym, wyróżniają się od innych silnie łamiącą światło zawartością, a zazwyczaj też i ściankami na żółto zabarwionymi.

Tymczasem rozwinął się już i zarodek powstały z zapłodnionego jaja. W rzadszych przypadkach jest on jedynym, jaki się znajduje w woreczku załączkowym (jeden z takich przypadków odrysowałem na fig. 28). Równie wyjątkowe są te zdarzenia, w których jajo zanika, a rozwijają się tylko zarodki przybyszowe (fig. 26). Zazwyczaj w woreczku załączkowym znajdujemy zarodek, powstały z zapłodnionego jaja i zarodki przybyszowe.

Zdarzyło mi się téż raz spotkać zarodek przybyszowy w jednej z naszych pomarańcz jeszcze przed stanem jój zimowego spoczynku, a zatém w tym samym roku, w którym powstała. Przypadek ten przedstawiłem na fig. 23; jest on jeszcze i z tego względu szczególny, że komórka, która dała byt założeniu zarodka przybyszowego, nie oddzieliła się od innych sąsiednich jój, ale owszem pozostała w pierwotnym z niemi stosunku, wskutek czego powstały z niój wyrostek łączył się z tkanką zupełnie podobnie, jak to zwykle ma miejsce u *Nothoscordum fragrans*.

Ta okoliczność, że u pomarańczy zarodki przybyszowe powstają z pojedynczych komórek, które zaraz oddzielają się od otaczającej je tkanki, jest przyczyną, że wkrótce trudno je już odróżnić od zarodka, powstałego z zapłodnionego jaja. (Porównaj fig. 30, lub 27 z fig. 29, 34, lub 35).

Zalążki pomarańczy przechodzą w stan zimowego spoczynku, mając mniej więcej 1 milimetr wielkości. Kiedy w następnym roku doszły one wielkości 3 milimetrów, wówczas zaczynają w nich powstawać i zarodki przybyszowe. Figura 36 przedstawia przy słabém powiększeniu przecięcie podłużne zalążka wysokiego na 5 milimetrów. Zarodki przybyszowe, które już mają założenia liścieni (porównaj fig. 37) znalazłem w nasionach, mających już do 8 milimetrów wysokości.

Wytwarzanie bielma (*Endosperm*) rozpoczyna się przez wolne powstawanie komórek w woreczku zalążkowym w chwili, odpowiadającej figurom 29, lub 34, a następnie komórki te rozmnażają się przez dzielenie. W takim stanie, jaki przedstawia figura 37,

znajdowałem woreczek zalążkowy już w zupełności wypełniony bielmem. W tym samym téż czasie zostaje wypartą prawie cała tkanka ośrodkowa, otaczająca woreczek zalążkowy, mianowicie w jego górnej części.

Tam, gdzie założenia są bardzo liczne, wkrótce téż zaczynają sobie przeszkadzać w wzajemnym rozwoju. Niekiedy jedno wypiera wszystkie inne, a nawet i bielmo, wypełniając ostatecznie wyłącznie sobą cały woreczek zalążkowy, kiedy innym razem dają się spotykać dwa, lub więcej nawet zarodków doskonale wykształconych, albo téż jeden lub więcej zupełnie rozwiniętych obok innych mniej lub więcej pozostałych w zaniku.

Zdaje się, że u pomarańczy do dalszego rozwoju zalążka jeszcze przed jego zapłodnieniem, potrzebny jest wpływ zetknięcia się jego z łagiewką; a ponieważ zarodki przybyszowe powstają tu dopiero w dalszych chwilach rozwoju nasienia, więc tworzenie się ich, choć pośrednią drogą, jest tu zależnym od zapłodnienia.

Mangifera indica L.

Jedna z roślin, która według SCHACHTA także do wielozarodkowych należy, jest *Mangifera indica*¹⁾. Wypadek zrządził, że miałem materyjał z niej do poszukiwań. W zbiorach jeneńskiego muzeum znalazłem słoik, z czasów jeszcze SCHLEIDENA, zawierający różnej wielkości owoce téj rośliny, zachowane w alkoholu. Jak napis słoika objaśniał, pochodziły te owoce z Kolumbii, gdzie zostały zebrane przez H. KARSTENA.

¹⁾ SCHACHT: *Madeira und Tenerife* 1859. p. 83 i *Anatomie und Physiologie*. Bd. II. 1859. p. 395.

Sposób przechowania tego materiału nie był wyborny, a przytém materiał nie był wystarczający, pomimo to pozwalał na przedwstępne przynajmniej poszukiwania. Podobieństwo niektórych stanów rozwoju, jakie tu znalazłem, z podobnemi u pomarańczy było tak wielkie, że ztąd można téż było i wnosić o podobnym sposobie rozwoju. Podobieństwo to jest najbardziej uderzające w tych razach (jak na fig. 40), gdzie pojedyncze zarodki przybyszowe zdają się być założonemi oddzielnie; mniej w takich gdzie się one różniczkują, z mniej lub więcej spojonych nabrzmień (jak na figurach 39 i 40).

W jedném na wpół dojrzałym nasieniu znalazłem znaczną ilość zarodków przybyszowych, ułożonych w jeden szereg i zachodzących jeden na drugi; rozmiary ich były różne, większość posiadała już założone liścienie.

Przekrój młodego zalążka z *Mangifera indica* daje nam fig. 38, przedstawiająca przecięcie podłużne, 10 razy powiększone; figura 41 jest odrysowana przy takimże powiększeniu i przedstawia na wpół dojrzałe nasienie.

Tkanka ośrodkowa, otaczająca woreczek zalążkowy, ma tu skłonność, nie mówiąc już nie o zarodkach przybyszowych, do rozwoju odśrodkowego i mniej lub więcej lekko zachodzącego wypierania woreczka (fig. 40), co zachodzi niekiedy tak daleko, że woreczek zostaje wyparty i ograniczony jedynie do przestrzeni, zajętej przez zarodki przybyszowe (fig. 39). Naturalnie, że ta tkanka ośrodkowa zostaje swoją drogą ostatecznie znów wypartą przez dalszy rozwój zarodków.

Jeszcze jeden szczegół w budowie zalążków zasługuje na uwagę. Od szewka (*raphe*) rozchodzą się tu boczne rozgałęzienia, składające się z naczyń, wchodzące do pojedynczej powłoczki i dające się widzieć nawet tuż pod okienkiem (*mikropyle*). [Porównaj figury 38 i 42; w tej ostatniej widać po prawej stronie od góry całą masę połączonych z sobą rozgałęzień, złożonych z naczyń].

W dojrzałych nasionach u *Mangifera indica* znajdował SCHACHT ¹⁾ zazwyczaj kilka (do czterech) zarodków, u innego gatunku *Mangifery* pokrewnego temu tylko jeden. Zdaje się więc, że pomiędzy różnymi gatunkami tego rodzaju zachodzą podobne stosunki, jak między *Nothoscordum fragrans* i *N. strictum*: bo u tego ostatniego znajdowałem także stale tylko jeden zarodek, powstały z zapłodnionego jaja.

Rozwój zarodków przybyszowych w niezapyłonych słupkach.

W mojej rozprawie nad zapłodnieniem zwróciłem już uwagę czytelnika na tę okoliczność, że u *Funkia ovata* i *Nothoscordum fragrans* pomimo tworzenia się zarodków przybyszowych i zapłodnienie jaja ma miejsce. Już wówczas zastanawiałem się nad tém pytaniem: czy u tych roślin zarodki przybyszowe nie mogą powstawać także bez zapylenia i zapłodnienia zalążka. Możliwość takiego rozwoju była nawet prawdopodobna, zwłaszcza opierając się na doświadczeniu, zebraném przy badaniu *Caelebo gyne*, u której rzeczy-

¹⁾ SCHACHT, l. c. p. 83 i 395.

wiecie spotykamy zjawisko wielozarodkowości z pomi-
nięciem zapłodnienia.

Należało więc tę rzecz rozstrzygnąć doświadczal-
nie na *Nothoscordum fragrans*. Z początku sądziłem,
że będę zmuszony odłożyć tę sprawę do przyszłego
lata; tymczasem przypadek zrządził, że już w Listopa-
dzie otrzymałem z ogrodu botanicznego berlińskiego
baldaszek z pączkami kwiatowými téj rośliny. Nie ma-
jąc wielkiej nadziei powodzenia, rozpocząłem jednak
doświadczenie. Odciąłem pod wodą koniec łodyżki
kwiatostanu, utwierdziłem go potém w piasku, znaj-
dującym się na jój dnie, okryłem to wszystko dzwo-
nem i postawiłem w bliskości na południe wystawio-
nego okna méj pracowni. Było to 13 Listopada. W na-
stępnych dniach wyciąłem pręciki w dwóch pączkach
kwiatowych, których okrywa zaczynała się barwić na
biało. Udało mi się to zrobić za pomocą długich i za-
ostrzonych szczypczyków, bez naruszenia innych czę-
ści kwiatowych. Każden z sześciu pręcików badałem
kolejno pod mikroskopem i przekonałem się, że były
jeszcze zupełnie zamknięte. Pylek ich był nawet nie-
wykształcony, jak się o tém można było przekonać,
rozniatając ich pylniki. Potém odciąłem nożyczkami
wszystkie inne pączki kwiatowe całego baldaszka.
W kilka dni dwa pozostałe, rozwinęły się i przedsta-
wiały, pomijając naturalnie brak uszczkniętych pręc-
ków, zupełnie zwykły pokrój. Kwiaty te wydawały
przyjemny zapach, blizny ich dojrzały wkrótce i wy-
dzielały maleńkie kropelki. Jak to zwykle bywa w nie-
zapyłonych kwiatach, blizny tych dwóch pozostały
świeże aż do 1 Grudnia, wydzielając bezustannie kro-
pelki. Tak długo téż i same kwiaty były prawie

zupełnie niezmienione. Odtąd jednak zaczęły więdnąć okrywy, następnie i blizny, a z wielką moją radością spostrzegłem téż, że słupki ich zaczynają pęcznieć. Jeden z nich rozwijał się prędziej od drugiego i 20 Grudnia miał już jeden decymetr długości. Do połowy Grudnia ós kwiatostanu była jeszcze świeża, od téj daty jednak zaczęła bardzo szybko ku górze więdnąć. Skłoniło mnie to do umieszczenia 20 Grudnia całego kwiatostanu w spirytusie. Znana więc żywotność czosnków pozwoliła mi utrzymać przy życiu kwiatostan przez pięć przeszło tygodni.

Rozpocząłem zaraz dalsze poszukiwania. Otworzywszy większy słupek i przekonawszy się, że zalążki są bardzo małe, tak, że nie wypełniają jego jamy, byłem bardzo rozczarowany. Ale przecięcia zalążków, pochodzących tak z większego, jak i z mniejszego słupka, wykazały, że warstwy tkanek, które wytwarzają zarodki przybyszowe, były już rozwinięte. W największych zalążkach większego słupka widać było zaczynające się wyróżnianie pojedynczych zarodków. Naturalnie, że we wszystkich przypadkach nie było już widać ani śladu jaja. Rzecz godna uwagi, że rozwój woreczka zalążkowego pozostawał zawsze nieco w tyle, co właśnie powodowało małe stosunkowo rozmiary na ten stopień rozwoju zalążków. Niekiedy woreczek zalążkowy był do tego stopnia wyparty przez tkankę ośrodkową, że ta ostatnia dotykała prawie ze wszech stron założeń zarodków. Komórki téj tkanki były względnie do zwykłego rozwoju uboższe w zawartość, ale były w nią bogatsze w stosunku do wszystkich sąsiednich komórek zalążka, których pozabawiły prawie w zupełności plasmy. Tym sposobem,

nawet przy tak trudnych warunkach podjęte doświadczenie, wykazało możliwość rozwoju warstwy tkanki przybyszowej ośrodka, bez poprzedniego zapłodnienia. Nie wątpię zatem, że podjąwszy w nadchodzącym lecie na nowo jeszcze te doświadczenia, znajdę w niezapłodnionych zalążkach zarodki przybyszowe, zupełnie już dojrzałe.

Czy wielozarodkowość w świecie roślinnym we wszystkich przypadkach polega na nowotworach ośrodkowej tkanki, tego i dziś z pewnością twierdzić nie mogę. Oprócz roślin, któreśmy w tej pracy omawiali, mogę tylko twierdzić, że się tak ma rzecz z wszelką pewnością u *Caelebogyne*; co do innych zaś przypadków, to te muszę dalej jeszcze poszukiwać. Mianowicie wypadnie się tém zająć u storczyka szerokolistnego (*Orchis latifolia*), który podobno często ma posiadać dwa zarodki; chociaż tu bardzo łatwo może być tylko także samo zdwojenie jaja, jakie istnieje u *Sinningia Lindleyana*, i u szaroty alpejskiej (*Antennaria alpina*), która według najnowszych badań KÖRNERA ma okazywać zjawisko dziewirodztwa. Jak tylko mi się uda poszukiwania te doprowadzić do końca, nieomieszkać też zaraz ich ogłosić.

Objaśnienie rysunków.

(Tablice II, III, IV i V).

Fig. 1—5. *Funkia ovata*.

- Fig. 1. Wierzcholek woreczka zalążkowego i ośrodka przed powstaniem zarodków przybyszowych (Powiększenie 240 razy).
- Fig. 2 i 3. Młode założenia zarodków przybyszowych. W fig. 3 dwa jądra w jajach (240).
- Fig. 4. Starsze założenia zarodków przybyszowych; w tym razie i dalszy rozwój jaja (240).

Fig. 5. Jeszcze starsze zarodki przybyszowe obok bardzo młodych ich założeń (100).

Fig. 6—20. *Nothoscordum fragrans* (Powięk. 240 razy).

Fig. 6 i 7. Młode woreczki zalążkowe, każdy z dwoma jądrami.

Fig. 8. Dwa razy po dwa jądra w woreczku.

Fig. 9. Przyrząd jajonośny i komórki podstawowe zanikłe, za to warstwa ośrodkowa silnie rozwinięta.

Fig. 10. Początek rozwoju przyrządu jajonośnego i komórek podstawowych.

Fig. 11. Wewnętrzna warstwa ośrodkowa zachowana, pomimo zupełnego wykształcenia przyrządu jajonośnego.

Fig. 12. Warstwa ośrodkowa bardzo wczesnie założona.

Fig. 13. Warstwa ośrodkowa jednostronnie rozwinięta.

Fig. 14. W tkance warstwy ośrodkowej jedna komórka na lewo podzielona.

Fig. 15. Warstwa ośrodkowa zupełnie rozwinięta.

Fig. 16 i 17. Przypadki silnego krzewienia się tkanki ośrodkowej.

Fig. 18. Jednostronny rozwój warstwy ośrodkowej, dwa jądra w zapłodnioném jaju.

Fig. 19. Jajo w podobnym stanie. Warstwa ośrodkowa niezwykle rozcieńczona.

Fig. 20. Warstwa ośrodkowa dalej rozwinięta. Jajo dwukrotnie podzielone.

Fig. 21—37. *Citrus Aurantium*.

Fig. 21. Przecięcie podłużne zalążka w czasie zimowego spoczynku (Pow. 20 razy).

Fig. 22. Górna część tego samego zalążka (240).

Fig. 23. Wyjątkowo wczesny rozwój warstwy ośrodkowej, krzewiącej się we wnętrzu woreczka zalążkowego. Wyrostek krzewienia się nieco różny w swym rozwoju od następnych. Z zalążka przed zimowym jego spoczynkiem (240).

Fig. 24. Pierwszy podział jaja z początkiem nowego periodyu wzrostowego (240).

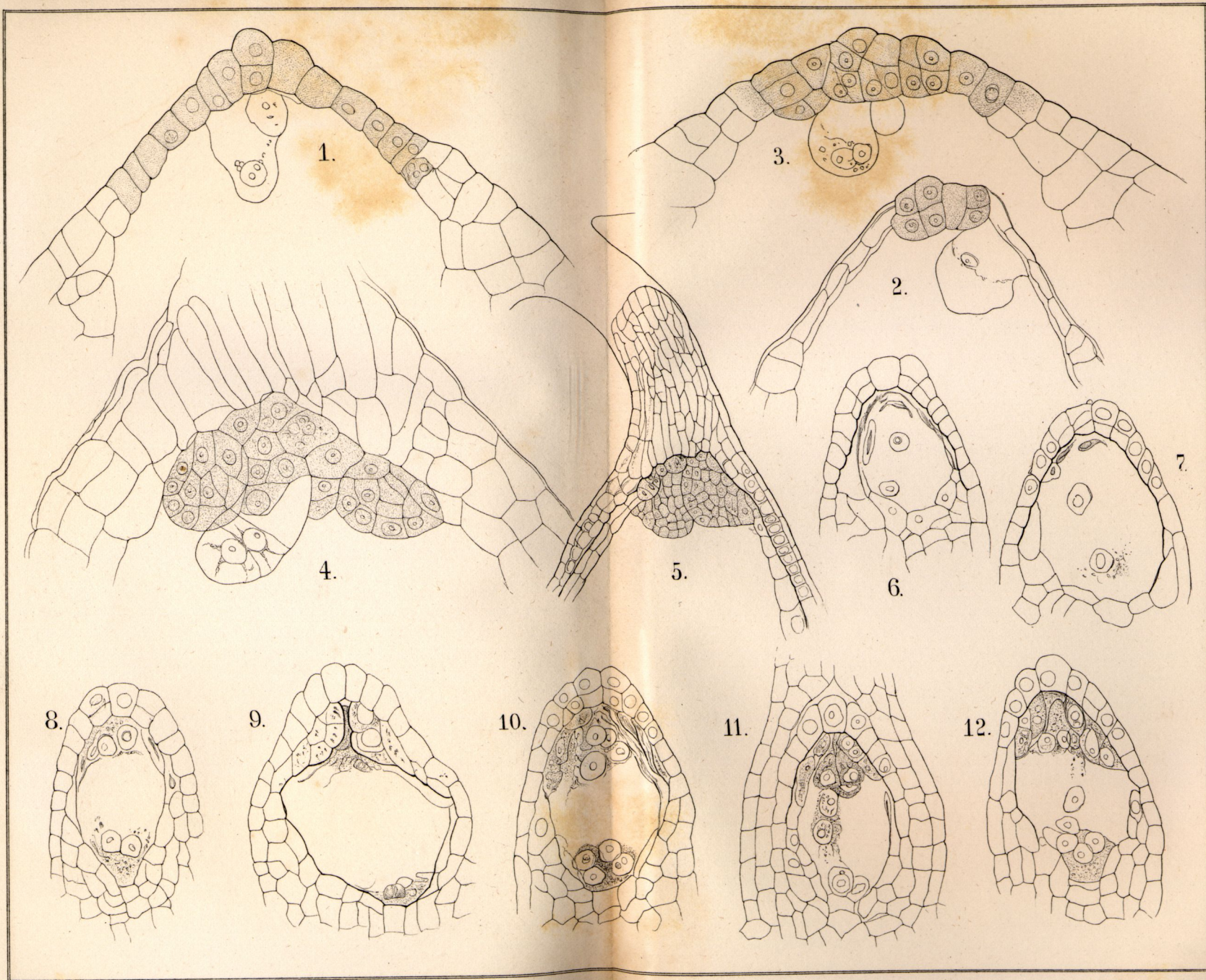
Fig. 25. Dalszy stan rozwoju. Z dwóch stron wierzchołka woreczka zalążkowego w tkance ośrodkowej wyró-

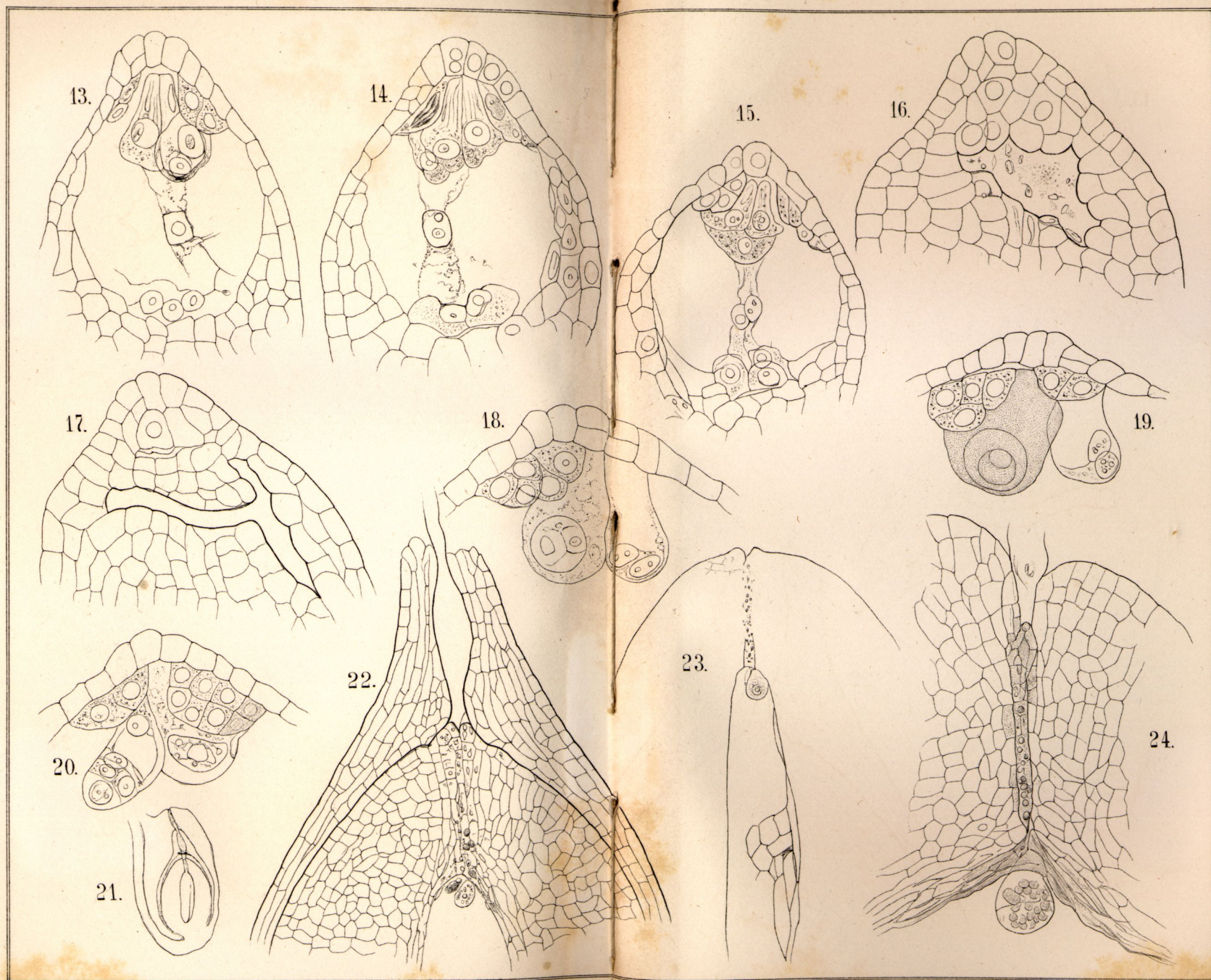
zniają się 2 komórki, z których jedna (z prawej strony) już się raz podzieliła.

- Fig. 26. Jedna z komórek tkanki ośrodkowej głębiej na lewo od woreczka zalążkowego wyróżniła się i podzieliła się na dwie. Założenie jaja pozostało w tym razie w zaniku (240).
- Fig. 27. Kilkokomórkowe założenie zarodka w wiérzchołku woreczka zalążkowego, a z boku tego ostatniego dość rozwinięty zarodek przybyszowy (240).
- Fig. 28. Założenie zarodka. W tym razie zarodki przybyszowe nie rozwinięły się (240).
- Fig. 29. Młody kielek i zarodki przybyszowe w wiérzchołku woreczka zalążkowego. Z pomiędzy tych ostatnich na lewo jeden jednokomórkowy, a inny dwukomórkowy mocno zagłębiony do wnętrza woreczka (240).
- Fig. 30. Zarodek przybyszowy, założony z boku woreczka zalążkowego (240).
- Fig. 31. Wiérzchołek woreczka zalążkowego z licznymi założeniami zarodków przybyszowych (240).
- Fig. 32 i 33. Jednokomórkowe założenia zarodków przybyszowych na bokach woreczka zalążkowego, względnie dość daleko od jego wiérzchołka (240).
- Fig. 34. Znacznie już rozwinięty zarodek (240).
- Fig. 35. Kielek i zarodek przybyszowy (240).
- Fig. 36. Górna część woreczka zalążkowego z licznymi zarodkami przybyszowemi (20).
- Fig. 37. Górna część woreczka zalążkowego z zarodkami, z których jeden ma już założenie obydwóch liścieni (20).

Fig. 38—42. *Mangifera indica*.

- Fig. 38. Przecięcie podłużne zalążka (10).
- Fig. 39. Boczne założenia zarodków przybyszowych (100).
- Fig. 40 i 41. Dalszy rozwój zarodków przybyszowych. W fig. 41 założenia te zajmują wiérzchołek woreczka, w fig. 40 zaś są rozmieszczone na różnej jego wysokości (100).
- Fig. 42. Prawie dojrzałe nasienie z licznymi różnej wielkości zarodkami przybyszowemi, mającemi już po większej części założenia liścieni (10).





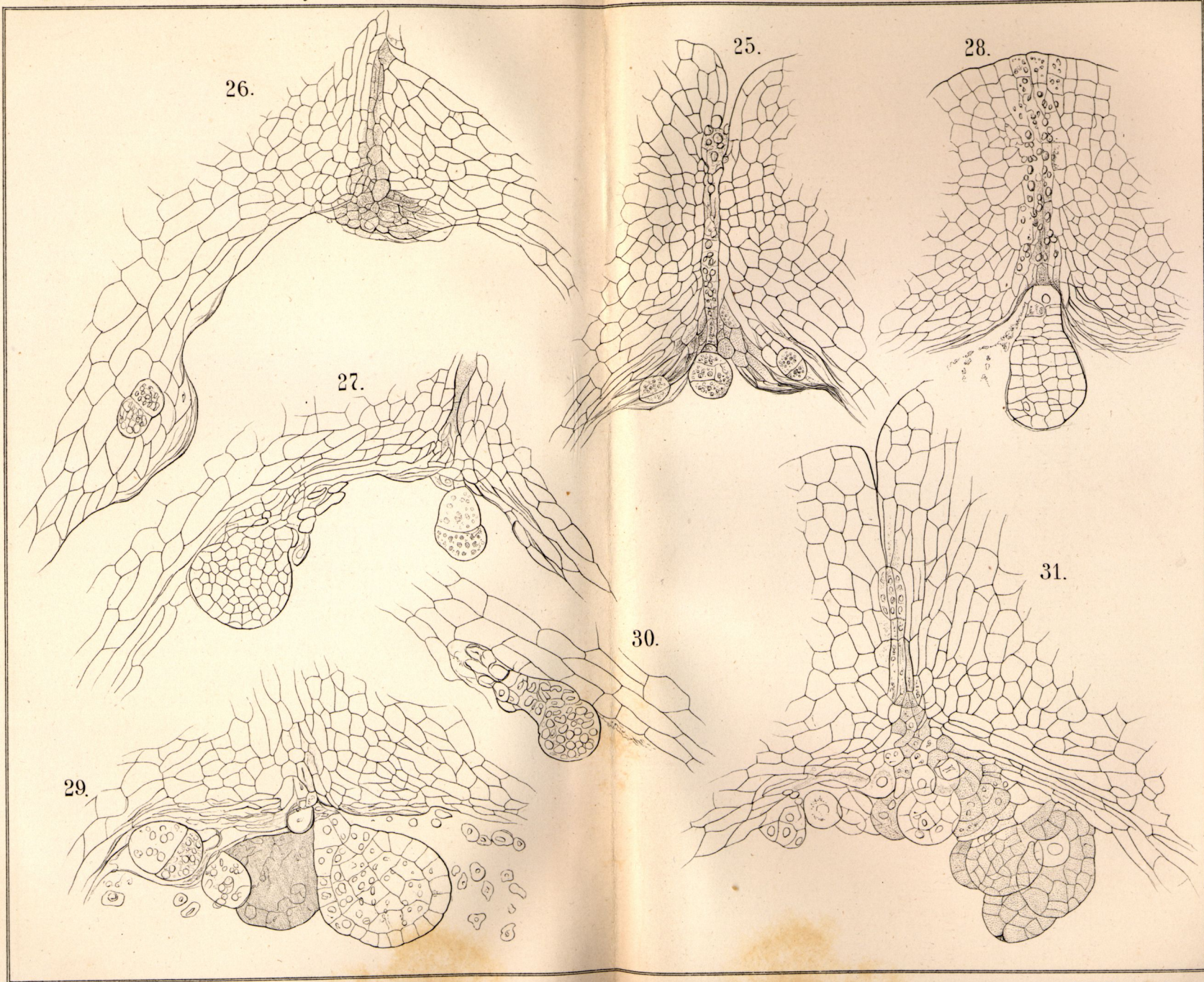


Fig. 26-31: Citrus Aurantium.
<http://rcin.org.pl>

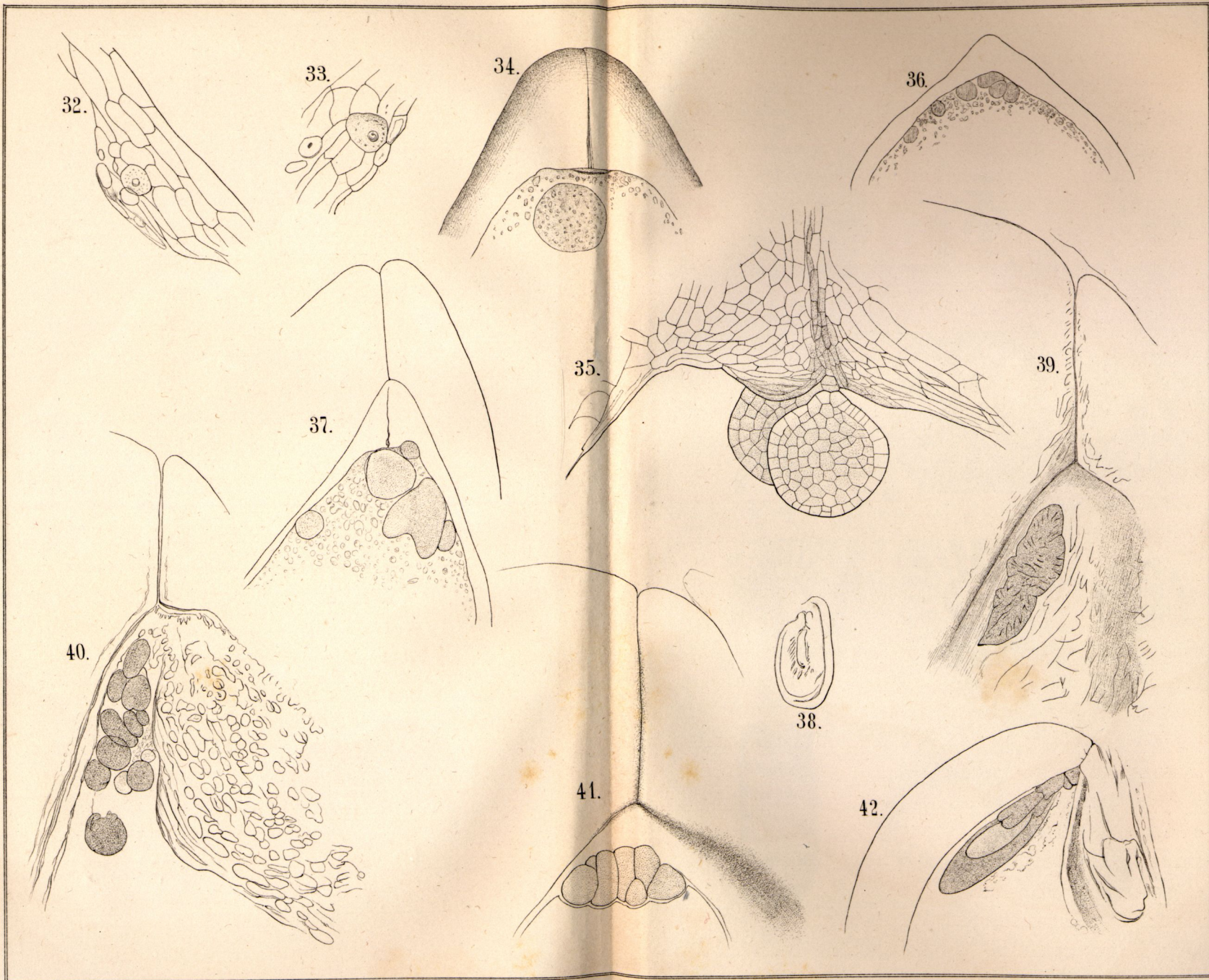


Fig. 32-37: *Citrus Aurantium*, Fig. 38-42: *Mangifera indica*.