

O podzielności jaja (*dividua ovi natura*) i zapłodnieniu u morschczynów.

Przez
J. ROSTAFIŃSKIEGO.

(Rzecz czytana na posiedzeniu Wydziału matematyczno-przyr. Akad.
Umiejęt. w d. 20 kwietnia 1877 r.)

Czwarty to już dziesiątek lat upływa od czasu, jakśmy się w fizjologii roślin oswobodzili na dobre od wszechwładnej niegdyś siły żywotnej. Stracona niegdyś z wysokiego piedestału do dziedziny wspomnień, dziś chyba tylko jeszcze jedno jajo otacza jakąś resztką niezrozumiałego mistycyzmu. A otacza je zapewne dlatego, że do dziś dnia właściwa natura zapłodnienia nie jest nam zrozumiałą.

Wiemy tylko tyle, że do zapłodnienia potrzebnym jest zmieszanie się dwóch treści: tj. żeńskiego jaja i męskiej spermy. Jeżeli te dwa pierwiastki u wszystkich zwierząt i u wszystkich roślin bywają wyróżnione, to jednak nie zawsze tak bywa. U niższych wodorostów, które nazwałem zespólnicowatemi (*Isosporae*),

spotykamy zapłodnienie dwóch komórek tak do siebie podobnych, że o płciowém ich wyróżnieniu i mowy być nie może. Co więcej nawet, zdarza się niekiedy, że w utworzeniu nasienia więcej, jak dwie komórki, bierze udział. Tak się ma rzecz u płóczni (*Hydrodictyon*), według spostrzeżeń p. SUPPANETZA ¹⁾ tak zachowuje się wydętka (*Botigdium*), której historję rozwoju podałem w zeszłym roku Akademii ²⁾, podobnie téż bywa u śluzowców. To téż już w monografii tych ostatnich określiłem zapłodnienie temi słowy: „zapłodnieniem nazywamy przebieg, w którym mniej lub więcej liczne komórki zespalają się z sobą dla utworzenia jednéj nowéj, zdolnéj w dalszym rozwoju przerodzić gatunek“ ³⁾.

Z tego więc już powodu jajo przestaje być odrębnym pierwiastkiem płciowego aktu, a jego pojęcie w przeciwstawieństwie spermy mocno się zaciéra. Lecz i tu przy dobrej woli daje się znaleźć inny jeszcze sposób wyjścia i tu możemy sobie w potrzebie zaradzić. Jeżeli bowiem w wypadku, gdzie dwie komórki płciowo niewyróżnione spółkują ze sobą, uważamy jednę za jajo, a drugą za upłodnik, to ten sam sposób pojmovania możemy przenieść i do tych wypadków, gdzie liczne komórki zespalają się dla tworzenia nasienia.

¹⁾ J. ROSTAFIŃSKI. *Quelques mots sur l'Haemetococcus lacustris et sur les bases d'une classification naturelle des Algues Chlorosporées*. Cherburg 1875, p. 152.

²⁾ J. ROSTAFIŃSKI. *Historyja rozwoju wydętki korzonkowłosej*. Pamiętnik Akademii umiejętności, Wydz. III., Tom II. p.

³⁾ J. ROSTAFIŃSKI. *Śluzowce*. Monografija. Paryż 1875, p. 318.

Niemamy wprawdzie ani jednego pewnego (przynajmniej w botanice) spostrzeżenia, żeby jajo łączyło się z wieloma komórkami męskimi, ale przy teoretycznym badaniu téj sprawy nie takiemu pogładowi nie stoi na zawadzie. Albowiem możnaby utrzymywać, że w wielopiérwiastkowym sposobie zapłodnienia mamy jedno jajo, które się zespala z licznymi upłodnikami; że ich zaś z wyglądu odróżnić od jaja nie możemy, to jeszcze nie dowód, żeby tak być nie mogło.

Przy takimto poglądzie pojęcie jaja, jako nienaruszalnej całości dałoby się ocalić. Sam sobie stawiając podobne zarzuty i widząc, że chociaż nieuzasadnione mogłyby być, bodaj chwilowo uwzględnione, postanowiłem naruszyć pojęcie jaja z innego końca i tym razem poprzeć je niezbitym doświadczeniem. Postawiłem sobie mianowicie pytanie, czy jajo dojrzałe i gotowe do zapłodnienia jest rzeczywiście taką nienaruszalną całością, czy téż nie możnaby go wprost mechanicznymi środkami rozdzielić na pewną ilość części, z którychby każda mogła być zapłodnioną.

W tym celu trzeba było najprzód wybrać roślinę najlepiej odpowiadającą potrzebie, a zatem taką, któraby była i rozdzielno-płciową, tj. wydawała na jednych osobnikach tylko jaja, a na innych tylko spermę i jednocześnie wydawała ich znaczne ilości. Rośliną odpowiadającą tym wszystkim warunkom wydał mi się być morszczyń pęcherzykowaty (*Fucus vesiculosus*), nad nim téż czyniłem spostrzeżenia ubiegłej zimy podczas pobytu mego w Cherburgu.

Budowa płciowych narzędzi tego morszczyń, równie jak sposób zapłodnienia, zostały opisane w kla-

sycznej pracy G. THURETA¹⁾. Praca ta nietylko odznacza się dokładnością spostrzeżeń i zwięzłym a jasnym ich wyłożeniem, z innego jeszcze względu pozostanie ona na zawsze pomnikową. Do niej bowiem wszystkie poglądy dotyczące się płciowości roślin bezkwiatowych opierały się tylko na mniej lub więcej trafnych analogijach i dopiero w 1853 roku udało się właśnie THURETOWI zastąpić teorię — doświadczeniem, a przypuszczenie — niezbitym faktem. Nie od rzeczy też będzie w tém miejscu podać treść jój choć w kilku słowach, o ile one dotyczą naszego morszczyńnu.

Narzędzia płciowe morszczyńnu pęcherzowatego, podobnie jak i wszystkich morszczyńnow w ogóle, powstają w osobnych zbiornikach zagłębionych w miękiszu jego plechy i otwierających się na zewnątrz małym otworkiem. Wnętrze tych zbiorników wysłane jest mnóstwem bezbarwnych włosków przebiegających promienisto ku środkowi od dolnych jój części, a ku otworkowi od górnej. Między temi włoskami znajdujemy w żeńskich zbiornikach jaja, w męskich zaś spermy. Jaja powstają w płodniach (*oogonia*) jednokomórkowych i zawierających w tym gatunku stale po 8 jaj, kiedy tymczasem upłodniki są zawarte w upłodniach (*antheridia*) także jednokomórkowych, lecz rozmieszczonych na drzewkowato rozgałęzionych włoskach, jako boczne ich odnogi. Umieszczając świeżo zebrane osobniki w naczyniach zamkniętych można otrzymać masy jaj, lub upłodników, bo plecha mor-

¹⁾ G. THURET. *Recherches sur la fécondation des Fucacées suivies d'observation sur les antheridies des Algues*, w *Annales des sciences naturelles Quatrième série, Botanique*, Tome II, Paris 1854, p. 197.

szczynu wysychając powoli, naciska zbiorniki, a zawarte w nich narzędzia płciowe wychodzą na zewnątrz i zbierają się w małe kupki po nad otworkami zbiorników. W osobnikach żeńskich kupki te składają się z płodni, od przeświécających przez cienką ich ściankę jaj, oliwkowo-zielonych, w męzkich zaś, z upłodni barwy pomarańczowej, pochodzącej od upłodników w nich zawartych. Umieszczając je w osobnych kroplach wody morskiej, możemy z wszelką łatwością badać pod drobnowidem wychodzenie jaj z płodni i upłodników z upłodni, które odbywa się w bardzo charakterystyczny, jak dla nas obojętny sposób. Dość, że jaja, jak je opisuje THURET, sąto komórki dokładnie kuliste oliwkowo-zielone, o wnętrzu jaśniejszym i zupełnie nagie, kiedy upłodniki mają kształt nieco skrzywionego jaja, w którego pępku przytwierdzone są dwie rzęsy, jedna ku przodowi skierowana krótsza, druga w tył idąca dłuższa; są one komórkami także nagie, składającymi się z bezbarwnego pierwoszcza i kropli pomarańczowej istoty, leżącej tuż ponad miejscem przytwierdzenia rzęs. Jaja są z natury nieruchome, upłodniki poruszają się z pomocą rzęs bardzo żywo. Dodając do kropli wody, zawierającej jaja, inną, w której jest mnóstwo upłodników, spostrzegamy szczególnego rodzaju zjawisko. Upłodniki bowiem przylegają całymi masami do jaj i nadają im ruch wirowy, trwający kilkanaście minut. W jaki jednak sposób upłodnik łączy się z jajem, tego THURET nie podał. Utrzymuje tylko, że nie wnikają do ich wnętrza.

Tymczasem PRINGSHEIM¹⁾ utrzymywał, że upłodniki nie tylko wnikają do wnętrza jaja, ale nawet

¹⁾ N. PRINGSHEIM, *Ueber die Befruchtung und Keimung der Algen und das Wesen des Zeugungsactes*, Berlin

są tam widoczne jeszcze w kilka dni po zapłodnieniu pod błoną, jako czerwone punkciki. Twierdzenie to spowodowało THURETA do zrobienia całego szeregu nowych doświadczeń, które ogłosił w małej pracy¹⁾ w 1857 r. Przekonał się wówczas, że wydzielenie błony przez jajo nie jest dowodem zapłodnienia, bo ta może się wytworzyć i na jaju niezapłodnionym, i że upłodniki nie wnikają do wnętrza jaja. Czerwone punkty, które PRINGSHEIM widział pod błoną, są produktem rozkładu barwika, a o tożsamości ich z pomarańczową kropką upłodnika nie może być i mowy już z tego chociażby powodu, że są znacznie od nich większe. Wreszcie przypuszcza THURET, że upłodniki zléwają się z istotą jaja, chociaż tego spostrzedz bezpośrednio nie można.

Od owego czasu minęło lat dwadzieścia. Cały szereg faktów z dziedziny zapłodnienia roślin bezkwiatowych został powoli zebrany. We wszystkich razach daje się odróżniać w jaju przed jego zapłodnieniem plamka bezbarwnego pierwszicza, nazwana „plamką zespolenia“ (*Befruchtungsfleck*, v. *Empfängnisfleck*) i w témto miejscu zléwa się istota upłodnika z jajem. Jedyny wyjątek stanowią właśnie morszczyzny, których jaja takiej plamki nie ukazują.

Jeżeli jednak nie ukazują jój zazwyczaj, to za tém nie idzie, żeby jój nigdy nie posiadały. Mając zamiar robić doświadczenia nad podzielnością jaja

1855, także: *Untersuchungen ueber Befruchtung und Generationswechsel der Algen*. Berlin 1856.

¹⁾ G. THURET. *Deuxième note sur la fécondation des Fucacées*, Cherbourg 1857.

morszczynów, przyniosłem raz okazy, których jaja taką wyraźną plamkę posiadały i to wszystkie bez żadnego wyjątku. Zazwyczaj jajo posiada też wyraźne i charakterystyczne współśrodkowe warstwy. Wewnętrzna masę bezbarwnego i drobnoziarnistego pierwoszcza, otoczoną grubą warstwą ziarnistą i barwną istoty, na zewnątrz której spotykamy znów ciemniejszą warstewkę bezbarwnego pierwoszcza, przechodzącą w nieokreśloną na zewnątrz powłokę śluzowatą natury. W jajach jednak, które wówczas otrzymałem, wewnętrzna masa bezbarwna łączyła się z zewnętrzną takiej samej natury stożkowatym kanałem także bezbarwnego i drobnoziarnistego pierwoszcza, którego otwór na zewnątrz był kolisty, mały, i stanowił właśnie ową plamkę zespolenia. Dodając do jaj kroplę brzemieną masami upłodników, widziałem je wprawione w ruch wirowy. Lecz jeżeli na szkiełko przedmiotowe przenosiłem tylko kilka upłodników, wówczas te nie były w stanie poruszać ciężkiej masy jaja. Ustawiając wtedy te ostatnie za pomocą pędzelka w ten sposób, aby ów kanał bezbarwnego pierwoszcza był z góry widzianym, udało mi się bezpośrednio zobaczyć sam fakt zapłodnienia. Upłodniki przyczepiały się do jaja, wyciągając jedną rzęsę naprzód, a drugą wlokąc za sobą. Raz zaś widziałem, jak upłodnik, doszedłszy do owąj bezbarwną plamki, stopił się, że się tak wyrażę w jednej chwili z bezbarwną jej pierwoszczem. Jeżeli więc zazwyczaj jaja morszczynów inaczej się zachowują, to jednakże niekiedy zapłodnienie ich odbywa się zupełnie w taki sam sposób, jak u innych wodorostów i wszystkich roślin bezkwiatowych.

Przechodząc teraz do podzielności jaja, nadmienić muszę, że dają się one dzielić mechanicznie w dwójaki sposób. Raz za pomocą ostrego narzędzia można jajo posiekać na kawałki mniejsze lub większe, które natychmiast przyjmują kształt kulisty. Innym razem można rozczłonkowanie to uskutecznić naciskiem. Jaja morszczyń są, jak wiemy, zupełnie nagie, a istota ich sprężysta. Przykrywając je szkiełkiem można je spłaszczyć, a umieszczając na pierwszym, drugie, lub trzecie można ciśnienie posunąć tak daleko, że pod jego wpływem całe jajo zostanie naprzód zamienione w płaską tabliczkę elipsoidalnego zarysu, a wreszcie pęknie w jakimkolwiek miejscu swęj powierzchni, a cała jego masa wypłynie do wody. Podnosząc wówczas szybko, lecz ostrożnie przykrywające ją szkiełko, widzimy istotę jaja, zbijającą się w kule najrozmaitszej wielkości. W tym razie otrzymane ułamki będą też różne i co do swęj natury. Jedne bowiem będą się składały tylko z bezbarwnego pierwsoszcza wewnętrznej lub zewnętrznej warstwy, inne tylko z barwnej i gruboziarnistej masy, a inne jeszcze będą zawierały obie te istoty. Ten skład ich nie jest obojętną rzeczą, jak o tém zaraz się przekonamy.

Po dodaniu do takich kulistych członków jaja, otrzymanych czyto pierwszym, czy drugim sposobem, kropli wody obciążonej upłodnikami, te ostatnie oblepiają je ze wszech stron i wprawiają w ruch wirowy. Po niejakiem czasie ruch ten ustaje i wszystkie cząstki bez wyjątku, nawet najmniejsze, to jest zawierające zaledwie $\frac{1}{3000}$ objętości zwykłego jaja powlekają się błoną. Nie idzie jednak zatém, żeby wszystkie zostały zapłodnione i mogły się dalej rozwijać. Wspomniałem

bowiem już powyżej, że według spostrzeżeń THURETA, ogłoszonych w drugiej jego pracy, jaja morszczyków bez zetknięcia się z upłodnikami wydzielają po pewnym czasie na zewnątrz błonę, lecz pomimo to pozostają w zastoju. Po pewnym czasie zaczynają wprowadzić kielkować, ale w niezwykły sposób. Wypuszczają bowiem różańcowato przewięzisty wyrostek ¹⁾, którego wzrost po jakimś czasie ustaje, błona jaja pęka w jakimkolwiek miejscu, pierwszocze wychodzi na zewnątrz i tym razem rozplywa się w wodzie. Kiedy tymczasem jajo zapłodnione kielkuje w inny sposób i dzieli się niezmiennie według pewnych stałych prawideł, które odkryłem i opisałem w osobnej pracy ²⁾ przed niedawnym czasem.

W tym różnym sposobie kielkowania mamy jedynie pewny dowód, czy jajo, lub jego cząstka, która była w zetknięciu z upłodnikami, została rzeczywiście zapłodnioną. Doświadczenia więc swoje wykonywałem w ten sposób: przenosiłem najprzód otrzymane cząstki do czystej kropli wody na szkiełko przedmiotowe. Następnie dodawałem znaczną ilość upłodników i pozostawiałem je w zetknięciu z cząstkowymi jajami przez minut dziesięć. Dalej obmywałem te cząstkowe jaja i umieszczałem je w świeżej kropli wody. Po kilku dniach zaczynało się kielkowanie normalne, anormalne, lub zanikowe. Robiłem przytém cały szereg doświadczeń porównawczych, to jest część jaj zebranych z jednego zbiornika rozdzielałem i za-

¹⁾ G. THURET, l. c. pl. 15, f. 20.

²⁾ J. ROSTAFIŃSKI *Beiträge zur Kenntniss der Tange*. Heft I. *Ueber das Spitzenwachsthum von Fucus vesiculosus und Himanthalia lorea*. Leipzig 1876.

pładniałem ich cząstki, a jednocześnie drugą część pozostawiałem nienaruszoną i taką zapładniałem. W dodatku pierwszą część rozdzielałem w dwojaki sposób, tj. raz przez rozcinanie ostrym narzędziem, a drugi raz przez stopniowe naciskanie. Z całego szeregu podobnych doświadczeń doszedłem do przekonania, że z całej masy tych jaj cząstkowych (to jest otrzymanych z podzielenia całego jaja) tylko nieznaczna ich część zostaje rzeczywiście zapłodnioną, tj. kiełkuje w typowy sposób i może wydać normalne osobniki morszczyń, chociaż wszystkie pozostawały przez ten sam czas w zetknięciu z upłodnikami. Porównując między sobą z jednej strony te cząstkowe jaja, które kiełkowały i rozwijały się dalej, a z drugiej strony te, które po jakimś czasie pozostawały w zastoju, przekonałem się, że te tylko zostają zapłodnione, które zawierają w sobie treść tych trzech warstw niepodzielonego jaja, które powyżej opisałem.

Tak więc dowiedzionem zostało, że jajo nie jest nienaruszalną całością, że i część jego, jeżeli tylko zawiera pierwszocze z odpowiednią budową cząsteczkową, może zostać zapłodnioną i wydać nowy osobnik. Jestem przekonany, że pierwszy krok położony na tym polu badań nie będzie ostatnim, i że podobnego rodzaju zjawiska dadzą się odkryć w przyszłości nie tylko między różnymi wodorostami, ale także i w dziedzinie świata zwierzęcego.