

KILKA SPOSTRZEŻEŃ

nad rozwojem

RAMIENICOWATYCH

(*Characeae*)

przez

Dra Fr. Kamińskiego.

(Tablica VI).

Zajmując się badaniem rozwoju Ramienicy szorstkiej (*Chara aspera*), hodowanej w pracowni instytutu botanicznego w Strasburgu, udało mi się zrobić kilka nowych spostrzeżeń dotyczących się rozwoju tego gatunku, a także i innych należących do téjże rodziny.

Te moje badania zostały wprawdzie już użytkowane w pracy de BABEGO nad kiełkowaniem Ramienic¹⁾, lecz tu je po raz pierwszy podaję w całej rozciągłości i z rycinami odpowiedniami.

Jako punkt wyjścia moich poszukiwań, służyły mi bulwki korzeniowe (*Bulbillae*) Ramienicy szorstkiej (*Chara aspera*).

¹⁾ Botanische Zeitung 1875.

Przy węzłach najrozmaiciój w ziemi rozgałęzionych korzeni téj rośliny znajdują się małe, gładkie, białe kulki; są to jój bulwki korzeniowe. Bulwki te były już dawno znane, a w piśmiennictwie spotykamy o nich kilka krótkich wzmianek. Pojedyncze te wzmianki są często sprzeczne z sobą i nie dają dostatecznego pojęcia ani o budowie tych bulwek, ani o ich rozwoju i znaczeniu, dla tego przytoczenie ich zdaje mi się być zbytecznym.

Przy bliższém zbadaniu budowy podobnych bulwek pokazuje się, iż są to pojedyncze wydęte i zaokrąglone komórki, których silnie wyprężona błona jest dość twardą i grubszą, aniżeli błony innych komórek korzeniowych; wewnątrz zaś każdej wypełnia treść złożona z piérwoszcza (*protoplasma*) z licznemi i dużemi wodniczkami (*vacuolae*), oraz z gałeczek skrobi. Te ostatnie są różnej wielkości i różnych pozaookrąglanych postaci, odznaczają się szczególniej licznemi promieniowemi ryskami, wyścielają błonę komórki, układając się nieregularnie i niejednostajnie w mniejsze, lub większe grupy. Bulwki są przyłączone do węzłów korzeniowych pojedynczo, po dwie, trzy lub cztery,—nigdy zaś w większej liczbie. Na przeciwnym od osady końcu tych bulwek znajduje się grupa nielicznych drobnych komórek, z których kilka wyrasta w cienkie słabo rozwinięte korzenie (fig. 1, 2, 3 i 4).

Rozwój owych bulwek odbywa się tak prędko, iż z trudnością przychodzi odszukać piéwsze początkowe ich okresy. To właśnie spowodowało, że AGARDH¹⁾

¹⁾ C. A. Agardh: Ueber die Anatomie und den Kreislauf der Charen w Act. Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XIII. P. I.

nie mogąc znaleźć młodych bulwek, uważał je za jaja pewnych gatunków mięczaków (*Mollusca*).

Już sama budowa naprowadza na to przypuszczenie, iż każda taka bulwka nie jest niczém inném, jak tylko wydętą, zaokrągloną, napełnioną skrobią, komórką międzywęzła korzeniowego, którego jeden końcowy węzeł znajduje się przy osadzie, drugi zaś na przeciwległym końcu bulwki; historyja rozwoju najzupełniej potwierdza to przypuszczenie. Poszukując większą ilość materiału *Ramienicy szorstkiéj* (*Chara aspera*), nie trudno znaleźć takie węzły korzeniowe, przy których znajdują się bulwki w różnych okresach swego rozwoju, począwszy od prawie niezmienionego międzywęzła, aż do zupełnie rozwiniętej bulwki (fig. 2, 3, 4).

Takie młode bulwki, w różnych dobach rozwoju, przy jednym węźle korzenia znachodzi się w liczbie najwyżej czterech, gdyż z takiego węzła powstają tylko cztery korzenie następnego rzędu, które albo wszystkie zmieniają się na bulwki, albo téż tylko ich część; a reszta rozwija się normalnie jako korzenie (fig. 1, 2, 3 i 4).

Nie tylko obficie znalezione w ogólnej masie różne okresy rozwoju tych bulwek, lecz także liczne kultury przekonały mię ostatecznie o morfologiczném ich znaczeniu. Silnie rozgałęzione korzenie z częściami łodygi *Ramienicy szorstkiéj* (*Chara aspera*), hodowane na szkiełku pod dzwonem, po kilku dniach pokazały już pierwsze zaczątki tworzenia się bulwek. Przy niektórych węzłach komórki międzywęzła następnego rzędu powoli wydymały się, nabierając kształtu krótkiego i baryłkowatego i napełniając się nadzwyczaj

drobnemi gałeczkami skrobi, wzrastającemi w miarę szybkiego wzrostu bulwki, (fig. 4). Tego rodzaju hodowle w zamknięciu pod dzwonem nie mogły trwać dłużej jak tydzień, gdyż łodygi nie mając dostatecznej ilości światła, zwykle marniały, przez co i powstawanie bulwek z powodu niemożliwości tworzenia się skrobi wstrzymaném bywało. Daleko lepiej udawała się hodowla w wodzie, w naczynkach otwartych. Tu otrzymywałem liczne prawidłowo rozwinięte bulwki tak prędko, iż najstarsze z nich już następnym zmianom podlegały, gdy tymczasem najmłodsze nie różniły się jeszcze od zwykłych korzeni (fig. 3).

Należy mi tu nadto dodać, iż oprócz powyżej opisanych bulwek, zdarzają się pojedyncze komórki różnego morfologicznego znaczenia, napełnione skrobią w części lub w całości. Komórki te, które najczęściej w starych węzłach korzeni znachodzimy, odróżniają się od bulwek kształtem i mniej znaczną wielkością.

Obecność skrobi w bulwkach pozwala poniekąd wnosić o ich fizyologiczném znaczeniu. Będąc zbiornikiem skrobi, a więc materyjałów przyswojonych, służą one jako narzędzia rozmnażania (*Propagationsorgane*) charakterystyczne w *Ramienicy szorstkiej*; podobnie, jak tak zwane gwiazdki skrobiowe (*Amylumsterne*) w *Ramienicy gwiazdkowej* (*Chara stelligera*). W samej rzeczy *Ramienica szorstka* (*Chara aspera*) hodowana przez długi przeciąg czasu, rozmnażała się ciągle, tylko za pomocą owych bulwek, nie tworząc wcale płciowych narzędzi rozrodczych.

Dla przekonania się w jaki sposób z tych bulwek wyrasta *R a m i e n i c a*, prowadziłem osobne ich hodowle. Oderwawszy od reszty korzeni zupełnie wyrosnięte i dojrzałe bulwki, umieściłem je w naczyniu szklaném napelnioném wodą. Po upływie trzech dni spostrzegłem w różnej liczbie przedrośla (*Zwergvorkeime*), wyrastające z grupy komórek odpowiadających korzeniowemu węzłowi, przy wiérzchołku bulwki, jako téż i przy jej osadzie (fig. 1 p,p). Przedrośla te, jak równieź często się pojawiające, a przez PRINGSHEIMA ¹⁾ tak zwane pędy gołonogie (*nacktfüssige Zweige*), wyrastają w krótkim czasie dalej w młode roślinki. Sama komórka bulwki nie bierze w tym wzroście żadnego udziału, tylko skrobi w miarę wzrostu przedrośli powoli ubywa, która prawdopodobnie rozpuszczając się i przesiąkając do grupy komórek wydających przedrodkki, służy jako materiał budowlany dla rośliny. Ubywanie skrobi w bulwce jest bardzo powolném i dopiéro wtedy znaczniéjszém się staje, gdy już z przedrośla rozwinęła się młoda roślina z piérwszými okręgami liści. W miarę dalszego wzrostu *Ramienicy*, bulwka wypróżnia się ze skrobi i w końcu znika.

Jakie warunki i w jakiej porze roku najbardziej sprzyjają tworzeniu się bulwek w naturze, i czy takowe służy do przezimowania rośliny, czy téż do ciągłego jej rozmnażania się, nie mogę stanowczo rozstrzygnąć; gdyż wszystkie moje badania ograniczały się do ro-

¹⁾ N. Pringsheim: Ueber die Vorkeime und die nacktfüssigen Zweige der Charen w Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. (III. Tom.)

ślin tylko w pokoju hodowanych, w których bulwki przez cały rok znajdowałem.

Przedrośla rozwijające się z bulwek, nie różnią się w niczem od tych, które wyrastają z płodników (*Oosporeae*), lub téż od przybyszowych (*Zwergvorkeime*) przez PRINGSHEIMA ¹⁾ zbadanych i opisanych. Historia rozwoju tych przedrośli, w ogólnych także rysach zgadza się z opisem PRINGSHEIMA; komórka wyrastająca w przedrośle, wydłuża się i dzieli się za pomocą ścianki prostopadłej do kierunku wzrostu przedrośla na dwie pomniejszych. Z tych górna, znowu rozdziela się na kilka komórek ściankami równoległymi do pierwszej, tworząc wieżchołek przedrośla (*Vorkeimspitze*) napełniony zielenią, dalej już nie wzrastający. Dolna komórka podlega również podobnym podziałom, jak górna: najpierw dzieli się na dwie, z których górna, znów za pomocą dwóch podziałów, rozpada się na trzy komórki; z tych ostatnich dwie płaskie, krążkowate tworzą: dolna — węzeł korzeniowy, górna — węzeł łodygowy, a trzecia między nimi leżąca, międzywęzle przedrośla. Po tych podziałach całe przedrośle wykształca się dalej, tylko w skutek wzrostu w długość i szerokość pojedynczych komórek. same węzły tylko ulegają dalszym podziałom. Węzeł korzeniowy, dzieli się nieregularnie ściankami prostopadłymi do podstawy, na kilka komórek wyrastających później w korzenie; węzeł zaś łodygowy, najważniejsza część przedrośla, rozwija się podług bardziej złożonych praw. W tym właśnie najważniej-

¹⁾ N. Pringsheim l. c.

szym punkcie moje badania znacznie się różnią od badań PRINGSHEIMA; dla tego też nad tym przedmiotem wypada mi zatrzymać się nieco dłużej.

Macierzysta komórka węzła łądżowego w przedroślu, jak już wyżej wspomniałem, jest płaska, krążkowata; od strony przedniej (podług wyrazownictwa PRINGSHEIMA) silniej się rozwijając, przyjmuje ona kształt cokolwiek nieregularny, przez co wierzchołek przedrośla zostaje nieco w tył odsuniętym. Od tej przedniej strony po podzieleniu się węzłowej komórki na liczne inne podług stałych praw, wyrasta młoda łądżka Ramienicy. Zdaniem PRINGSHEIMA, komórka węzła podlega następującym podziałom: najpierw powstają trzy po sobie następujące, mniej więcej do siebie równoległe ścianki, z których pierwsza, przebiegając mniej więcej pośrodku, rozdziela komórkę na dwie części: tylną mniejszą i przednią większą, wypukłą. Druga ścianka znajduje się w przedniej części, a trzecia jeszcze bliżej obwodu na zewnątrz drugiej. Z boku przedstawia się położenie tych ścianek w ten sposób, iż każda z nich, bliżej przedniej strony węzła leżąca, bardziej jest górnym swym brzegiem w tył pochyloną, tak, że trzecia ścianka znacznie się pochylając, odcina ku górze zwróconą i wypukłą przednią część węzła. Ta ostatnia część występuje w roli komórki twórczej, łądży; a dzieląc się podług znanych praw, buduje dalej młoda roślinkę. Każda z trzech pozostałych komórek, dzieli się dalej zapomocą mimośrodkowych ścianek na komórki obwodowe i jedną środkową. Ścianki te mimośrodkowe, są cokolwiek do wnętrza węzła wypukłe i tak pochylone, iż odcinają obwodowe komórki ku górze, podobnie jak to wyżej widzieliśmy

w przedniej części węzła. Obwodowe te komórki, których liczba wynosi zwykle 6, wyrastają w liście rozwijające się w różnym stopniu, tak, że w przedniej części węzła są bardziej rozwinięte, a ku tyłowi znacznie mniej.

Wszystkie te podziały, PRINGSHEIM przedstawił szematycznie na swój fig. 12, tab. XI. Badacz ten występuje tu znów ze swą ulubioną teorią zmiany kierunku wzrostu. Uważa on cały węzeł łądogowy przedrośla za łądogę młodej Ramienicy, wzrastającą za pomocą komórki wiérzchołkowej w kierunku od tyłu ku przodowi węzła, a w prostopadłym do kierunku wzrostu samegoż przedrośla. Tym sposobem trzy powyżej wymienione najpierw pojawiające się a równoległe do siebie ścianki odcinają segmenta tworzące pierwsze nierozwinięte „przejsciowe węzły“ (*Uebergangsknoten*) z zanikowými liśmi.

Podług moich zaś badań, z łądogowego węzła przedrośla łądogę młodej Ramienicy rozwija się inaczej, a węzeł sam podlega następującym podziałom. Krążkowa komórka, stanowiąca węzeł, dzieli się na dwie symetryczne połowy średnicową ścianką, przebiegającą od przedniej ku tylnej części węzła, a prostopadłą do obu podstaw téjże komórki (fig. 5, h). Każda z tych połówek dzieli się znów za pomocą następujących po sobie ścianek na 3 do 4 obwodowych komórek i jedną wewnętrzną, dotykającą do średnicowej ścianki (fig. 6 — 13). Tym sposobem otrzymujemy obwodowy pierścień, z 6 do 8 komórek złożony, zamykający dwie komórki wewnętrzne. Ścianki oddzielające obwodowe komórki powstają poczynając od przedniej części węzła i postępując ku ty-

łowi, tak, że pierwsza komórka obwodowa powstaje w jednej połowce węzła, druga w drugiej, trzecia znowu w pierwszej i t. d., naprzemian to w jednej, to w drugiej. Z jednej strony mamy więc komórki obwodowe w szeregu rozwoju nieparzystymi liczbami oznaczone, z drugiej strony, parzystymi. Komórki te, w przedniej części węzła silniej się rozwijają aniżeli w tylnej. Pierwsze ścianki po obu stronach przykładają się około środka średnicowej ścianki, pod kątem mniej więcej 45° do 90° , odcinając największe obwodowe komórki (fig. 6 i 7); następne ścianki są do wnętrza wypukłe i (z wyjątkiem ostatniej w każdej połowce) nie przykładają się już do średnicowej, lecz do poprzedzającej i zewnętrznej węzłowej, odcinając coraz mniejsze komórki. Stósunek ten wielkości komórek w dalszym rozwoju staje się coraz widoczniejszy, a szczególnie pierwsza, najstarsza ze wszystkich, znacznie wyróżnia się od innych, a zajmując większą część przedniej strony węzła, wyrasta ku górze i funkcjonuje jako komórka twórcza (wierzchołkowa) łądygi młodej Ramienicy; obwodowe zaś komórki wyrastają w liście mniej lub więcej rozwinięte, zależnie od tego czy są więcej lub mniej oddalone od przodu węzła. Komórka największa w dalszym rozwoju (fig. 11) dzieli się najpierw ścianką styczną (tangencyjalną), poprzeczną i cokolwiek pochyloną na dwie komórki: jedną wewnątrz węzła zostającą i dalej się już nie dzielącą, a drugą zewnętrzną, w skutek pochylecia się ścianki dzielącej ku górze skierowaną. Ta ostatnia jest już rzeczywistą komórką wierzchołkową łądygi, odcinającą podług znanych praw segmenty, wytwarzające prawidłowe węzły i międzywęzła łądygi. Pierwszy taki segment (fig. 12),

odcina się za pomocą ścianki prawie już poziomo przebiegającej. Segment ten (fig. 13, 14) leży jeszcze w części w samym węźle, należąc tym sposobem jakby do składu takowego, i tworzy pierwszy węzeł łodygi. Podobnie jak przy tworzeniu się liści, dzieli się on ścianką podłużną, prostopadłą i promieniową na dwie połówki wyrastające nieco na zewnątrz, jak to także ma miejsce przy tworzeniu się liści. Dalsze segmenty ku górze zwróconej komórki wierzchołkowej (*v*) wykształcają się na prawidłowo rozwinięte międzywęzła i węzły łodygi.

Porównywając wyżej przytoczone poszukiwania PRINGSHEIMA z dopiero co wyłożonemi mojemi badaniami, widać znaczne różnice w przedstawieniu samych faktów. Badania PRINGSHEIMA tyczą się wprawdzie Ramienicy kruchej (*Chara fragilis*), moje zaś Ramienicy szorstkiej (*Chara aspera*); powtórzyłem więc z tego powodu tézsame poszukiwania na przybyszowych przedroślach Ramienicy kruchej (*Chara fragilis*) i Ramienicy zdrojowej (*Chara crinita*), jak również na przedroślach kielkującej téjże ostatniej Ramienicy i Rozsochy (*Tolypella intricata*), lecz wszędzie potwierdziły się wypadki otrzymane dla Ramienicy szorstkiej. Ta zgodność rozwoju węzła łodygowego przedrośla u różnych Ramienicowatych (*Characeae*) utwierdza mię w mniemaniu o prawdziwości moich badań i pozwala wyprowadzić wnioski stósujące się do całej grupy Ramienicowatych. Co się zaś tyczy badań PRINGSHEIMA, to chociaż nie podaje sposobu w jaki je uskutecznił, musiały one jednak polegać na błędnej metodzie i dorywczym a niedokładnym zbadaniu faktów; wynikię ztąd błędy powiększo-

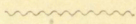
ne zostały zbyt pochopnym teoretyzowaniem. Doświadczenie w tych badaniach nauczyło mię, iż kombinowanie różnych bocznych obrazów węzła przedroślowego nie daje dokładnego pojęcia o tym węźle widzianym z góry; dla tego postanowiłem przygotować przekroje poprzeczne przedrośla, przedstawiające węzeł wprost od strony górnej. W samej rzeczy podobne przekroje nie trudno otrzymać przy pewnej wprawie w preparowaniu, odcinając pod drobnowidzem za pomocą delikatnego i ostrego nożyka sam węzeł pod jego osadą, odciawszy przed tém wierzchołek przedrodka. Na tak otrzymanych przekrojach położonych należy pod drobnowidzem, można mieć rzeczywiście, a tém samym najdokładniejszy obraz ułożenia wszystkich ścianek, powstających wewnątrz węzła łądogowego przedrośla.

Jeżeli teraz porównamy wyżej przezemnie przedstawiony rozwój ze znanym rozwojem węzłów łądogowych¹⁾, to widzimy, iż jeden i drugi w głównych zarysach podług jednakowych praw się odbywa. Tu jak i tam, za pomocą tychże samych podziałek tworzy się pierścień obwodowy liści, z których w węźle przedrośla jeden, najstarszy, nie tylko rozwija się silniej niż reszta pozostała, ale się też zamienia w łądygę, wzrastając zapomocą prawidłowo rozwiniętej i podług znanych praw dzielącej się komórki twórczej. Tym sposobem przedrośle u Ramienic nie jest niczém innym, jak tylko łądogowym pędem, którego wierzchołek

¹⁾ A. Braun: Richtungsverhältnisse der Saftströmungen etc. Monatsberichte der Berliner Acad. 17 Mai 1875 r. (str. 16 odbitki) i Nägeli und Schwendener: Das Mikroskop. 1867 r. II tom, fig. 258.

zanika; w zamian zaś za to powstaje z tak zwanego liścia pęd boczny wyrastający w główną łodygę młodej Ramienicy. Powyższe wyjaśnienie znaczenia morfologicznego głównej łodygi względem przedrośla zdaje się być prostsze, a co więcej prawdziwsze, aniżeli na mylnych faktach oparta teoryja PRINGSHEIMA.

Nakoniec należy mi dodać, iż w powyżej przedstawionym rozwoju trafiają się pewne nieprawidłowości, polegające na usunięciu się wzajemném ścianek dzielących węzeł, lub też na nieregularném powstawaniu komórek obwodowych i t. p. Te jednak zboczenia, których między setką preparatów zawsze pewną liczbę znaleźć można, w niczem nie zmieniają głównej rzeczy, a tém samém nie zasługują na bliższe zwrócenie na nie uwagi. Jedno tylko czasami zdarzające się zboczenie godném jest przytoczenia, a mianowicie że węzeł łodygowy, w niektórych przedrodkach posiadających długie międzywęzła i przedrośle, usuwa się na bok więcej niż zwykle, tak że wierzchołek przedrodka również na bok usuniętym zostaje. W takim węzle, zazwyczaj po oddzieleniu się dwóch pierwszych obwodowych komórek więcej ścianek nie powstaje, a tym sposobem węzeł składa się tylko z 4 komórek i zostaje zawsze w zaniku (fig. 16).



Objaśnienie rycin.

Wszystkie figury tyczą się Ramienicy szorstkiej (*Chara aspera*); rysowane są z natury za pomocą kamery. Fig. 1—4 przy powiększeniu 20 razy, reszta figur przy powiększeniu 145 razy. Głoski *a, b, c, d* oznaczają stopniowy rozwój bulwek; *h*, ściankę średnicową węzła; *i*, komórkę macierzystą młodej łodygi; *k*, korzeń; *l*, liście; *m*, międzywęzle przedrodka; *n*, pierwszy węzeł młodej łodygi; *p*, przedrośle; *v*, komórkę wierzchołkową łodygi; *w*, wierzchołek przedrośla.

Fig. 1. Dwie bulwki normalnie rozwinięte, z których większa wzrasta i tworzy przedrośla.

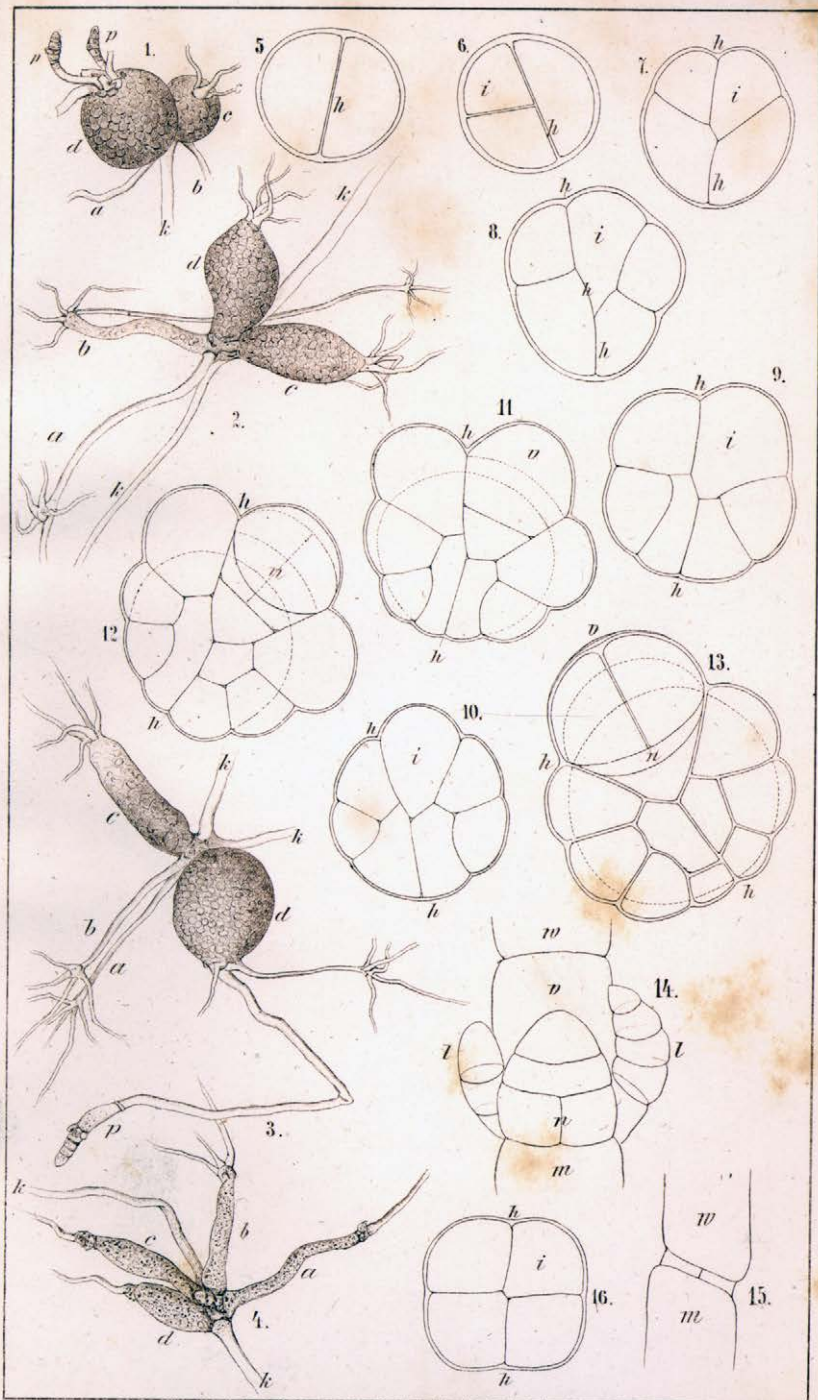
Fig. 2—4. Bulwki w różnym stopniu rozwoju, tworzące się przy jednym węźle korzeniowym.

Fig. 5—13. Wycinki z przedrośla, przedstawiające kolejny rozwój jego węzła łodygowego widzianego z góry (od strony wierzchołka przedrodka).

Fig. 14. Wyrośnięty węzeł łodygowy przedrośla widziany z przodu. Dolna część przedrośla, jako też wierzchołek, prócz jednej dolnej komórki, są odjęte.

Fig. 15. Węzeł łodygowy przedrośla nienormalnie rozwinięty, widziany z boku.

Fig. 16. Tenże sam węzeł widziany z góry.



Dł. F. Kamiński del.

Litogr. M. Salba w Krakowie.